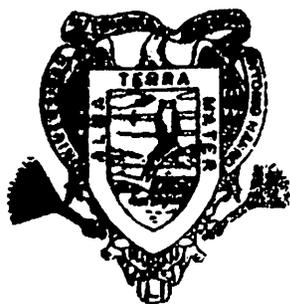


DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A SEQUIA
DEL HIBRIDO DE MAIZ AN-310 BASANDOSE EN
TECNICAS DE CAMPO E INVERNADERO

JORGE ANTONIO VARGAS WOONG

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
Buenavista, Saltillo, Coah.**

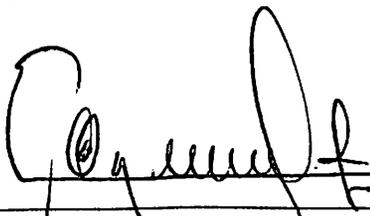
AGOSTO DE 1991

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



Ing. MC. Arnoldo Oyervides Garcia

Asesor:

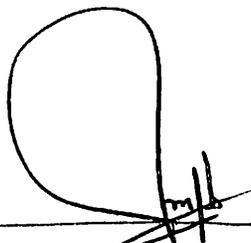


Ing. MC. Fernando Borrego Escalante

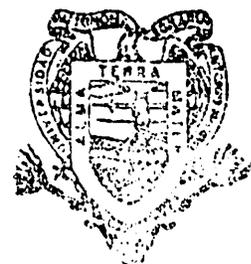
Asesor:



Ing. MC. Humberto de León Castillo



Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. LARREA
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Agosto 1991

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. MC. Arnoldo Oyervides García, por su invaluable asesoría, revisión y sugerencias en el presente estudio.

Al Ing. MC. Fernando Borrego Escalante, por su apoyo y asesoría en la realización de la investigación.

Al Ing. MC. Humberto de León Castillo, por sus sugerencias y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Fernando Galván Castillo, por su apoyo brindado para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Everardo Villareal Farías, por las facilidades prestadas para la conclusión de este estudio.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, por el apoyo para la realización de mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico brindado para que realizara mis estudios de

maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme continuar el camino de la superación personal.

A la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo, por su apreciable participación en el trabajo de mecanografía.

Al Biol. Adalberto Benavides Mendoza, al Lic. Oziel A. Quiroga Chapa, al Ing. Julio Charles Cárdenas por su amistad y apoyo durante la realización de mis estudios.

A mis maestros, compañeros y amigos.

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos:

Beatriz

Jorge Luis

Josué

*Con profundo amor, por saber compartir
cada momento en el logro de una meta más
en nuestra vida.*

A mis padres:

José Antonio (+)

Cleotilde

*Con eterno cariño y agradecimiento por
los consejos y ejemplos de superación,
que me sirvieron de guía para la realiza-
ción de mis estudios.*

A mis hermanos:

Diana Patricia,

María de Jesús

Luis

Claudia Gabriela

Cleotilde

*Por su apoyo y comprensión en los momen-
tos difíciles, sin esperar nada a cambio*

COMPENDIO

Determinación de la Resistencia a Sequía del Híbrido de Maíz
AN-310 Basándose en Técnicas de Campo e Invernadero

Por:

JORGE ANTONIO VARGAS WOONG

MAESTRIA EN
FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AGOSTO, 1991

Ing. MC. Arnoldo Oyervides García -Asesor-

Palabras clave: Resistencia, sequía, técnicas, parámetros fisiológicos, estomas, tolerancia al calor, componentes de rendimiento, agua retenida en hojas cortadas, maíz.

En la presente investigación se evaluaron bajo diseño bloques al azar, 12 genotipos con diferente grado de resistencia a sequía, de diversa constitución genética y características agronómicas variables; dentro de estos

materiales se incluyó al híbrido AN-310 con la finalidad de determinar las características que le confieren la habilidad de prosperar bajo condiciones de temporal, basándose en un análisis de crecimiento, tamaño y densidad de estomas y componentes de rendimiento bajo condiciones de campo, tolerancia al calor y agua retenida en hojas cortadas en invernadero.

Para la etapa de campo, bajo la condición de riego y temporal en cuatro muestreos, coincidiendo el primero con la etapa vegetativa, el segundo con floración, el tercero con llenado de grano y el último con madurez fisiológica, se calcularon parámetros fisiotécnicos, mostrando los análisis de varianza, diferencia entre los genotipos, principalmente en la etapa vegetativa y floración para la condición de riego y sólo en la vegetativa para temporal. Se observó que el híbrido AN-310 fue sobresaliente para los parámetros eficiencia del área foliar e índice de cosecha, para el resto de parámetros, los híbridos AN-447 y AN-430 para riego fueron superiores al resto de los genotipos.

Lo anterior nos indica que la eficiencia del área foliar y su capacidad de traslocación de carbohidratos que presenta el híbrido AN-310 le permite sobresalir bajo condiciones de sequía. Cuando se comparó al híbrido AN-310 con sus progenitores se determinó que las características favorables se las hereda la cruce simple AN₂₀ x AN₂.

En cuanto a los componentes de rendimiento, los análisis de varianza mostraron diferencias para los genotipos en todos los componentes y se observó que el híbrido AN-310 presenta alto rendimiento por planta y peso de 1000 semillas.

Para la evaluación del tamaño y densidad de estomas bajo condiciones de riego y temporal, los análisis de varianza mostraron que no existió diferencia significativa para la fuente genotipos, lo cual nos indica que el híbrido AN-310 no debe su resistencia a estas características.

En la etapa de invernadero, en donde se evaluaron los genotipos bajo un castigo de calor de 52°C durante seis horas, los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas entre genotipos en cuanto a la pérdida de agua durante el castigo.

Para la prueba de agua retenida en hojas cortadas, se determinó que los análisis de varianza mostraron diferencias significativas a partir de las 18 hr y hasta las 72 hr después del corte. El genotipo que perdió menos agua fue el Zacatecas 58, debido a que es un material adaptado a zonas de precipitación escasa, los que más agua perdieron fueron el Criollo y el Michoacán 21; se observó que el híbrido

AN-310 no cuenta con un adecuado mecanismo de cierre estomático ya que fue uno de los de mayor pérdida de agua.

ABSTRACT

Determination of Resistance to Drought of Hybrid Maize Seed
AN-310 on the Basis of Field and Greenhouse Techniques

By:

JORGE ANTONIO VARGAS WOONG

MASTER OF SCIENCE

IN

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AUGUST, 1991

Ing. MC. Arnolde Oyervides García -Advisor-

Key Words: Resistance, drought, techniques,
physiological parameters, stomata,
tolerance to heat, components of yield,
retained water in excised leaves.

In this research, under a design of randomized blocks, 12 genotypes with a different degree of resistance to drought, with a diverse genetic constitution, and genetic traits were evaluated. Among these materials was included

hybrid AN-130 with the aim of identifying those traits which confer it the ability to develop under drought conditions, based on growth, size and density of stomata, components of yield on field, tolerance to heat and retained water in excised leaves cut in the greenhouse analyses.

For field stage, under watering and drought conditions four samplings were made being the first one simultaneous with vegetative stage, the second one with flowering stage, the third one with filling of grain, and the last one with physiological maturity. Physiotechnical parameters were calculated and analysis of variance showed some differences among genotypes, mainly in the vegetative and flowering stages for watering conditions and only in the vegetative for drought ones. It was noticed that hybrid AN-310 was surpassing in efficiency of leaf area and crop index, as for the rest of parameters, hybrids AN-447 and AN-430 under watering conditions were superior to other genotypes.

This indicates that efficiency of leaf area and its ability for carbohydrate translocation present in hybrid AN-310 allows it to surpass others under drought conditions. When AN-310 hybrid was compared to its parents, it was determined that those propitious traits were inherited from simple cross AN₂₀ x AN₂.

As far as yield components were concerned analysis of variance showed differences for genotypes in all components and it was observed that hybrid AN-310 presents a high yield per plant and for weight of 1000 seeds.

For evaluation of size and density of stomata under conditions of normal and scarce watering, analysis of variance showed that there was not a significant one for genotypes which indicates that resistance of hybrid AN-310 is not due to these traits.

In the greenhouse stage, where genotypes were evaluated under a heavy heat of 52°C during six hours, analysis of variance showed no significant differences among genotypes as far as water loss during exposition to heat was concerned.

For water retained in excised leaves test it was determined that analysis of variance showed significant differences starting at 18 and up to 72 hours after the moment they had been cut. Genotype with a small water loss was Zacatecas 58, and this was due to the fact that it is a material apt for scarce rainfall regions. The ones with a higher water loss were Criollo and Michoacán 21; it was observed that hybrid AN-310 does not count with an appropriate mechanism for closing of stomata since it was classified among those materials with a higher water loss.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
MATERIALES Y METODOS.....	23
Etapa de Invernadero.....	25
Transferencia al Calor.....	25
Agua Retenida en Hojas Cortadas.....	27
Etapa de Campo.....	28
Toma de Datos.....	30
Análisis de Crecimiento.....	30
Componentes de Rendimiento.....	32
Densidad y Tamaño de Estomas.....	34
Parámetros Fisiotécnicos.....	36
Análisis Estadístico.....	39
Etapa de Campo.....	39
RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
CONCLUSIONES.....	75
RESUMEN.....	76
LITERATURA CITADA.....	80
APENDICE.....	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1.	Mecanismos de resistencia a la sequía y su influencia sobre los procesos de fotosíntesis, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento	9
3.1.	Datos climáticos durante los meses de junio a noviembre de 1988. Buenavista, Saltillo, Coah.....	24
3.2.	Descripción de los genotipos involucrados en la presente investigación..	
3.3.	Componentes del análisis de varianza de bloques al azar.....	24
4.1.	Significancias para la fuente de genotipos de los análisis de varianza para los parámetros a través de los muestreos en riego y temporal.....	41
4.2.	Coefficientes de variación (%) de los análisis de varianza para los parámetros a través de los muestreos en riego y temporal.....	44
4.3.	Valores medios de los componentes de rendimiento para la condición de temporal.....	47

Cuadro No.	Página
4.4.	Valores medios de los componentes de rendimiento para la condición de riego.....65
4.5.	Valores de cuadrados medios de genotipos y significancia de la FC de los análisis de varianza para componentes de rendimiento bajo la condición de riego y temporal.....66
4.6.	Valores de cuadrados medios de genotipos y significancia de la FC de los análisis de varianza para densidad y tamaño de estomas en riego y temporal.....66
4.7.	Medias de repeticiones de la pérdida de agua por genotipo (mg/cm^2) acumulada a diferentes horas después del corte.....69
4.8.	Valores obtenidos del cuadrado medio de los análisis de varianza y significancia para la fuente genotipos, en cada una de los diferentes horas después del corte.....70
4.9.	Análisis de varianza para la pérdida de agua (CRA) durante el castigo de temperatura.....74
A.1.	Altura de planta (AP) cm.....86
A.2.	Diámetro de tallo (DT) cm.....87

Cuadro No.	Página
A.3.	Área foliar (AF) cm^288
A.4.	Peso seco de tallo (PST) g/planta.....89
A.5.	Peso seco de lámina (PSL) g/planta.....90
A.6.	Peso seco de vaina (PSV) g/planta91
A.7.	Peso seco de flor (PSF) g/planta.....92
A.8.	Peso seco total (PSTOT) gr/planta.....93
A.9.	Índice de área foliar (IAF).....94
A.10.	Tasa de crecimiento (TC) g/día.....95
A.11.	Tasa relativa de crecimiento (TRC) g/día.....96
A.12.	Tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF) cm^2 /día.....97
A.13.	Tasa de asimilación neta (TAN) g/cm día.....98
A.14.	Relación para foliar (RAF) g/cm^2100
A.15.	Peso específico foliar (PEF) g/cm^2101
A.16.	Proporción peso foliar (PPF).....102
A.17.	Duración del área foliar (DAF) cm^2103
A.18.	Duración del peso foliar (DPF) g.....104

Cuadro No.	Pagina
A.19.	Duración del peso del tallo (DPT) g.....105
A.20.	Area foliar específica (AFE) g/cm ²106
A.21.	Eficiencia del área foliar (EAF) g/cm ²107
A.22.	Indice de crecimiento del cultivo (ICC).....108
A.23.	Indice de cosecha (IC).....109
A.24.	Densidad y tamaño de estomas de los genotipos en el haz y en el envés de la hoja, bajo condiciones de temporal.....110
A.25.	Densidad y tamaño de estomas de los genotipos en el haz y envés de la hoja bajo condiciones de riego.....111
A.26.	Datos de contenido relativo de agua (%) antes, después y la pérdida de humedad durante el castigo.....112

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1.	Eficiencia del área foliar (g/cm) en temporal.....	48
4.2.	Eficiencia del área foliar (g/cm) en riego.....	48
4.3.	Índice de cosecha (g/g) en tempo- ral.....	49
4.4.	Índice de cosecha (g/g) en riego.....	49
4.5.	Índice de área foliar (cm/cm) en temporal.....	53
4.6.	Índice de área foliar (cm/cm) en riego.....	53
4.7.	Proporción peso foliar (g/g) en temporal.....	54
4.8.	Proporción peso foliar (g/g) en riego	54
4.9.	Relación área foliar (cm/g) en temporal.....	56
4.10.	Relación área foliar (cm/g) en riego.....	56

Figura No.	Página
4.11. Peso específico foliar (g/cm) en temporal.....	58
4.12. Peso específico foliar (g/cm) en riego	58
4.13. Eficiencia del área foliar (g/cm) en temporal.....	59
4.14. Eficiencia del área foliar (g/cm) en riego.....	59
4.15. Índice de cosecha (g/g) en temporal.....	60
4.16. Índice de cosecha (g/g) en riego.....	60
4.17. Peso de 1000 granos (g) en riego.....	63
4.18. Peso de 1000 granos (g) en tempo- ral.....	63
4.19. Peso de grano por planta (g) en riego.....	64
4.20. Peso de grano por planta (g) en temporal.....	64
4.21. Agua perdida después del corte (mg/mm).....	72
4.22. Agua perdida después del corte (mg/mm).....	72

INTRODUCCION

El maíz para muchos agricultores, principalmente para los de escasos recursos, constituye el principal producto de su dieta alimenticia, por esto y por la poca superficie que puede sembrar el productor temporalero en regiones de escasa precipitación; con casi nada de tecnología, a sus siembras se les ha denominado de autoconsumo.

La sequía es el factor que más afecta a los cultivos agrícolas, ya que en las áreas temporales la única fuente de agua es la escasa precipitación pluvial reflejándose en su baja productividad tanto a nivel nacional como mundial.

Se han realizado diversos estudios sobre las características de las plantas que contribuyen a una resistencia o tolerancia a la sequía, pero a pesar de esto el aspecto fisiológico del uso del agua y sus efectos sobre una mayor producción bajo un déficit de humedad, no son aun suficientemente comprendidos.

Para estudiar la resistencia a sequía, se han diseñado pruebas a nivel laboratorio, invernadero y campo;

los primeros dos pueden resultar más baratos y rápidos, mientras que los métodos de campo resultan tardados y además en ellos no se tiene la seguridad de contar con los períodos de sequía que se requieren; más sin embargo, un trabajo completo será aquel que aproveche al máximo estos tres niveles obteniéndose una investigación con resultados más rápidos y eficientes.

Generalmente en las instituciones que tienen programas de mejoramiento genético con líneas de investigación hacia resistencia a sequía, han tratado de seleccionar progenies que bajo condiciones similares de déficit hídrico presenten buen comportamiento, sin embargo, su repetibilidad no se ha conseguido en la gran mayoría de los casos, no obstante algunos programas de mejoramiento genético han detectado variedades nativas con buen comportamiento productivo bajo severas condiciones de sequía como lo son las variedades: Zacatecas 58 y Michoacán 21 y en otras ocasiones se han generado variedades nuevas por hibridación como el caso del híbrido AN-310 que prospera bien bajo condiciones de sequía.

Sin embargo, hasta la fecha en el híbrido AN-310, se desconoce su principio de adaptación, es por ello que en esta investigación se pretende identificar características que le confieren la habilidad de resistir a la sequía a dicho material,

comparándolo con genotipos susceptibles así como con sus progenitores con los siguientes objetivos:

1. Medir la tolerancia al calor que presentan genocultivares tanto resistentes a sequía como susceptibles al déficit hídrico.
2. Medir la divergencia que presenta el híbrido AN-310, en función de densidad y tamaño de estomas de genotipos no tolerantes a sequía.
3. Medir la capacidad de retención de agua del híbrido AN-310, mediante la práctica de agua retenida en hojas recién cortadas.
4. Medir la velocidad de crecimiento del híbrido AN-310, ya que dada su precocidad puede evadir a la sequía, siendo este un mecanismo de adaptación.

Hipótesis

1. Los genotipos mostraron diferentes resistencia a la desecación al ser sometidos a temperaturas altas, lo cual podría conferir tolerancia al déficit hídrico.

2. La densidad y tamaño de estomas será diferente para los genotipos resistentes y los susceptibles.
3. El genotipo AN-310 presenta mayor capacidad de retención de humedad en hojas cortadas factor relevante que confiere resistencia a la sequía.
4. El análisis de crecimiento mostrará diferencias en el desarrollo de los genotipos, lo cual nos indicará cual de estos será capaz de evadir condiciones ambientales de escasa humedad.

REVISION DE LITERATURA

En la actualidad el concepto de resistencia a sequía involucra diferentes definiciones; si se toma desde un punto de vista agrícola, se define como la capacidad de las plantas cultivadas para producir el rendimiento económico con agua disponible limitada; en cambio desde un punto de vista evolutivo, se define como la capacidad de una especie o planta para sobrevivir eventualmente y llegar a reproducirse bajo condiciones de humedad limitada.

Arnon (1972) por su parte afirma que la palabra sequía no es un concepto uniforme y la define como la habilidad de las plantas para sobrevivir bajo una condición de sequía sin llegar a sufrir daños considerables en sus órganos, además de ser eficientes en el uso del agua disponible.

Desde un punto de vista más general, resistencia a sequía involucra a plantas con diferentes medios o características que les permiten sobrevivir a períodos de tensión hídrica ambiental. Básicamente sobreviven ya que poseen características estructurales o fisiológicas que dan por resultado la desecación foliar total (Kramer, 1974).

En conclusión la resistencia a la sequía se podría definir como la capacidad con que cuentan las plantas para minimizar las pérdidas de productividad, o bien mantener la acumulación de fotosintatos en las partes de importancia económica, bajo una condición de poca disponibilidad de agua en el ambiente.

Kuruvadi (1987) menciona que existen dos mecanismos muy importantes de las plantas que evitan el déficit de agua, los cuales son: a una eficiente extracción del agua del suelo, por medio de un profundo o mejor distribución de sistema radical y la reducción de la pérdida de agua por transpiración, ya que ello proporciona una mejor adaptación de las plantas a regiones semidesérticas.

Soto *et al.* (1984) desde un sentido más general indican que los mecanismos de resistencia a la sequía son: escape a la sequía por medio de la precocidad, mecanismos fisiológicos o morfológicos y por último características generales de la planta.

Turner (1979) identifica tres tipos de resistencia a la sequía en las plantas:

1. Escape a la sequía, que es la habilidad de las plantas para completar su ciclo de vida antes de que exista un déficit considerable de agua

en el suelo de la planta.

2. Tolerancia a la sequía manteniendo potenciales hídricos altos en los tejidos, cuando se presentan períodos largos sin lluvia; por conveniencia a este tipo de tolerancia se le conoce como evitación a la sequía (Levitt, 1972).

3. Tolerancia a la sequía con bajos potenciales hídricos en los tejidos, al presentarse un período sin lluvias.

Blum (1979) por su parte al estar trabajando con sorgo clasifica a los mecanismos de resistencia a la sequía en evitación, tolerancia, sobrevivencia y recuperación.

La clasificación más aceptada en la actualidad es la que divide a los mecanismos en escape, evitación y tolerancia (Levitt, 1972 y Keim y Kronstad, 1981). El primero permite a la planta escapar a la deshidratación, ya que minimiza la interacción, el ciclo de vida se completa antes de que se presente el déficit de humedad (Núñez, 1984). Las plantas que presentan el mecanismo de evitación tienen la habilidad de reducir al máximo la pérdida de agua y de absorber la mayor cantidad posible de ésta, dando una supervivencia (O'toole y Chang, 1979; Kuruvadi, 1987 y

Fisher y Turner, 1978). Las plantas tolerantes tienen la capacidad de resistir la sequía para sobrevivir ya que llegan a producir a pesar de las limitaciones de humedad en la planta (Levitt, 1972).

Normalmente en los cultivos bajo temporal se presentan períodos sin lluvia de aproximadamente 2 a 3 días, hasta 35 días, lo cual se conoce como sequía intraestival o "canícula"; cuando pasa este período y se reanuda la precipitación, las plantas presentan diferentes grados de recuperación, conocido como factor de recuperación, a esto se le considera otro mecanismo de resistencia a la sequía (O'toole y Chang, 1979).

Turner (1979) señala en el Cuadro 2.1 como las características de cada uno de los mecanismos influyen sobre los procesos productivos de las plantas al estar bajo déficit hídrico.

Los mecanismos de adaptación a la sequía se encuentran altamente relacionados con características o adaptaciones morfológicas y estructurales así como con procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas.

Kramer (1974) cita que los procesos de absorción y de transpiración juegan un papel importante para la resistencia a sequía, ya que estos se ven afectados por

Cuadro 2.1. Mecanismos de resistencia a la sequía y su influencia sobre los procesos de fotosíntesis, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento.

Mecanismo	Reducción en los procesos?
<u>Escape a la sequía</u>	
a. rápido desarrollo fenológico	No
b. plasticidad de desarrollo	No
<u>Tolerancia a la sequía con altos potenciales hídricos</u>	
a. Reducción de la pérdida de agua	
1. Incremento en la resistencia estomatal y cuticular	Si
2. Reducción de la radiación absorbida	Si
3. Reducción en el área foliar	Si
b. Mantenimiento del absorbida	
1. Incremento de la densidad y profundidad de raíces	No
2. Incrementando la conductancia de la fase líquida	No
<u>Tolerancia a la sequía con bajos potenciales Hídricos</u>	
a. Mantenimiento de la turgencia	
1. Ajuste osmótico	No
2. Incremento en elasticidad	No
3. Decremento en el tamaño de células	No
b. Tolerancia a la desecación	
1. Tolerancia protoplásmica	Si

factores tales como: la extensión y eficiencia del sistema radical, así como la superficie, disposición y estructura de las hojas y el comportamiento de apertura y cierre estomático.

Turner (1979) indicó que las plantas pueden reducir la pérdida de humedad a través de características que proporcionan una mejor conservación de agua dentro de ellas, para la utilización durante la formación de granos y así poder aumentar el rendimiento y eficiencia en el uso del agua, tales características son: incremento en la capa de cera sobre las hojas; tallos y ramas, aumento de la pubescencia, reducción del área foliar, enrollamiento de las hojas y secamiento de hojas viejas, así como el mecanismo de cierre total o parcial de los estomas.

Begg y Turner (1976) mencionan que el déficit de agua provoca una disminución de todos los procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis, transpiración, respiración, equilibrio hormonal, producción de enzimas, proteínas, aminoácidos, metabolismo del nitrógeno y en consecuencia se impide el crecimiento y desarrollo normal de la planta; se reduce el área foliar, se disminuye el número y tamaño de grano y finalmente se reduce la calidad y rendimiento de grano.

Fisher *et al.* (1981) reportan que la duración del área foliar activa puede ser también un criterio importante en la explicación de las diferencias genéticas para resistencia a sequía. En este respecto realizó un trabajo en maíz, en el cual clasificó a las plantas en forma visual por su necrosis del tejido foliar, tomando los datos hasta la cosecha.

† Levitt (1972) reporta que las plantas con raíces más profundas mostraron mayor tolerancia a la sequía, que plantas con raíces superficiales. Generalmente cuando la amplitud, profundidad y ramificación se incrementa, decrece el déficit de agua en la planta.

✓ Fisher (1981) menciona que la evaluación de variedades bajo condiciones de escasez de agua en el campo mostró que la selección para peso mayor de raíces, estuvo muy relacionado en el incremento del rendimiento bajo un estrés moderado de humedad, mientras que la selección para aumento de longitud de la raíz fue superior bajo condiciones de déficit de humedad severa.

✓ Keim (1981) al trabajar con trigos harineros en invernadero al realizar la evaluación del rendimiento bajo condiciones de temporal, encontró que las diferencias que existían fueron debidas a diferencias en características morfológicas y fisiológicas entre los cultivares.

Debido a que la mayor parte de las tierras que se cultivan en el país son de temporal, se ha hecho un esfuerzo por obtener mayores rendimientos por unidad de superficie bajo esta condición; lo cual sólo es logrado mediante investigaciones encaminadas a conocer los efectos que provoca el déficit de humedad en las plantas y la producción, basados en técnicas y criterios de selección de genotipos más resistentes a la sequía.

Vazquez (1983) indicó que desde el inicio del presente siglo se han emprendido investigaciones para conocer los efectos de la sequía sobre la producción de los cultivos. Para ello se han propuesto técnicas que permitan conocer los efectos de la sequía sobre las plantas. Sin embargo no existe una que esté universalmente aceptada ya que todas presentan ventajas, pero a la vez tienen muchas desventajas. En la actualidad se clasifican en técnicas de laboratorio, invernadero y campo (Muñoz, 1980).

Soto *et al.* (1984) concluyen que al evaluar materiales tolerantes a la sequía, se deberán realizar bajo condiciones de humedad dirigida, siendo ésta una buena alternativa ya que en algunas ocasiones no se presenta una sequía clásica en campo.

Kuruvadi (1987) menciona que las características de plantas que contribuyen a una mejor adaptación en regiones

semidesérticas se deben de estudiar en tres niveles: semilla, plántula y planta adulta. En nivel de semilla una de las mejores pruebas para identificar variedades es determinar el porcentaje de germinación a diferentes presiones osmóticas en polietilenglicol, glucosa, sacarosa, manitol y cloruro de sodio.

A nivel de plántula existen varias pruebas, las cuales son: tolerancia al calor, factor de recuperación y uso eficiente del agua. Para el estudio de nivel planta adulta, existen los de campo (riego-sequía), evaluación de características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas.

A este respecto, la resistencia a sequía en etapa de plántula no está necesariamente correlacionada con las etapas posteriores de desarrollo, aunque esto puede ocurrir (Kilen y Andrew, 1969).

Lewis y Christansen (1979) realizaron una clasificación sencilla de los métodos de mejoramiento para resistencia a sequía como sigue:

1. Métodos indirectos.- Evaluación de los materiales en condiciones regulares de campo.
2. Métodos directos.- Esta categoría de déficit ambiental involucra escoger sitios que represen

ten las condiciones en las cuales se desee evaluar los materiales, así como los métodos de laboratorio, invernadero, campo y aquellos que involucren ingeniería genética.

Muñoz (1980) concluye que para maximizar la selección hay que combinar las tres etapas (laboratorio, invernadero y campo) con los mismos materiales, para así coincidir más con la realidad llevando a la planta al estado adulto en condiciones de campo. En apoyo a esto, trabajos que se han realizado indican que datos obtenidos en laboratorio, están correlacionados con los de campo y por lo tanto cualquiera de ellos pueden ser útiles en un programa de mejoramiento genético (Fisher *et al.* 1981).

Kuruvadi (1987) menciona que existen varias técnicas para clasificar variedades por su grado de resistencia a la sequía, los que a continuación se enlistan:

1. Evaluación de genotipos en condiciones de temporal.
2. Medición de la tasa de fotosíntesis
3. Densidad, tamaño y comportamiento de los estomas
4. Agua retenida en hojas cortadas
5. Medición de la temperatura de la hoja
6. Potencial hídrico en los tejidos
7. Porcentaje de germinación a diferentes

presiones osmóticas.

8. Contenido de prolina, azúcares y actividad enzimática
9. Estudio del potencial del sistema radical
10. Presencia de cutina y pubescencia
11. Enrollamiento de las hojas y área foliar
12. Tolerancia a la marchitez permanente

Sullivan y Ross (1979) sugieren tres criterios que pueden ser usados en la selección de maíces resistentes a sequía: mantenimiento de altos potenciales hídricos en las hojas, control estomatal en la difusión de la pérdida de agua, tolerancia a la desecación y al calor.

Williams *et al.* (1967) presentan tres métodos para medir la tolerancia a sequía en maíz: primero, exposición de plántulas a temperatura de 52°C durante seis horas, seguidas por el conteo de las recuperadas dicha metodología también fue utilizada por Kilen y Andrew (1969); segundo, germinación de semillas en solución de manitol a 15 atmósferas de presión osmótica y selección de los genotipos que muestren más alto porcentaje de germinación; y el tercer método, se someten las plántulas a un período de 14 días de marchitez en invernadero, seguido por un riego de recuperación para así seleccionar las que se recuperen como lo realizaron Muñoz (1978) y Sullivan y Ross (1979).

Muñoz (1978) describe además de la técnica de tolerancia a la marchitez permanente, otra denominada sistema riego-sequía, la cual se realiza en el campo y consiste en evaluar la capacidad de los genotipos para reducir en menor grado su producción al pasar de la condición de humedad favorable (riego) a una desfavorable (sequía).

Las técnicas desarrolladas por los fisiólogos para identificar y seleccionar genotipos con tolerancia a la sequía tienen poca aplicación para los fitomejoradores, debido al reducido número de genotipos que pueden ser evaluado con éstas; se piensa que el verdadero reto es desarrollar metodologías rápidas, con suficiente fundamentación científica que en complementación con las fisiológicas, permitan al fitomejorador aplicar la necesaria presión de selección para así poder identificar genotipos resistentes a sequía (Spechty y Williams, 1978).

Shandu y Laude (1985) en sus trabajos con trigo, determinaron que existía una asociación entre la tolerancia al calor y a la sequía, además presentaba una alta capacidad de retención de agua en hojas cortadas, alta relación entre la parte aérea de la raíz y además altos rendimientos en campo.

Muñoz (1978) describe además de la técnica de tolerancia a la marchitez permanente, otra denominada sistema riego-sequía, la cual se realiza en el campo y consiste en evaluar la capacidad de los genotipos para reducir en menor grado su producción al pasar de la condición de humedad favorable (riego) a una desfavorable (sequía).

Las técnicas desarrolladas por los fisiólogos para identificar y seleccionar genotipos con tolerancia a la sequía tienen poca aplicación para los fitomejoradores, debido al reducido número de genotipos que pueden ser evaluado con éstas; se piensa que el verdadero reto es desarrollar metodologías rápidas, con suficiente fundamentación científica que en complementación con las fisiológicas, permitan al fitomejorador aplicar la necesaria presión de selección para así poder identificar genotipos resistentes a sequía (Spechty y Williams, 1978).

Shandu y Laude (1985) en sus trabajos con trigo, determinaron que existía una asociación entre la tolerancia al calor y a la sequía, además presentaba una alta capacidad de retención de agua en hojas cortadas, alta relación entre la parte aérea de la raíz y además altos rendimientos en campo.

Sullivan y Ross (1979) en su Programa de Sorgo utilizaron una técnica de evaluación de tolerancia a la desecación y al calor basada en la pérdida de electrolitos a partir de discos foliares sumergidos en agua desionizada, después de su exposición a una temperatura de 50-55°C durante un período de 15 minutos.

Muñoz *et al.* (1983) concluyen que el mecanismo de latencia como mecanismo de resistencia a la sequía, no está relacionado con la tolerancia al calor ni con la presión osmótica, pero que si muestra cierta correlación con la tolerancia a la marchitez permanente, con la resistencia de los tejidos a la desecación, basado en un sistema conductor eficiente, diferenciado más pronto, con la mayor sensibilidad estomática bajo sequía, en los genotipos que mostraron resistencia.

Una de las técnicas más sencillas y en la cual se pueden evaluar un gran número de genotipos, es la denominada agua retenida en hojas cortadas, la cual es considerada más precisa que la medición de la temperatura en la hoja y el grado de transpiración (Salim *et al.*, 1969 y Kuruvadi, 1980), concluyendo que se debe de tener el control de la humedad relativa en el ambiente de prueba.

En otros estudios se determinó que existe una asociación entre el área foliar y la pérdida de agua en

hojas cortadas (Kirkham *et al.*, 1980). Posteriormente, Beltrán (1983) analizó características del sistema radical y pérdida de agua en hojas cortadas, en ensayos de sorgo bajo riego y sequía, encontró correlación entre la longitud de la raíz y el rendimiento.

De todas las características morfológicas de las plantas existen dos de gran importancia para el mejorador, las cuales son la raíz que es por donde penetra el agua y los estomas de la hoja que es por donde se pierde.

Los estomas desempeñan dos funciones importantes en la planta: permiten la entrada de CO_2 a la hoja para la realización adecuada de la fotosíntesis y controla la pérdida de agua debido a la transpiración para mantener niveles óptimos de humedad dentro de la planta. Estas funciones son la causa de un dilema para el mejorador, ya que si se reduce demasiado la pérdida de agua, la entrada de CO_2 se verá reducida y habrá una disminución en los procesos metabólicos. (Nuñez, 1984).

Fisher *et al.* (1981) citan que se ha realizado un considerable esfuerzo para la modificación de la respuesta estomática y reducción de la pérdida de agua; refiriéndose a esto se sabe que la tensión hídrica en la planta produce un cierre estomatal, el cual provoca la reducción del abastecimiento de CO_2 para la fotosíntesis y además se

obstaculiza el transporte de los carbohidratos hacia los puntos de almacenamiento (Moss y Rawilins 1963 y Keim y Kronstad, 1981).

Ketellarpar (1963) indica que en las funciones fisiológicas de la planta, los estomas juegan un papel importante, ya que el 90 por ciento de la humedad absorbida se pierde a través de éstos.

Kuruvadi (1980) menciona que el tamaño y la densidad de los estomas por unidad de superficie de la hoja influyen en tres procesos fisiológicos de importancia: fotosíntesis, transpiración y la respiración; concluye que en general las variedades con menor densidad de estomas son tolerantes a la sequía.

Kuruvadi (1983) realizó un trabajo sobre estomas evaluando 14 variedades de trigo harinero, utilizando para su estudio presiones realizadas con una goma transparente sintética de Ranson. El conteo de los estomas se realizó en cinco campos del microscopio por hoja; la longitud y el ancho se realizó por ambos lados de la hoja mediante la ayuda de un micrómetro. Los resultados que obtuvo fueron que las variedades susceptibles a la sequía, tuvieron mayor densidad de estomas que las variedades resistentes.

Dobrenz *et al.* (1969) no encontraron asociación significativa entre el uso eficiente del agua y la densidad de estomas en la evaluación de seis clones de pasto azul. El conteo fue realizado en impresiones hechas con silicón; concluyeron que fue menor la densidad de estomas de diferentes partes de la hoja (ápice, parte media y la base).

Leugg y Sinclar (1979) estudiaron la frecuencia de estomas en variedades de soya, encontraron que existían diferencias entre éstas. En otro estudio similar realizado con 43 variedades de soya, se encontraron diferencias significativas entre la densidad promedio de estomas del haz y envés de la hoja. (Chia y Brum, 1973).

Miskin *et al.* (1972) en su trabajo realizado con cebada, determinaron que con una reducción del 25 por ciento de la frecuencia estomatal se redujo un 24 por ciento a la tasa de transpiración; concluyeron que las líneas de cebada con baja frecuencia de estomas, transpiran menos que las que mostraron alta frecuencia estomatal.

Miskin y Rasmusson (1970) indicaron que la densidad de estomas, el tamaño y proporción en haz y envés de la hoja, son altamente heredables y que por lo tanto pueden ser manipulados genéticamente en programas de mejoramiento.

Como se mencionó con anterioridad, el efecto que provoca el estrés hídrico en las plantas es una reducción de todos los procesos fisiológicos, siendo el de mayor importancia la fotosíntesis, la cual afecta directamente la acumulación de materia seca y rendimiento; el análisis de crecimiento nos permite evaluar el desarrollo de los genotipos bajo condiciones de estrés hídrico y poder determinar cual de los parámetros fisiotécnicos es el de mayor importancia para la resistencia a la sequía.

Crofts *et al.* (1971) mencionan que el crecimiento de las plantas es producto de cuatro procesos independientes: fotosíntesis, movilización de fotosintatos, absorción de nutrientes por la raíz y la transpiración. Ellos estimaron que entre un 93 por ciento de la materia seca es producto de la fotosíntesis y el 7 por ciento restante es una contribución de minerales.

Wallace *et al.* (1972) concluyeron que un buen proceso fotosintético y una efectiva capacidad de distribución de los fotosintatos hacia las partes de importancia económica, son la base del éxito en la producción de los cultivos. Esto se ve reflejado también en cultivos que a pesar de estar bajo condiciones críticas de humedad logran obtener una buena producción.

Fisher *et al.* (1981) mencionan que la resistencia a la sequía de algunos híbridos estuvo relacionada con la menor acumulación de área foliar y un intervalo más corto entre la antesis media y la brotación media de los estigmas.

Donald y Hamblin (1976) definen el índice de cosecha como la relación entre el rendimiento económico y el rendimiento biológico total y mencionan que este índice se ve afectado en forma drástica por la sequía, dosis de nitrógeno y densidad de población y que genotipos que presenten un índice de cosecha alto bajo condiciones de déficit hídrico, son más eficientes en la translocación y repartición de fotosintatos.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en su totalidad dentro de las instalaciones y campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Situada a los $25^{\circ}22'44''$ latitud norte y $101^{\circ}02'00''$ longitud oeste, a una elevación de 1743 msnm. Las condiciones climáticas durante el transcurso de este trabajo se muestran en el Cuadro 3.1.

Los materiales utilizados en el presente estudio fueron 12 genotipos con diferente grado de resistencia a la sequía, de diversa constitución genética y de características agronómicas variables; estos materiales fueron proporcionados por diferentes instituciones. Los genotipos y su descripción general se señalan en el Cuadro 3.2; dentro de estos materiales se incluyó al híbrido AN-310 con la finalidad de determinar las características que le confieren habilidad para prosperar bajo condiciones de déficit hídrico.

Para el logro de los objetivos planteados, se dividió este trabajo en dos etapas: de invernadero y de campo.

Cuadro 3.1. Datos climáticos durante los meses de junio a noviembre de 1988.. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Evaporación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Junio	31.3	10.0	20.2	21.6	202.17
Julio	28.8	12.2	20.4	146.6	150.66
Agosto	21.3	12.8	20.1	130.5	147.43
Septiembre	28.2	4.0	17.6	148.0	161.57
Octubre	30.0	4.5	15.6	5.7	115.85
Noviembre	29.0	-1.8	15.2	4.6	190.08

Cuadro 3.2. Descripción de los genotipos involucrados en la presente investigación.

Genotipo	Descripción
AN-310	(AN ₂ xAN ₂₀)xVS-201, con excelente comportamiento en temporal.
AN ₂ xAN ₂₀	Cruza simple (♂ del AN-310)
VS-201M	Variedad sintética mejorada (♂ del AN-310)
AN ₂	Línea endogámica a nivel S ₇
AN ₂₀	Línea endogámica a nivel S ₇
Compuesto Nepo	Mezcla genética para valles altos
Compuesto Norteño	Mezcla genética de maíces precoces del norte de México
Michoacán 21	Colección de maíces tolerantes a sequía
AN-447	Híbrido triple con excelente comportamiento bajo riego
AN-430R	Híbrido doble para el Bajío Mexicano.
Zac-58	Variedad sintética adecuada para zonas de temporal crítico.
Criollo regional	Material con amplia variabilidad genética resistente a sequía.

Etapa de Invernadero

Esta etapa fue desarrollada del mes de julio a noviembre de 1989 en los invernaderos de la Universidad, sometiéndose los genotipos a dos pruebas que se describen a continuación:

Tolerancia al Calor

Este experimento fue establecido bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y 12 genotipos; teniendo como parcela útil a 10 plántulas por parcela.

Para esta prueba se sembraron 20 semillas por genotipo, colocándolas en grupos de cuatro en un total de cinco botes de carton de 20 cm de profundidad por 52 cm² de superficie; los cuales fueron llenados con dos partes de tierra y una de arena (mezcla que fue desinfectada); posteriormente cuando se tuvo una emergencia uniforme se aclaró, dejando las dos mejores plántulas por bote. Aparte del riego para emergencia se dieron otros dos de 200 ml por bote a intervalos de 10 días entre estos.

Cuando las plántulas presentaron de cuatro a cinco hojas liguladas, se trasladaron al laboratorio y ahí se les procedió a determinar el contenido relativo de agua (CRA), de acuerdo a la metodología presentada por Aguilera y

Martínez (1980) como sigue: se toman 10 discos foliares, los cuales se pesan inmediatamente para obtener el peso fresco, enseguida se ponen en agua destilada durante 5 hr para su saturación, obteniéndose así el peso de saturación de los discos, finalmente se llevaron a una temperatura constante de 72°C por un período de 24 hr y así poder obtener el peso seco y de acuerdo a la siguiente fórmula se determinó el CRA:

$$\text{CRA} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{Psat} - \text{PS}} \times 100$$

donde:

PF = peso fresco de los discos foliares

PS = peso seco de los discos foliares

Psat = peso saturado de los discos foliares

Después de haber obtenido los 10 discos foliares por parcela se procedió a meter las plántulas en una estufa a una temperatura constante de 52°C durante un período de 6 hr, después de haber transcurrido este tiempo se repitió la determinación del CRA con otros 10 discos foliares; teniendo de esta manera la posibilidad de poder comparar cual de los genotipos resistió más la pérdida de humedad en sus tejidos durante el castigo del calor.

Después de lo anterior, se regresaron las plántulas al invernadero para someterlas a un período de recuperación, bajo condiciones de humedad y temperatura normales (20-25°C).

Agua Retenida en Hojas Cortadas

Este experimento fue establecido bajo un diseño bloques al azar con seis repeticiones, siendo la parcela experimental de 10 plantas y la parcela útil de cinco plantas tomadas al azar de cada uno de los 12 genotipos de cada repetición.

Para esta prueba se sembraron 30 semillas por genotipo, colocándolas en un grupo de tres en total de 10 botes de cartón de 20 cm de profundidad y 52 cm² de superficie, que contenían una mezcla de dos partes de tierra y una de arena la cual fue desinfectada, a los ocho días después de la siembra, se realizó un aclareo dejando sólo la mejor plántula por bote.

Se realizaron riegos conforme a la necesidad de cada genotipo, aplicándose éste cuando presentaba síntomas ligeros de marchitez (hojas poco enrolladas), también se aplicó una dosis de fertilizante de 120-40-00 proporcional a cada planta.

Cuando los genotipos se encontraban en la etapa de floración, se muestrearon al azar cinco plantas de cada parcela, cortando la hoja de la base de la mazorca, siendo este corte aproximadamente un cm debajo de la lígula, inmediatamente después se selló la herida con parafina, se les midió el área foliar y se pesaron las cinco hojas de cada parcela, siendo éste el peso inicial, posteriormente se siguieron pesando las hojas cada 6 hr hasta las 24 hr y de ahí en adelante cada 12 hr hasta completar 72 hr para concluir con esta metodología.

Posteriormente se determinaron diferencias de pesos entre el peso inicial y los demás pesos, se realizó un ajuste del agua perdida por cm^2 de área foliar para estandarizar a todos los genotipos y así poder realizar una comparación entre éstos para determinar cual de ellos retiene más la humedad después de haber sido cortadas las hojas.

Etapa de Campo

Esta etapa fue establecida en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el ciclo primavera-verano de 1988 bajo dos condiciones de humedad (riego y temporal), el diseño utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones y 12 genotipos, la parcela experimental estuvo constituida por cinco surcos de 12 m de largo, la parcela útil fue de 24

plantas con competencia completa.

Se sembraron tres semillas por mata a una distancia de 30 cm entre plantas y 80 cm entre surcos teniendo una densidad de 41,667 plantas por hectárea en temporal y de 20 cm entre plantas por 80 cm entre surcos para tener una densidad de 62,500 plantas por hectárea en riego; posteriormente se aclaró dejando sólo una planta por mata en ambas condiciones de humedad.

La fecha de siembra fue el 15 de junio de 1988 ya que se pretendía hacerla coincidir con la precipitación del temporal de ese año, mas sin embargo esto no fue posible por un retraso considerable en las lluvias, por lo tanto la siembra se tuvo que realizar bajo condiciones de humedad después de un riego de presiembra realizado el nueve de junio. Posteriormente se realizó un riego de postsiembra para uniformizar la emergencia de los ocho días después de la siembra en riego y a los nueve en temporal. La fertilización se realizó a los tres días después de la siembra aplicándose 65 unidades de nitrógeno, 40 unidades de fósforo y cero unidades de potasio; las fuentes fueron urea al 46 por ciento de nitrógeno y superfosfato triple al 46 por ciento de fósforo.

Una aplicación complementaria de 65 unidades de nitrógeno se realizó el 26 de junio junto con el primer

escarda, las demás labores de manejo del cultivo fueron de acuerdo a las recomendadas por el Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario Castro Gil" de esta Universidad.

La aplicación de agua en la condición de riego no fue necesaria en las primeras etapas del cultivo debido a un exceso de la precipitación, la única diferencia de esta condición con la de temporal fueron dos riegos aplicados a partir de la etapa de llenado de grano.

Toma de Datos

Análisis de Crecimiento.

Los muestreos realizados se hicieron a lo largo del ciclo del cultivo tomando en cuenta el de cada uno de los genotipos, siendo estos muestreos un total de cuatro, coincidiendo el primero con la etapa vegetativa, el segundo con la floración, el tercero con el llenado de grano y el último con la madurez fisiológica. Se tomaron para cada muestreo seis plantas con competencia completa por parcela, en las cuales se determinaron las siguientes características:

Altura de Planta:

Se obtuvo de cada una de las seis plantas muestreadas, midiendo desde la base del tallo hasta la

lígula de la última hoja ligulada.

Diámetro del Tallo:

Esta medición se realizó con un Vernier tomándose en la base del tallo cada uno de las plantas.

Area Foliar:

Se midió el largo por el ancho de la parte central de cada una de hojas verdes de cada planta muestreada, posteriormente se determinó el área foliar mediante la siguiente expresión:

$$AF = (L \times A) (K)$$

donde:

L = largo de cada hoja (de la lígula al ápice)

A = ancho de la parte central de cada hoja

K = factor de corrección igual a .75

Peso Seco por Organos:

Las plantas muestreadas se dividieron cada una en sus órganos (lámina, vaina, tallo, flor), sin considerar la raíz, posteriormente se llevaron a peso seco constante por medio de secado en una estufa y en un asoleadero.

Componentes de Rendimiento

En la etapa de madurez fisiológica se cosecharon 20 mazorcas de plantas con competencia completa de cada parcela, en las cuales se determinaron las siguientes características:

Longitud de Mazorca:

De las 20 mazorcas cosechadas por parcela, se seleccionaron al azar 20 mazorcas, a las cuales se les midió la longitud desde la base hasta la punta, obteniendo después un promedio por mazorca.

Número de Granos por Mazorca:

De las 10 mazorcas seleccionadas al azar se les contó el número de hileras, obteniendo un promedio de hileras por mazorca. A cinco hileras de cada mazorca se les contó el número de granos sacando el número de granos por hilera y por último la multiplicación de granos por mazorca por el número de hilera por mazorca dio el resultado de número de granos por mazorca.

Profundidad de Grano:

Para esta característica fue necesario medir con un Vernier el diámetro de la mazorca y el cono del olote del

total de las 10 mazorcas seleccionadas para así determinar la profundidad de grano mediante la siguiente expresión:

$$\text{Profundidad de grano} = \frac{\text{Ancho de mazorca} - \text{Ancho de olote}}{2}$$

Peso de Grano:

Después de haber realizado las mediciones anteriores, se desgranaron las 20 mazorcas cosechadas por parcela y se pesó el grano del total de éstas en una báscula analítica, se sacó una muestra de aproximadamente 200 g y se determinó el por ciento de humedad con el aparato medidor, posteriormente se estandarizaron todos los pesos de las parcelas al 15.5 por ciento de humedad.

Peso de 1000 Granos:

Después de haberse determinado el peso de grano de cada parcela, se tomaron al azar 1000 granos, los cuales se pesaron en una báscula analítica.

Por Ciento de Olote:

Además del peso de grano por parcela, se pesó el olote de cada una de éstas y mediante la siguiente expresión se determinó el por ciento de olote:

$$\text{Por ciento de olote} = \frac{\text{Peso de olote}}{\text{Peso de grano}} \times 100$$

Densidad y Tamaño de Estomas

En la etapa de floración de los genotipos, se seleccionaron seis plantas al azar con competencia completa de cada parcela, de las cuales se cortó en forma transversal un segmento de aproximadamente 6 cm de ancho de la parte del centro de la hoja que corresponde a la mazorca, inmediatamente fueron colocadas dentro de una solución fijadora y conservadora (FAA).

Las muestras de cada parcela fueron llevadas al laboratorio, en donde con la ayuda de microscopio y micrómetro, procediendo de la siguiente manera para determinar la densidad y tamaño de los estomas:

1. Se colocó en el microscopio el ocular y el portaobjetos del micrómetro. A la escala del ocular se le denominó "Y" y a la del portaobjetos "X".
2. Se hizo coincidir las dos líneas de los dos ceros de ambas escalas y se buscó cuál línea de la escala "Y" más próxima a los ceros coincide a la escala "X" y se anotó el valor de cada línea.

3. Posteriormente con los valores anteriores y mediante la siguiente expresión se determinó el valor micrométrico en mm:

$$\text{Valor micrométrico } (v\mu) = \frac{\text{Valor de la escala "X"}}{\text{Valor de la escala "Y"}}$$

4. Una vez que se determinó el valor micrométrico se procedió a obtener una pequeña parte de la epidermis del haz y del envés de cada una de las muestras con la ayuda de una navaja delgada para colocarse en un portaobjetos.
5. Las preparaciones de la epidermis del haz y el envés se montaron en el microscopio para ser observados con el ocular 10x del micrómetro y el objetivo de 40x.
6. Se observaron cinco campos de cada una de las dos preparaciones, en las cuales se contó el número de estomas completos que se visualizaban por campo.
7. De cada una de las preparaciones se seleccionaron al azar cinco estomas de los cuales se midieron a lo largo con la ayuda de la escala del ocular, posteriormente se multiplicó el número de espacios que ocupa el largo del

la longitud en micras.

Parámetros Fisiotécnicos

La estimación de los parámetros fisiotécnicos se realizó con los datos reales de las características de peso seco total (ps) y el área foliar (A) por planta en cada uno de los muestreos (t), según Radford (1967) y Fakorede y Mock (1980).

Los parámetros calculados en este estudio fueron en base a la media de una entrada (parcelas) y en base a genotipos; éstos y sus unidades se presentan a continuación:

Índice de crecimiento del cultivo (Icc)

$$Icc = \frac{(PS_2 - PS_1)}{(t_2 - t_1)AT} \text{ gcm}^{-2} \text{ días}^{-1}$$

donde:

AT = área del terreno que ocupa cada planta

Índice de área foliar (IAF)

$$IAF = \frac{AF}{AT}$$

Tasa de crecimiento (TC)

$$TC = \frac{PS_2 - PS_1}{t_2 - t_1} \quad g \text{ día}^{-1}$$

Tasa relativa de crecimiento (TRC)

$$TRC = \frac{\log PS_2 - \log PS_1}{t_2 - t_1} \quad g \text{ g}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

Tasa de asimilación neta (TAN)

Para el cálculo de este parámetro fue necesario determinar el tipo de relación entre el peso seco total (PS) y el área foliar (A) de los genotipos a través de los muestreos, para calcular la fórmula propuesta por Radford (1967) bajo el siguiente supuesto:

Parámetro	Suposición
$TAN = \frac{PS_2 - PS_1}{A_2 - A_1} \frac{\log A_2 - \log A_1}{t_2 - t_1}$	$PS = c + bA \quad g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$

Duración del área foliar (DAF)

$$DAF = \frac{(A_2 + A_1) / (t_2 - t_1)}{2} \quad \text{cm}^2 \text{ día}^{-1}$$

Relación del área foliar (RAF)

$$RAF = \frac{1}{2} \left(\frac{A_n}{PS_n} \right) + \left(\frac{A_{n+1}}{PS_{n+1}} \right) \quad \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

Tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF)

$$\text{TRCF} = \frac{(\log A_2 - \log A_1)}{t_2 - t_1} \quad \text{cm}^2 \quad \text{cm}^{-2} \quad \text{día}^{-1}$$

Peso específico foliar (PEF)

$$\text{PEF} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\text{PF}_1}{A_1} \right) + \left(\frac{\text{PF}_2}{A_2} \right) \right] \quad \text{cm}^2 \quad \text{g}^{-1}$$

donde:

PF = peso foliar

Proporción peso foliar (PPF)

$$\text{PPF} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\text{PF}_n}{\text{PS}_n} \right) + \left(\text{PF}_{n+1} \right) \right]$$

Area foliar específica (AFE)

$$\text{AFE} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{A_n}{\text{PF}_n} \right) + \left(A_{n+1} \right) \right] \quad \text{cm}^2 \quad \text{g}^{-1}$$

Duración del peso foliar (DPF)

$$\text{DPF} = \sum_{i=1}^n (\text{PF})_i \quad \text{g}$$

Duración del peso del tallo (DPT)

$$\text{DPT} = \sum_{i=1}^n (\text{PT})_i \quad \text{g}$$

donde:

PT = peso de tallo

Además de los parámetros anteriores, en el cuarto muestreo (madurez fisiológica) se calcularon a partir del rendimiento económico (RE), el biológico (RB) y las áreas foliares (A), los siguientes:

Índice de cosecha (IC)

$$IC = \frac{RE}{RB}$$

Eficiencia del área foliar (EAF)

$$EAF = \frac{RE}{AII} \quad \text{g cm}^{-2}$$

donde:

AII = área foliar de antesis

Análisis Estadístico

Etapa de Campo

Con los datos obtenidos de las variables de parámetros fisiotécnicos, componentes de rendimiento, tamaño y densidad de estomas, se realizaron las siguientes pruebas:

1. Prueba de homogeneidad y varianza de Bartlett.
2. Prueba de normalidad de Shapiro y Wilk.
3. Prueba de no aditividad.

Posteriormente a las variables que no cumplieron con alguno de los anteriores supuestas, se procedió a realizar una transformación según el caso.

Así con los datos obtenidos después de lo anterior, se procedió a realizar el análisis de varianza para cada una de las variables, respetando el muestreo y condición de humedad, bajo el siguiente modelo estadístico de bloques al azar.

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, g \text{ (genotipo)}$$

$$j = 1, 2, \dots, r \text{ (repetición)}$$

$$\xi_{ij} \sim N_1(0, \sigma^2)$$

donde:

Y_{ij} = variable observada del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición

μ = efecto de la media general

δ_i = efecto del i -ésimo genotipo

β_j = efecto de j -ésima repetición

ξ_{ij} = efecto del error experimental

El análisis de varianza para este modelo lineal se muestra en el Cuadro 3.3 en el cual se considera como modelo tipo I (aleatorio).

Cuadro 3.3. Componentes del análisis de varianza de bloques al azar.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Esperanzas de cuadrados medios
Repeticiones	$(r-1)$	M_3	$\sigma_e^2 + g\sigma_r^2$
Genotipos	$(g-1)$	M_2	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Error exp.	$(r-1)(g-1)$	M_1	σ_e^2
Total	$rg-1$		

U A A A N

00326

RESULTADOS Y DISCUSION

Así como se realizó la conducción de este trabajo; los resultados obtenidos de la etapa de campo e invernadero se presentan a continuación:

Etapa de Campo

Análisis de Crecimiento

Los datos obtenidos de las características altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), área foliar (AF), peso seco de tallo (PST), peso seco de lámina (PSL), peso seco de vaina (PSV), peso seco de flor (PSF) y peso seco total (PSTOT) se muestran en los Cuadros A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 y A8 del Apéndice respectivamente.

A partir de los datos anteriores y considerando las fecha de cada uno de los cuatro muestreos se realizó el cálculo de parámetros fisiotécnicos en cada una de las condiciones de humedad (riego y temporal), teniendo así: el índice de área foliar (IAF), tasa de crecimiento (TC), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF), tasa de asimilación neta (TAN), relación área

foliar (RAF), peso específico foliar (PEF), proporción peso foliar (PPF), duración del área foliar (DAF), duración del peso foliar (DPF), duración del peso del tallo (DPT), área foliar específica (AFE), eficiencia del área foliar (EAF), índice de crecimiento del cultivo (ICC) e índice de cosecha (IC) los que se concentraron en los Cuadros A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22 y A23 del apéndice.

Los datos de los parámetros se analizaron en un diseño de bloques al azar; los resultados para la condición de riego y temporal en los cuatro muestreos se presentan en el Cuadro 4.1., donde se observa que en la condición de riego para la fuente de variación genotipos, se presentó una diferencia altamente significativa para los parámetros ICC, IAF, TC, TRC, TAN, DAF, RAF, TRCF, PPF, AFE y DPF; para el parámetro DPT solo diferencia significativa, dentro del primer muestreo. En el segundo muestreo existió diferencia altamente significativa para todos los parámetros. En el tercer muestreo se observó que no existió diferencia significativa para los parámetros ICC, TC, TRC, TAN, TRCF y diferencia altamente significativa para IAF, DAF, RAF, PEF, PPF, AFE, DPF y DPT. En el cuarto muestreo el análisis mostró que para los parámetros ICC, TRC, TRCF no existió diferencia significativa; para TAN diferencia significativa y para el IAF, TC, DAF, RAF, PEF, PPF, AFE, DPF, DPT, EAF e IC existió diferencia altamente significativa.

Cuadro 4.1. Significancias para la fuente genotipos de los análisis de varianza para los parámetros a través de los muestreos en riego y temporal.

Parámetro	Riego				Temporal			
	Muestreos				Muestreos			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
ICC	**	**	ns	ns	**	ns	ns	**
IAF	**	**	**	**	**	**	**	**
TC	**	**	ns	**	**	ns	ns	**
TRC	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
TAN	**	**	ns	*	**	ns	ns	ns
DAF	**	**	**	**	**	*	**	**
RAF	**	**	**	**	*	ns	ns	*
TRCF	**	**	ns	ns	**	*	ns	ns
PEF	**	**	**	**	**	ns	ns	ns
PPF	**	**	**	**	**	**	**	**
AFE	**	**	**	**	**	ns	**	**
DPF	**	**	**	**	**	**	**	**
DPT	*	**	**	**	**	**	**	**
EAF	--	--	--	**	--	--	--	**
IC	--	--	--	**	--	--	--	*

*, **, Significativo a una probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

ns, indica no diferencia significativa

Para la condición de temporal se observa que para la fuente de variación genotipos en el primer muestreo, todos los parámetros presentan diferencia altamente significativa. En el segundo muestreo no existió diferencia significativa para el ICC, TC, TRC, TAN, RAF, PEF y AFE; para los

parámetros IAF, PPF, DPF, DPT se observó diferencia altamente significativa y para la DAF y TRCF diferencia significativa. Los resultados del tercer muestreo presentan una diferencia altamente significativa para los parámetros IAF, DAF, PPF, AFE, DPF y DPT; no encontrándose diferencia significativa para ICC, TC, TRC, TAN, RAF, TRCF y PEF. Para el último muestreo los resultados indican diferencia altamente significativa para los parámetros ICC, IAF, TC, DAF, PPF, AFE, DPF, DPT, EAF, IC y para la TRC, TAN, TRCF, PEF, diferencia no significativa y sólo para la RAF diferencia significativa.

Del cuadro anterior se observa que en la mayoría de los parámetros en donde se involucra el área foliar, peso foliar y peso de tallo existe diferencia significativa a través de la mayoría de los cuatro muestreos para las dos condiciones de humedad; lo cual indica que el área foliar se puede considerar como un criterio importante en la clasificación de materiales resistentes y susceptibles a la sequía, como lo menciona Kuruvadi (1987).

Además se puede observar que comparando ambas condiciones de humedad, se tiene que para la condición de riego todos los parámetros muestran diferencia significativa hasta el segundo muestreo, pero para la condición de temporal dichas diferencias sólo se muestran en el primero, lo cual nos indica que los genotipos en condiciones

desfavorables no muestran diferencias a partir de la etapa de floración, con excepción de los parámetros IAF, DAF, PPF, DPF y DPT.

Cabe aclarar que a pesar de que el análisis de varianza mostró diferencias entre los parámetros, a partir del segundo muestreo entre ambas condiciones de humedad, se sabe de antemano que la diferencia entre éstas se debió a dos riegos dados a partir de el tercer muestreo. Esto nos indica que de haber existido diferencias desde las primeras etapas del ciclo del cultivo, se tendría una información más completa.

Los coeficientes de variación para cada uno de los parámetros fisiológicos para las dos condiciones de humedad, a través de los muestreos, se muestran en el Cuadro 4.2.

Debido a que existieron diferencias significativas para la fuente de variación genotipos para los parámetros fisiológicos, se procedió a realizar dos tipos de gráficas para observar el desarrollo de los genotipos en las dos condiciones de humedad; unas incluyendo al híbrido AN-310 en comparación con el resto de los materiales con excepción de sus progenitores VS-201, AN₂₀, AN₂ y AN₂₀ x AN₂ y otros comparando al híbrido AN-310 con todos sus progenitores. Dichas gráficas fueron realizadas para cada uno de los parámetros mencionados con anterioridad.

Cuadro 4.2. Coeficientes de variación (%) de los análisis de varianza para los parámetros a través de los muestreos en riego y temporal.

Parámetro	Riego Muestreos				Temporal Muestreos			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
ICC	40.9	23.8	117.8	45.9	27.9	45.3	195.0	69.3
IAF	21.4	6.6	16.3	15.3	24.2	12.1	10.9	18.5
TC	28.0	24.8	119.6	46.1	34.2	29.1	91.2	69.1
TRC	13.9	15.2	137.7	74.4	18.3	33.0	89.7	95.3
TAN	13.6	16.9	160.9	61.4	14.9	32.0	104.2	79.5
DAF	21.4	1.3	12.7	11.9	6.0	4.5	11.7	1.8
RAF	10.4	8.5	16.3	4.2	15.9	4.4	4.7	15.2
TRCF	3.2	32.9	193.9	35393.9	3.5	52.7	802.2	317.9
PEF	15.7	10.4	8.9	8.2	16.9	17.8	25.8	18.8
PPF	29.5	19.6	17.6	9.9	27.9	28.4	10.8	19.0
AFE	21.3	1.3	15.7	14.5	23.1	5.52	2.9	18.0
DPF	29.5	16.8	11.5	11.7	30.0	6.6	23.2	15.7
DPT	67.1	8.72	24.2	18.1	60.0	9.4	25.4	6.9
EAF	--	--	--	38.1	--	--	--	41.0
IC	--	--	--	23.8	--	--	--	34.3

En la Figura 4.1 la cual representa al parámetro eficiencia del área foliar (EAF) bajo la condición de temporal, se observa que el híbrido AN-310 es superior que los híbridos considerados para riego AN-430 y AN-447, pero superado éste por los genotipos compuesto norteño y criollo de poleo. En cuanto a la Figura 4.2 que representa a los genotipos bajo la condición de riego, se observa que el híbrido AN-310 sólo fue superado ligeramente por el Zacatecas 58 seguido por el compuesto Nepo; al igual que en la condición de temporal los genotipos con menor EAF son los híbridos para riego AN-447 y AN-430.

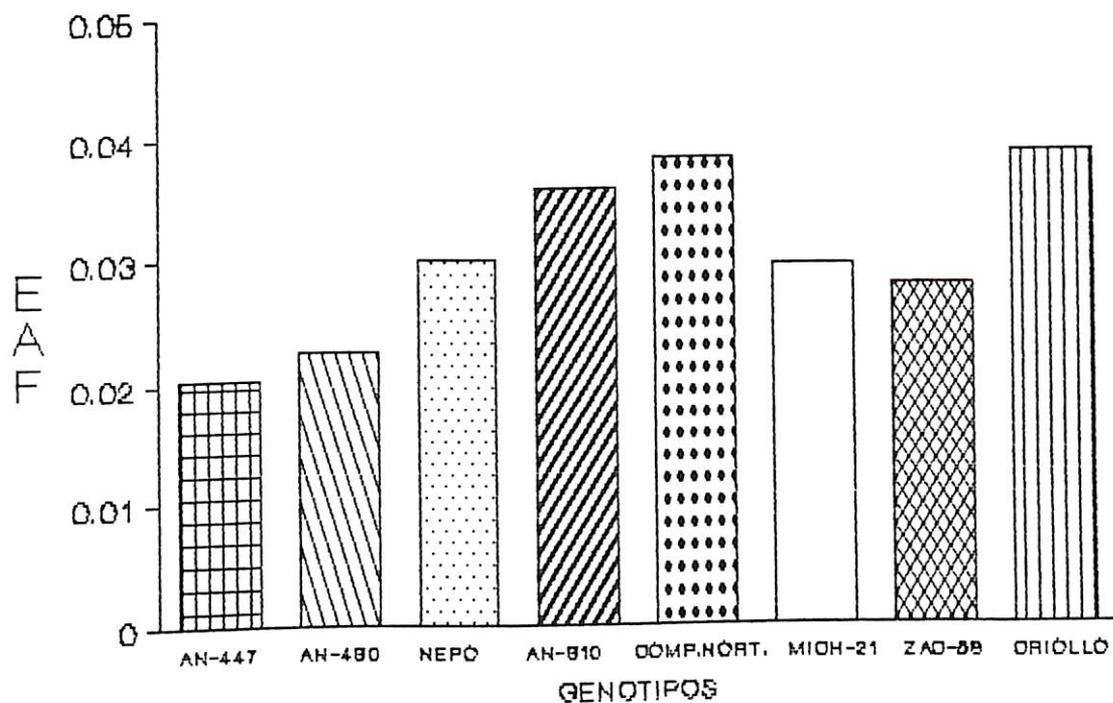


Figura 4.1. Eficiencia del área foliar (g/cm²) en temporal.

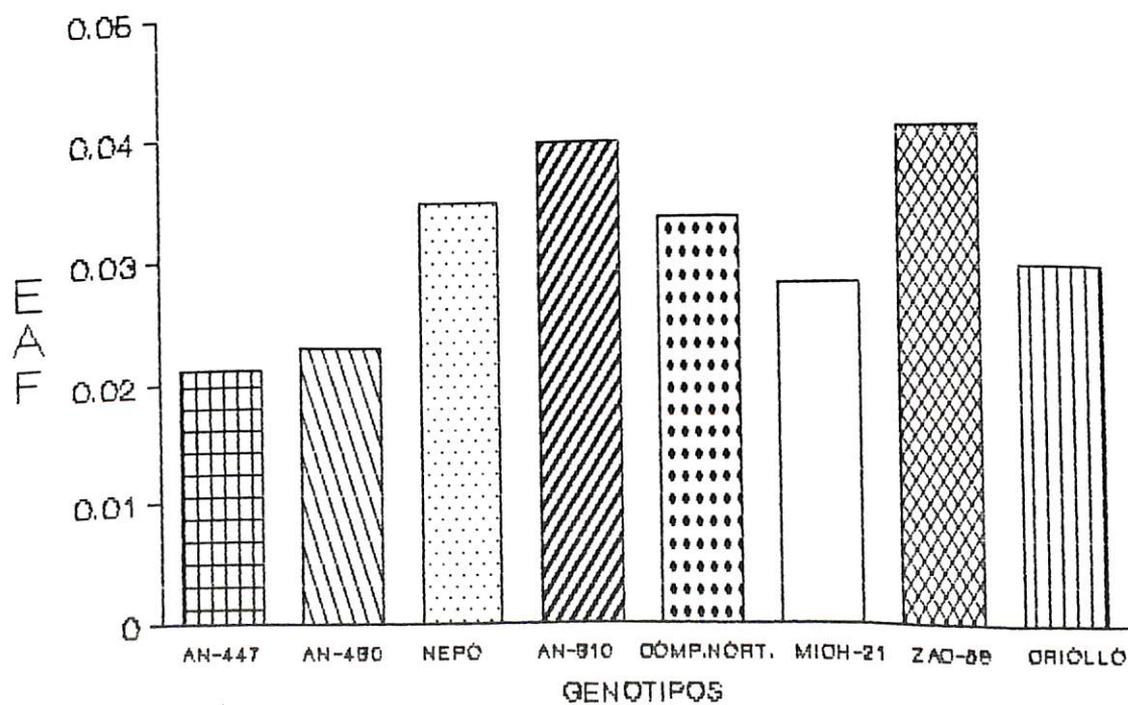


Figura 4.2. Eficiencia del área foliar (g/cm²) en riego.

Lo anterior nos indica que los materiales resistentes a sequía, presentan una mayor eficiencia que los susceptibles para la acumulación de peso hacia las partes económicas, a partir del área foliar existente al momento de la antesis, considerándose esto como la base en la producción de los cultivos (Wallace *et al.*, 1972) se puede considerar como un parámetro relevante para la resistencia a la sequía.

Otra de las gráficas en la cual sobresale el híbrido AN-310 es la que representa al índice de cosecha (Figuras 4.3 y 4.4 para temporal y riego respectivamente) en las cuales se observa que este híbrido mostró valores muy cercanos a los obtenidos por los híbridos para riego AN-447 y AN-430.

Estos resultados del índice de cosecha nos corroboran que el híbrido AN-310 considerado en este estudio como resistente a sequía, aprovecha mejor sus partes vegetativas para la producción de carbohidratos que se translocan hacia las partes de importancia económica de la planta como lo menciona Donald y Hamblin (1976) y que por lo tanto este híbrido debido a esto prospera favorablemente bajo condiciones de temporal.

De todos los resultados obtenidos en esta parte del trabajo, se puede decir que el híbrido AN-310 cuenta con un

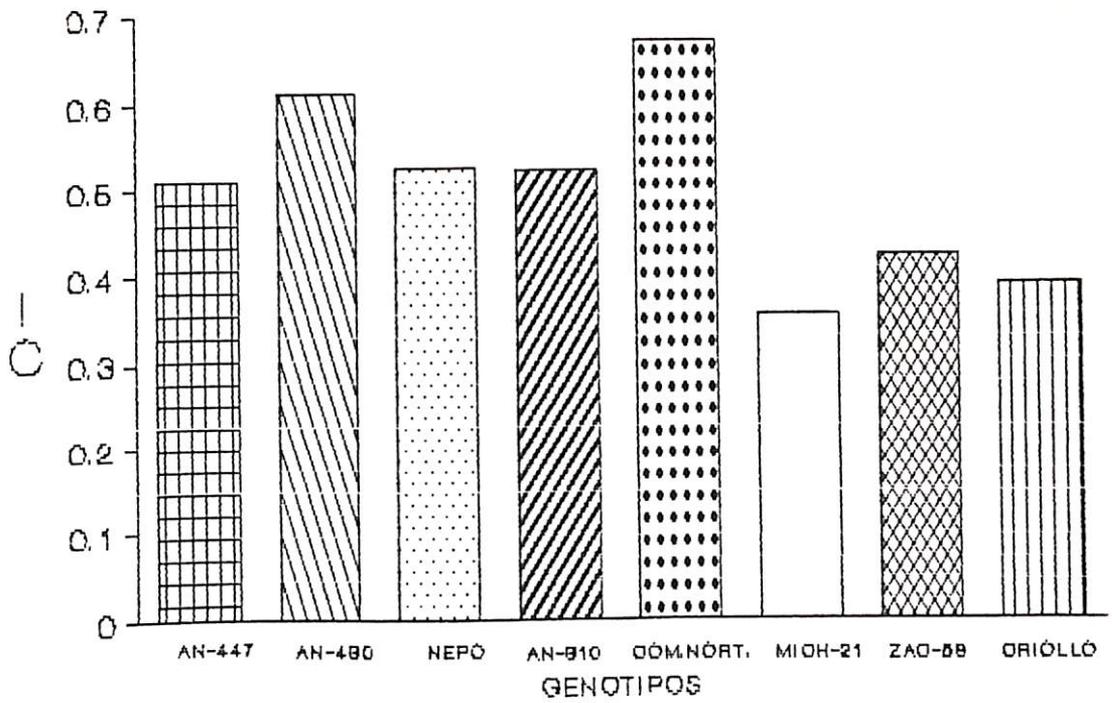


Figura 4.3. Índice de cosecha (g/g) en temporal.

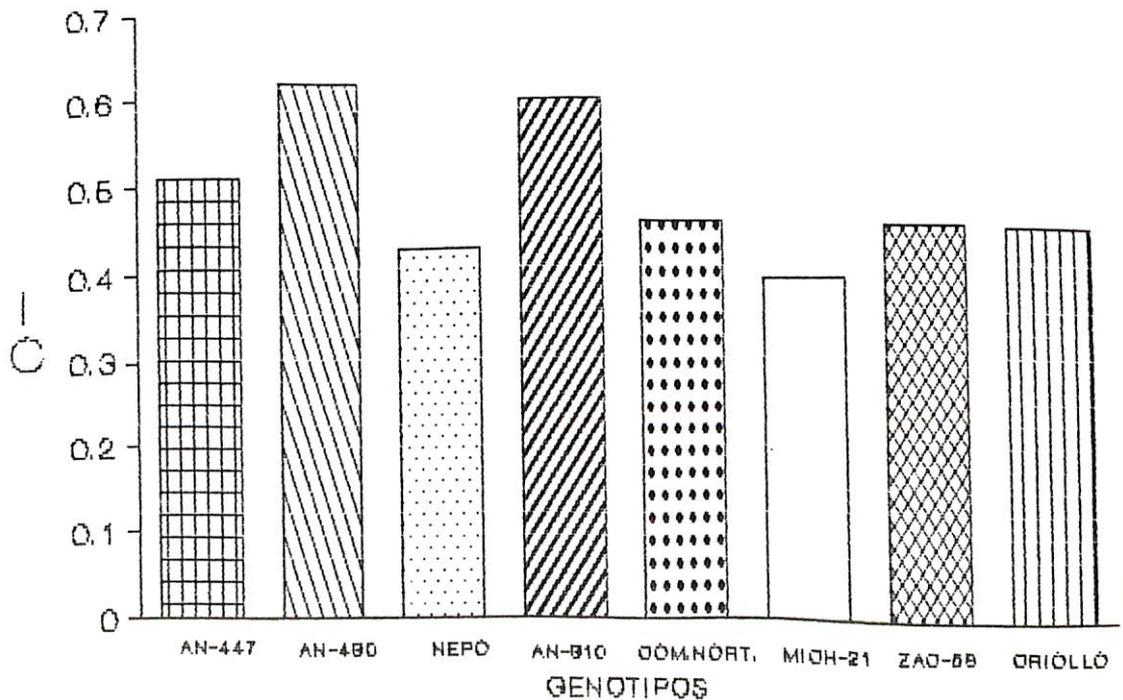


Figura 4.4. Índice de cosecha (g/g) en riego.

IAF, DAF, TRCF, y AFE adecuados para que este material prospere bajo condiciones de temporal, ya que sus hojas tienen una área foliar pequeña en comparación a los híbridos para riego, esto se presenta en ambas condiciones de humedad y en todo el ciclo del cultivo lo cual coincide con lo mencionado por Fisher *et al.* (1981); Begg y Turner (1976) y Turner (1979).

Además se puede observar que en la etapa de floración el híbrido AN-310 presenta valores altos de TAN en riego y temporal, lo cual nos refleja un adecuado proceso fotosintético y una alta capacidad de translocar los carbohidratos hacia el grano (EAF). Todo esto se corrobora con los valores bajos obtenidos de peso seco de tallo y hojas (DPT, DPF y DAF) en los muestreos de floración, llenado de grano y madurez fisiológica, debido a que los productos de la fotosíntesis los destina en su mayor parte a incrementar el peso de la mazorca y no el de las partes vegetativas; teniendo así que todas estas características sobresalientes de este híbrido le ayudan a tener un buen rendimiento bajo condiciones de escasa humedad ambiental.

Del resto de gráficas de los parámetros fisiológicos bajo estudio del análisis de crecimiento, en donde compara el híbrido AN-310 con el resto de los genotipos, se observa que en general los materiales susceptibles a sequía y el Michoacan 21 resistente, son los que presentan un mayor

crecimiento y área foliar que los demás genotipos tanto en riego como en temporal.

También se puede observar que en la mayoría de las figuras las diferencias en los genotipos para el primero y segundo muestreo son muy pequeñas y que en el tercero y cuarto existe mayor divergencia entre ellos; esto se puede explicar considerando que a partir de la floración los genotipos presentan diferente capacidad para acumular materia seca o el translocar fotosintatos hacia las partes económicas; siendo este efecto más marcado al pasar los materiales de una condición de temporal a una condición favorable de riego, en donde las diferencias entre los genotipos son mayores, lo anterior se muestra en las Figuras 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8, como un ejemplo de la mayoría de los parámetros.

De las gráficas en las cuales se compara al híbrido AN-310 con sus progenitores, se observa que para los parámetros ICC, IAF, TC, TRC, TAN, PEF, TRCF, PPF, DPF, DPT, DAF y AFE, la cruce AN₂₀ x AN₂ fue superior al resto de los progenitores y al híbrido, seguida dicha cruce por la variedad VS-201 sólo para los parámetros ICC, TC, TRC y TAN; en cambio para los parámetros IAF, PEF, PAF, DPF, DPT, DAF, TRCF y AFE, el híbrido AN-310 estuvo más cercano a los valores de la cruce simple; esto se observa para la condición de riego y temporal.

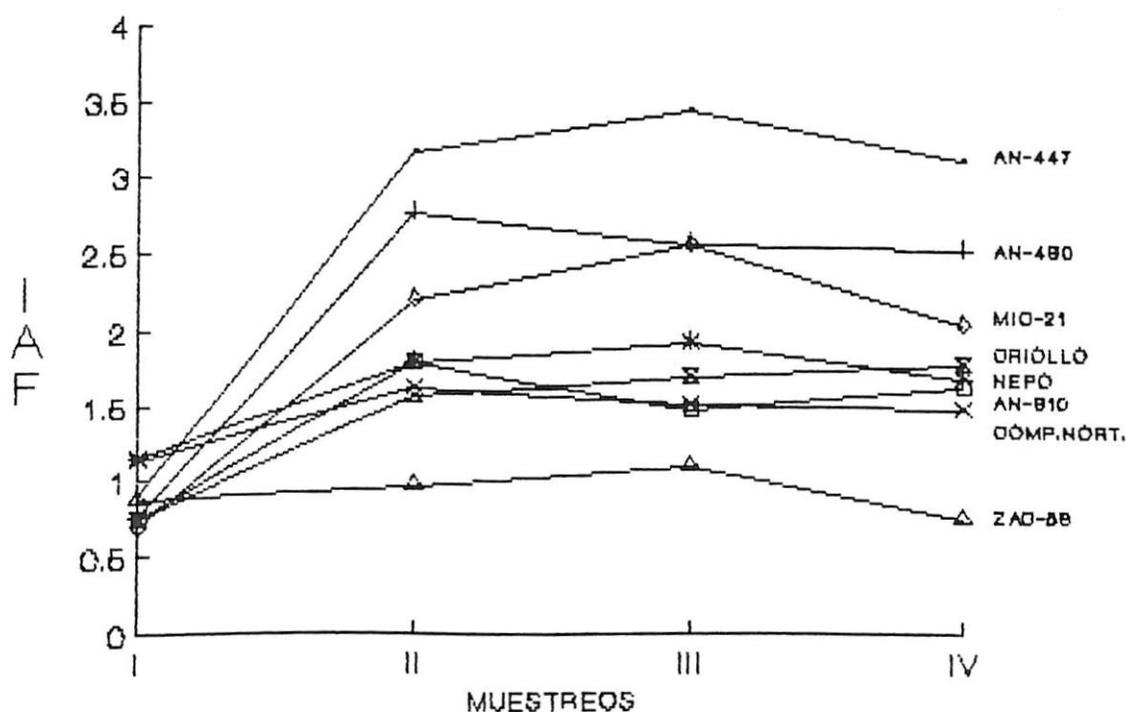


Figura 4.5. Índice de area foliar (cm²/cm²) en temporal.

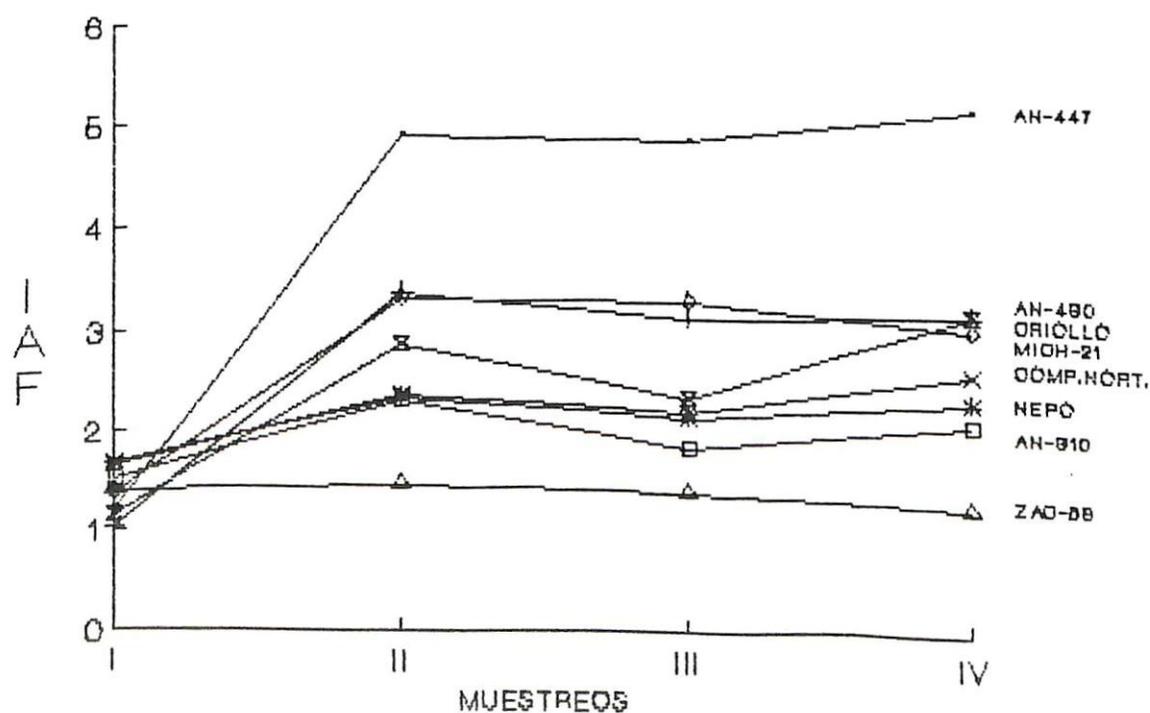


Figura 4.6. Índice de area foliar (cm²/cm²) en riego.

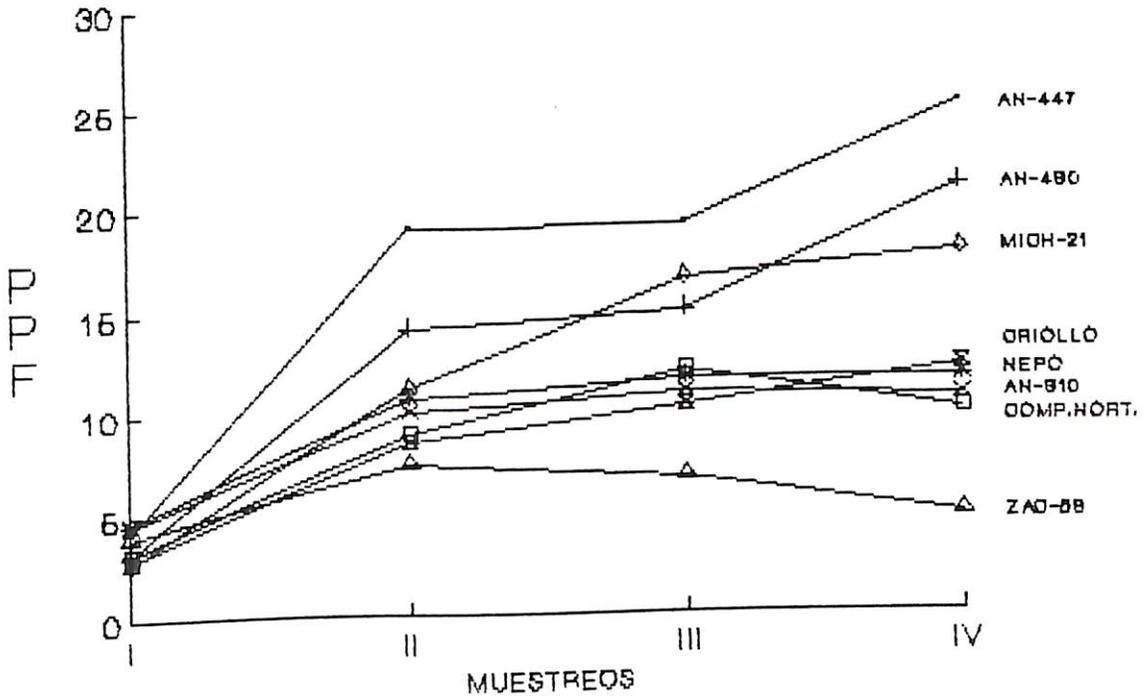


Figura 4.7. Proporción peso foliar (g/g) en temporal.

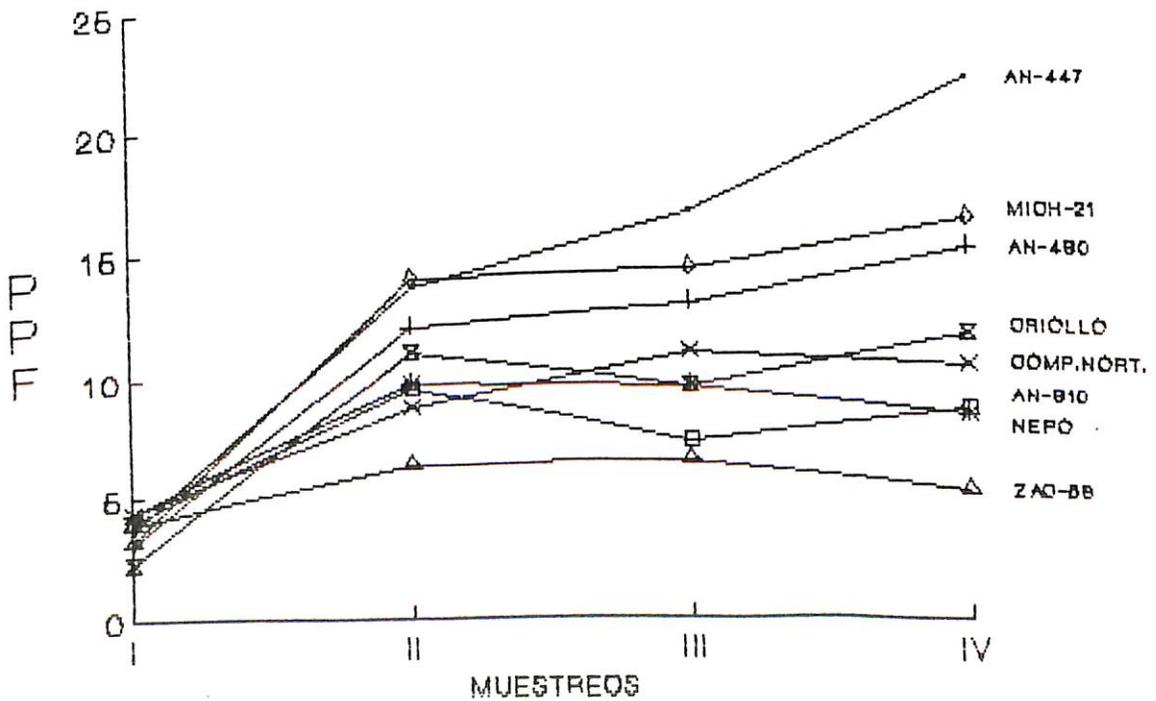


Figura 4.8. Proporción peso foliar (g/g) en riego.

De los resultados anteriores se tiene que la superioridad mostrada por la cruce simple AN₂₀ x AN₂, se debe a un mayor crecimiento, expresado en la ganancia de peso, asimismo un mayor incremento de materia seca a través del tiempo y además una mayor área foliar y peso seco por unidad de superficie (IAF e ICC) todo esto se complementa con una mayor eficiencia fotosintética expresada en el parámetro TAN.

Esta superioridad que muestra la cruce simple AN₂₀ x AN₂, respecto a los demás progenitores, se puede explicar por el vigor híbrido manifestado por el cruzamiento de las dos líneas puras, sin descartar la posibilidad de herencia de características favorables heredadas al híbrido AN-310.

Para el parámetro relación área foliar (RAF) en la condición de temporal (Figura 4.9) se observa que la línea AN₂₀ fue superior al híbrido AN-310 y al resto de los progenitores; para la condición de riego; la línea AN₂ fue la que presentó los valores más altos y la cruce simple, los valores más bajos (Figura 4.10). Esto nos indica que la cruce simple presenta una relación más equilibrada entre la fotosíntesis y la respiración, o sea que existe un mejor intercambio de productos necesarios para estos procesos.

De la Figura 4.11 la cual representa al peso específico foliar (PEF) para la condición de temporal, se

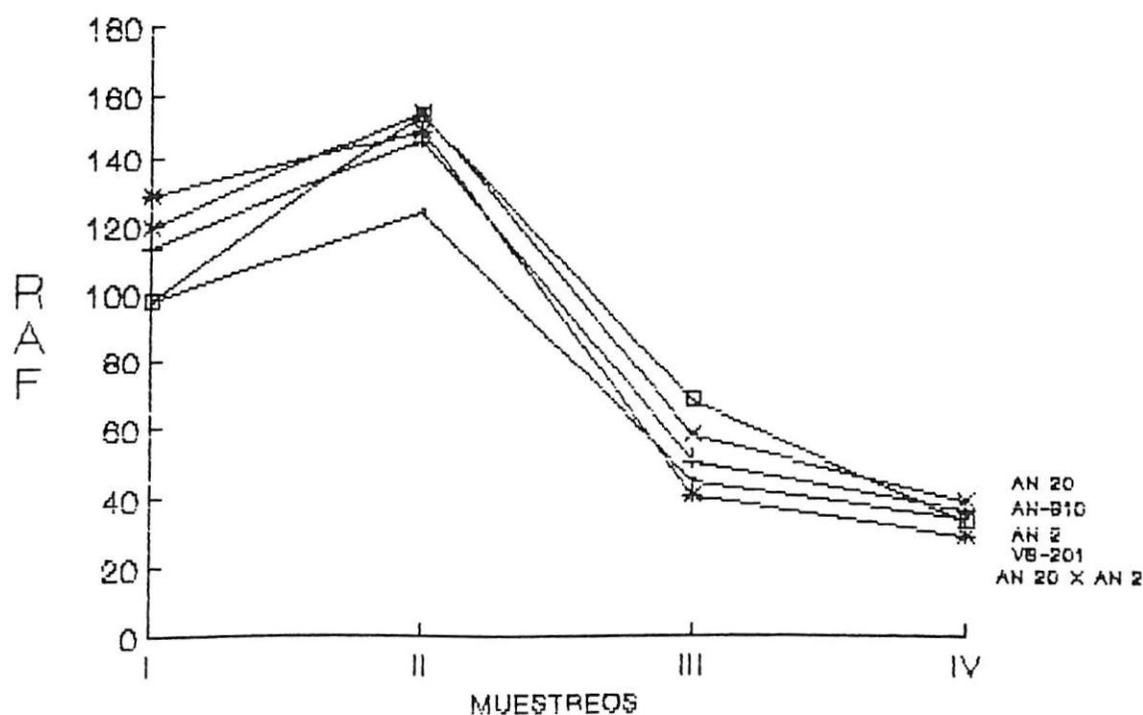


Figura 4.9. Relación área foliar (cm^2/g) en temporal.

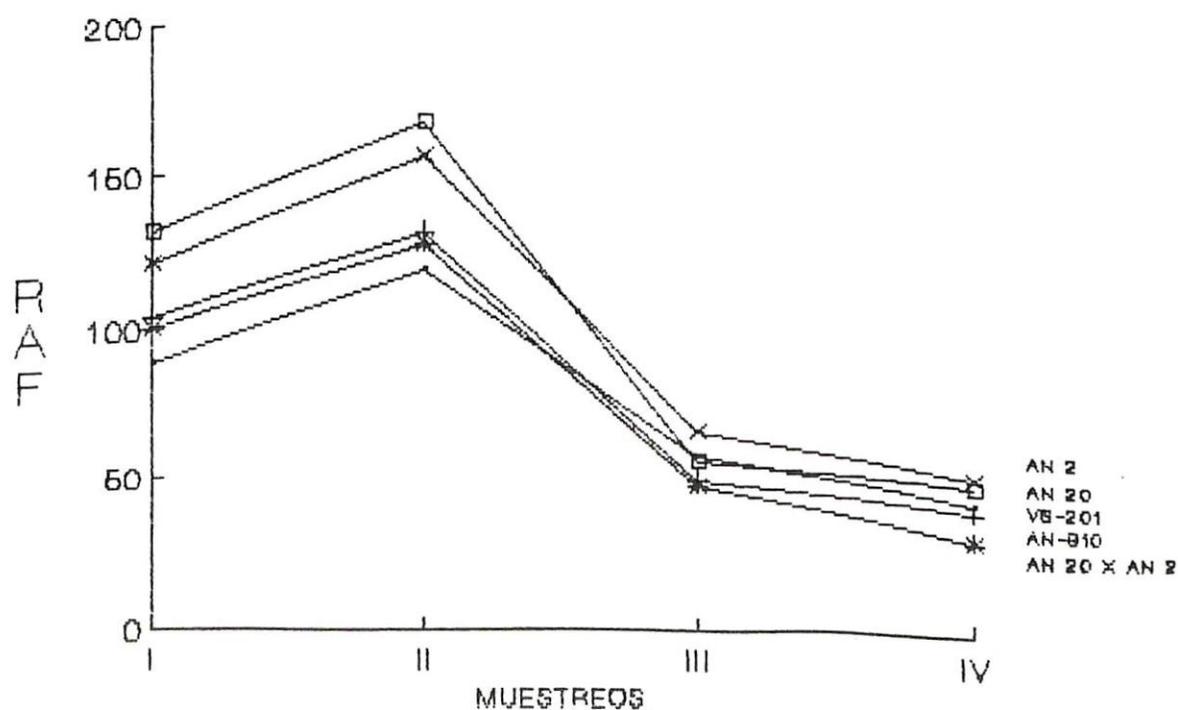


Figura 4.10. Relación área foliar (cm^2/g) en riego.

observa que los materiales que mostraron valores más altos fueron las líneas AN20 y AN2, seguidas por la cruza simple, producto de las dos líneas; la variedad VS-201 fue la que presentó el valor más bajo de todos los gentipos. Para la Figura 4.12 que representa la condición de riego, la cruza simple seguida de la línea AN20 fueron las que contaron con los valores más altos. Esta superioridad de las líneas y de la cruza simple en ambas condiciones, esto se debe a que acumulan mayor peso por unidad de área foliar.

En la Figura 4.13 correspondiente al parámetro eficiencia del área foliar, para la condición de temporal, se observa que el híbrido AN-310 y sus progenitores VS-201 y AN20 x AN2 muestran valores muy parecidos y también se observa que de las dos líneas que forman a la cruza simple, la AN2 es superior a la AN20. En cuanto a la condición de riego se presenta la Figura 4.14 muy similar a la de temporal, sólo que la diferencia entre el híbrido AN-310 y sus progenitores es mayor y favorable para éste (Figura 4.14) con esto se corrobora la eficiencia fotosintética del híbrido al momento de la antesis, para acumular carbohidratos hacia la mazorca.

Para la Figura 4.15 en donde se observa que el híbrido AN-310 fue superior a sus progenitores, es la que representa al índice de cosecha (IC) para la condición de riego. La Figura 4.16 representando a la condición de

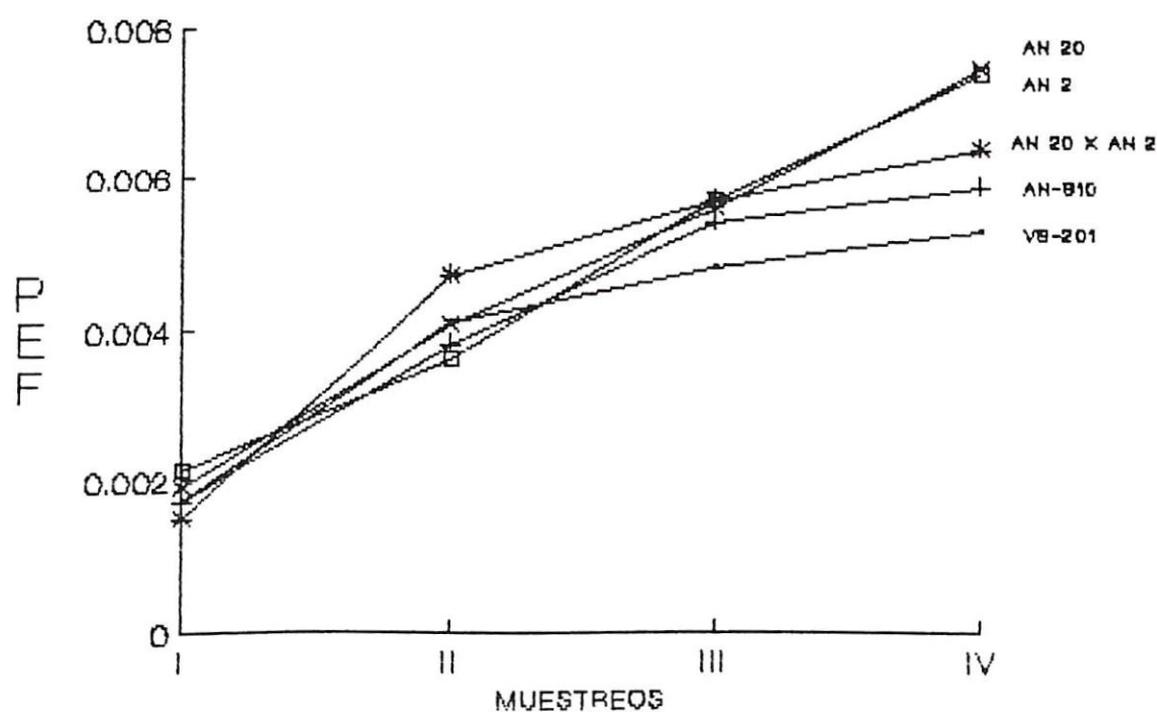


Figura 4.11. Peso específico foliar (g/cm²) en temporal.

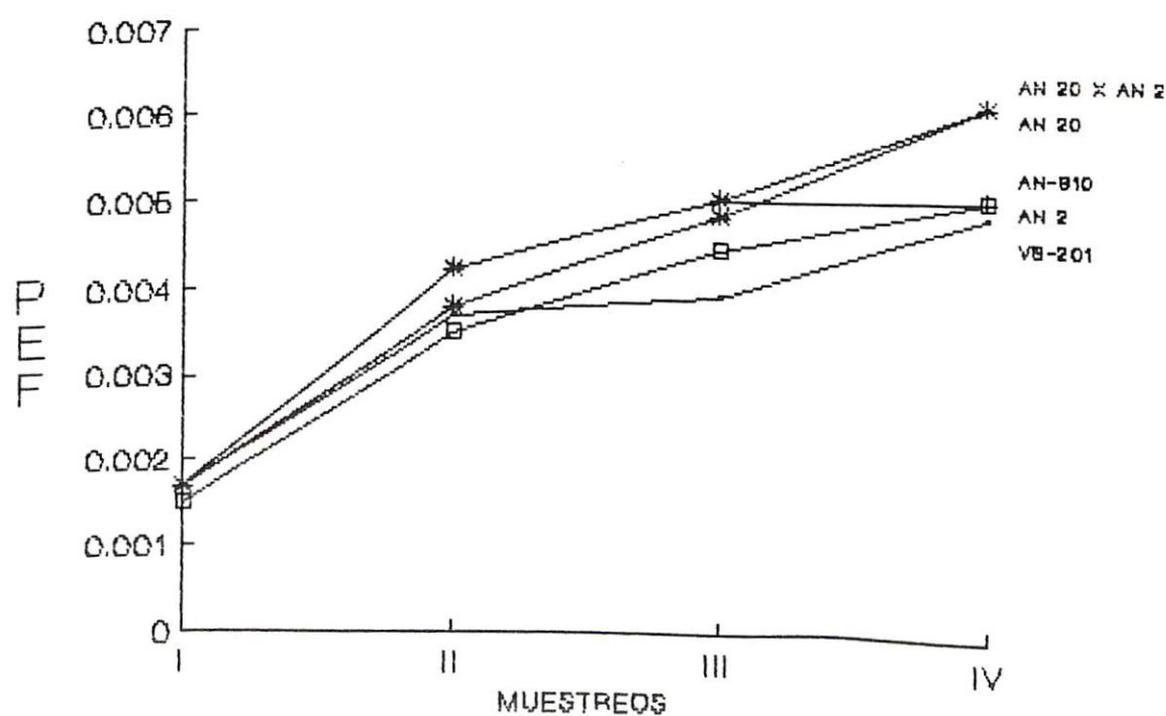


Figura 4.12. Peso específico foliar (g/cm²) en riego.

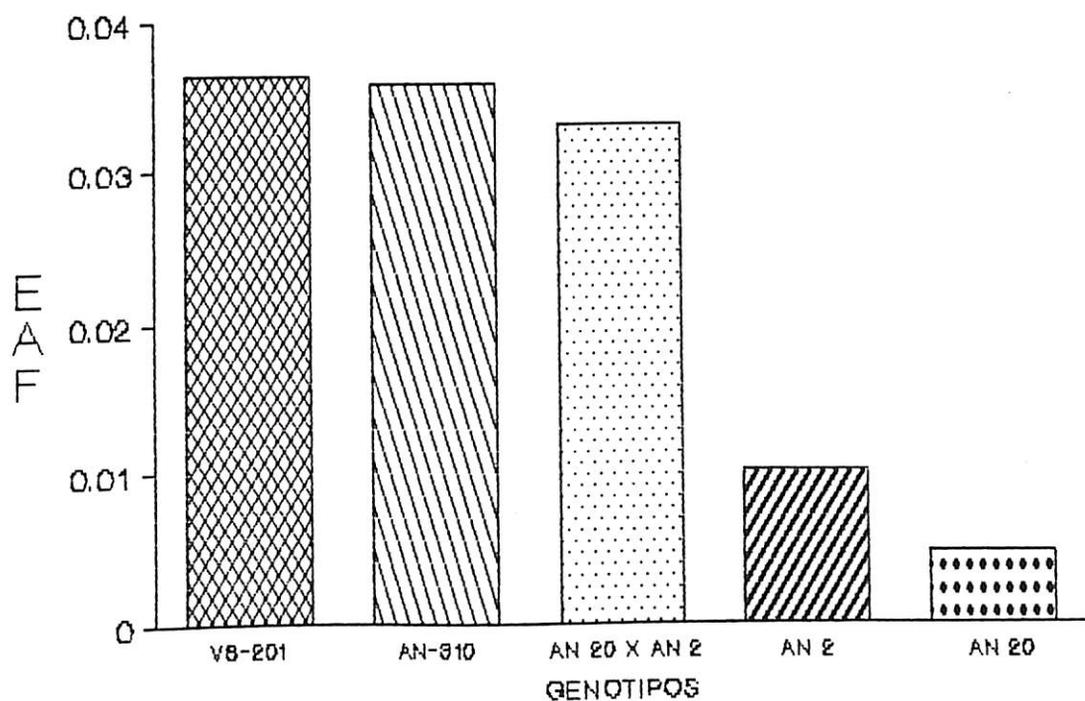


Figura 4.13. Eficiencia del área foliar (g/cm²) en temporal.

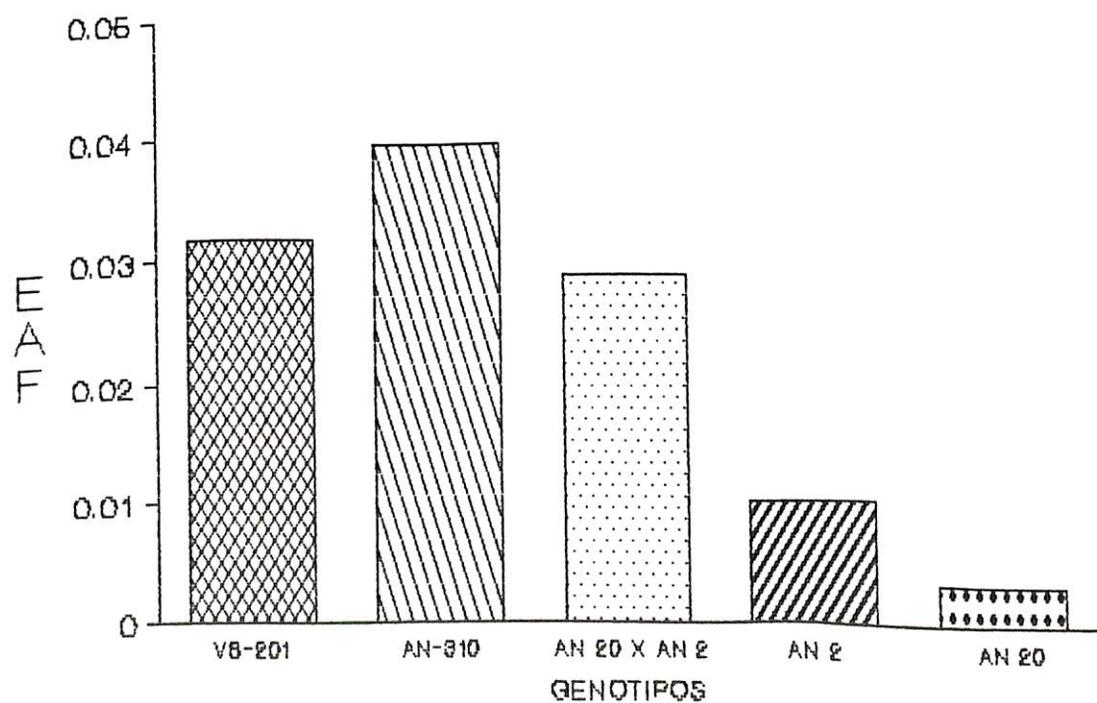


Figura 4.14. Eficiencia del área foliar (g/cm²) en riego.

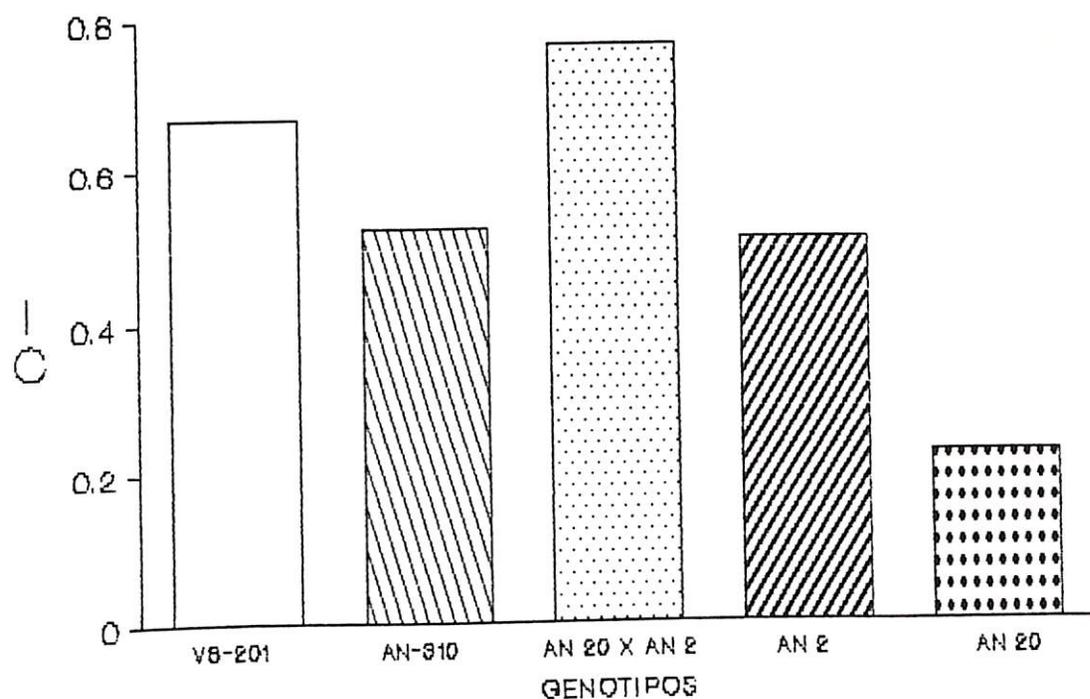


Figura 4.15. Indice de cosecha (g/g) en temporal.

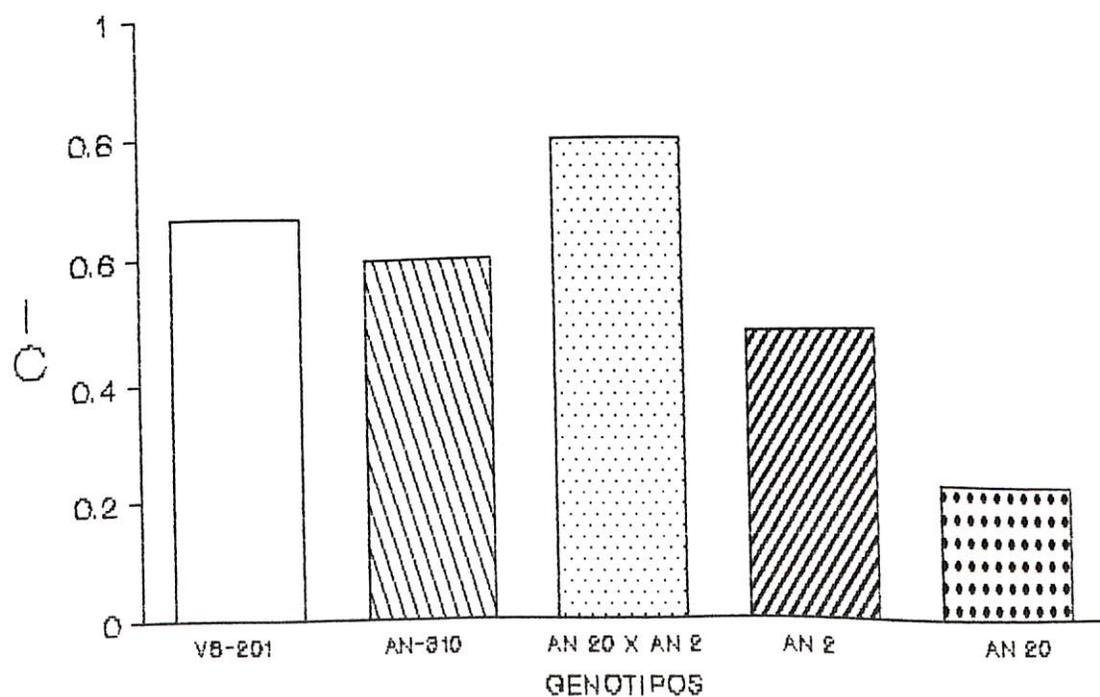


Figura 4.16. Indice de cosecha (g/g) en riego.

temporal es similar a la de riego, donde también se observa que la cruza simple fue la de el valor superior al híbrido y las del valor más lejano las líneas; superando la AN₂ a la AN₂₀.

Un aspecto importante que se muestra en los parámetros de ICC, TC, TRC, TAN, RAF y PEF es una superioridad en la etapa de llenado de grano, en las condiciones de riego y temporal, de la línea AN₂ sobre el híbrido AN-310 y el resto de los progenitores, lo que nos indica que la línea aprovecha mejor los productos de la fotosíntesis para lograr un mayor incremento de peso seco de sus órganos.

La comparación del análisis del crecimiento del híbrido AN-310 con sus progenitores nos indica que probablemente la cruza simple AN₂₀ x AN₂ sea la que esté heredando la resistencia que presenta el híbrido a la sequía, ya que fue la que mostró los valores más altos en la mayoría de los parámetros, excepto para el IC y EAF, en los cuales la variedad sintética VS 201 fue superior a la cruza simple en ambas condiciones de humedad. Además cabe destacar que de las líneas que constituyen la cruza simple, la línea AN₂ fue superior que la AN₂₀ en la mayoría de los parámetros fisiológicos.

Componentes de Rendimiento

Los datos promedio de las repeticiones de los componentes longitud de mazorca (LM), número de granos por hilera (# G/H), peso de 100 granos (P 1000 G), peso de grano por planta (PG/P), por ciento de olote (% OL) y profundidad de grano (PrG) se muestran en el Cuadro 4.3 para la condición de temporal y Cuadro 4.4 para la de riego.

Los datos anteriores se analizaron con un diseño bloques al azar; los resultados de los análisis de varianza para ambas condiciones de humedad se muestran en el Cuadro 4.5; en el cual se puede observar que para la fuente de variación genotipos, todos los componentes mostraron diferencia altamente significativa, tanto en riego como en temporal, esto nos indica que los genotipos presentan diferencias entre ellos para todos los componentes de rendimiento.

Debido a que existieron diferencias altamente significativas para los componentes peso de 1000 granos y peso de grano por planta, se procedió a realizar gráficas de cada una de estas características bajo riego y temporal, las cuales se muestran en las Figuras 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20 en las cuales se puede observar que para el P 1000 G bajo la condición de temporal, el híbrido AN-310 mostró el valor más alto, seguido de la variedad VS-201, también se observa que

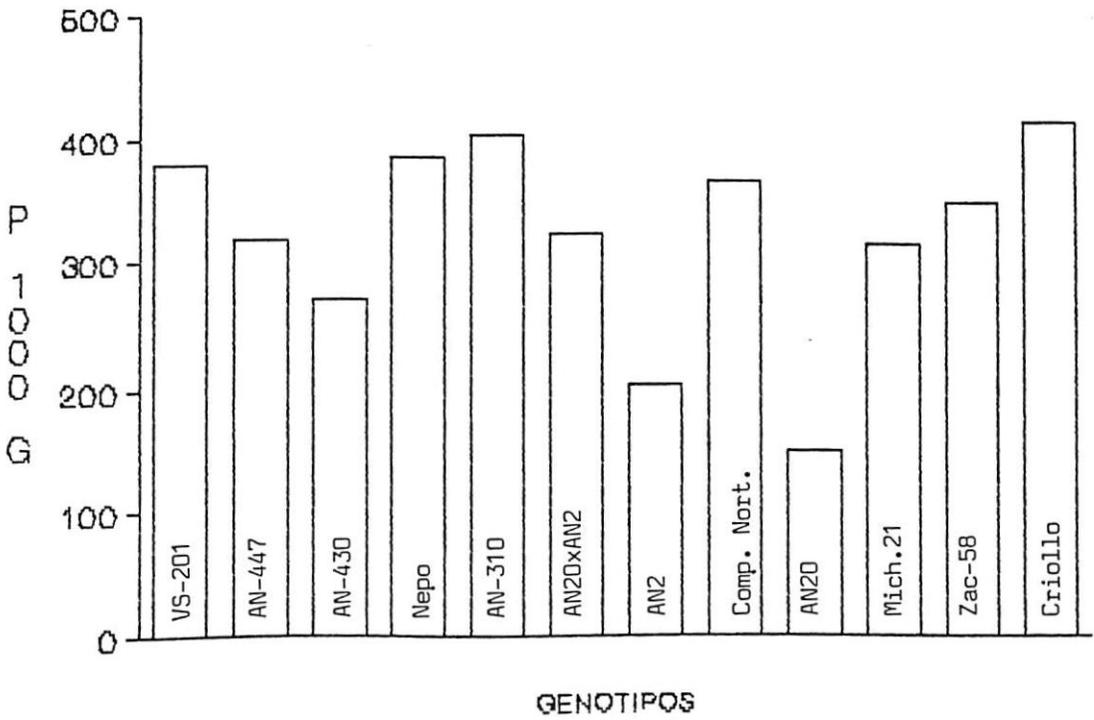


Figura 4.17. Peso de 1000 granos (g) en riego.

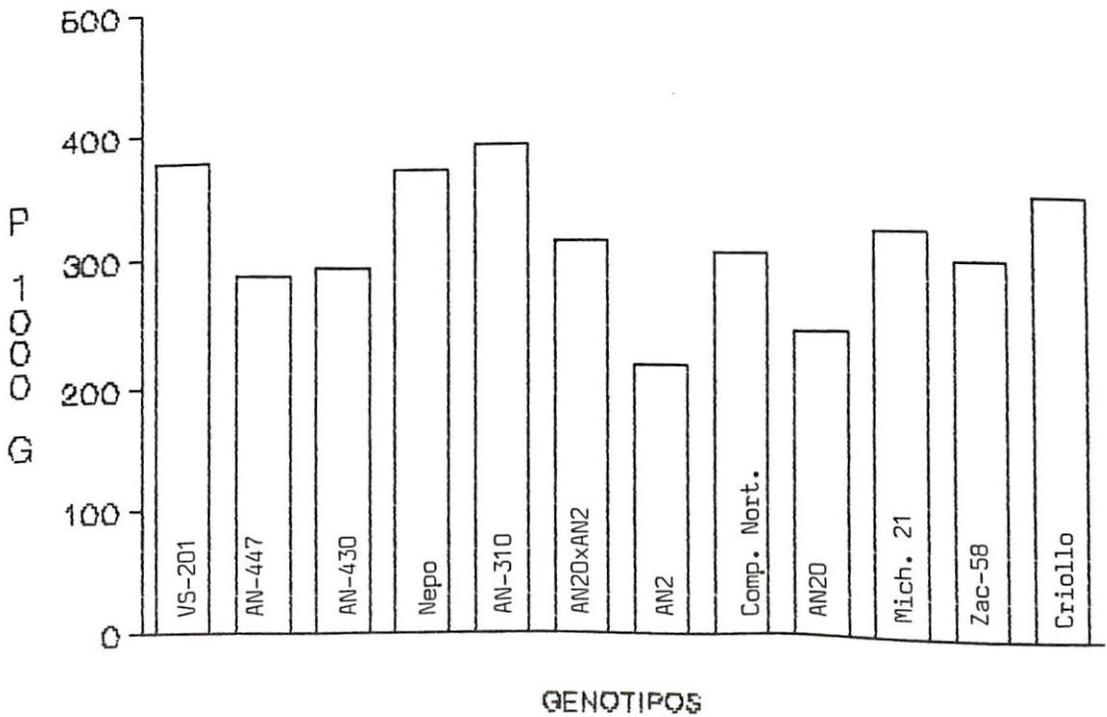


Figura 4.18. Peso de 1000 granos (g) en temporal.

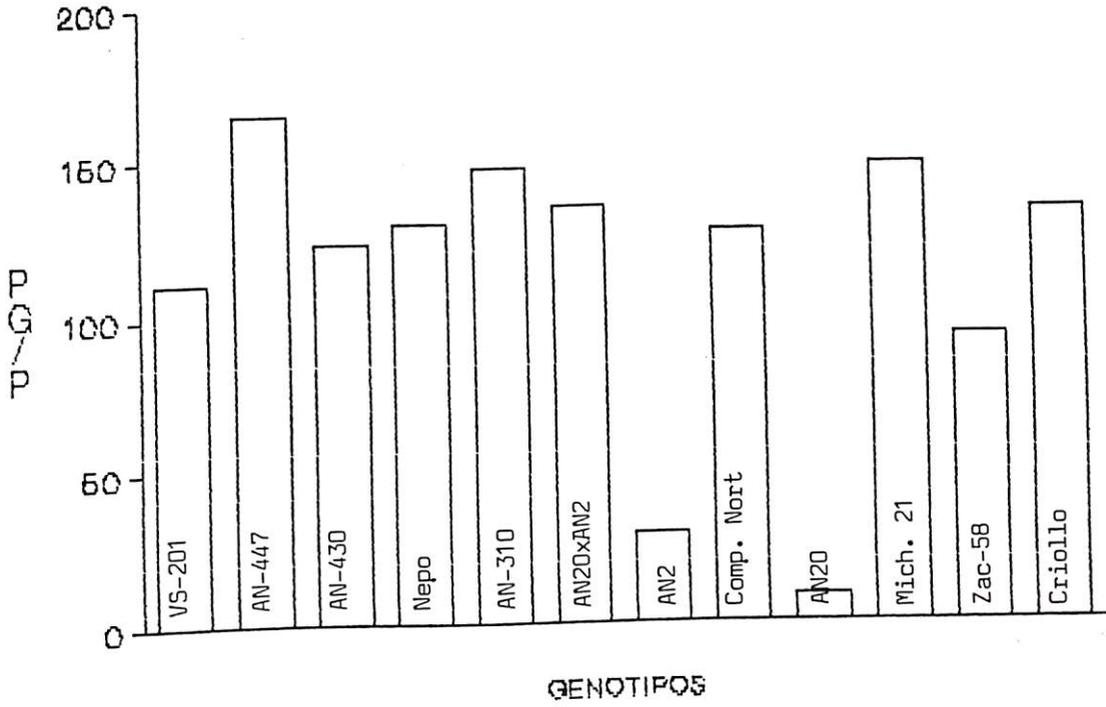


Figura 4.19. Peso de grano por planta (g) en riego.

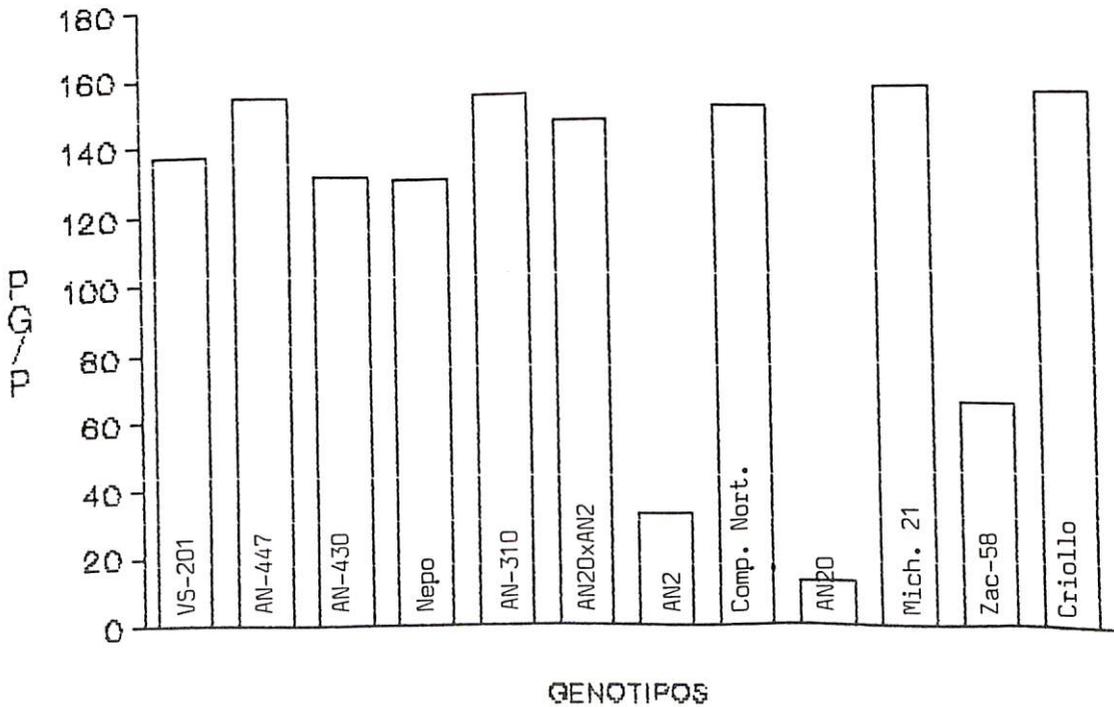


Figura 4.20. peso de grano por planta (g) en temporal.

Cuadro 4.3. Valores medios de los componentes de rendimiento para la condición de temporal.

Genotipo	Longitud mazorca (cm)	Número granos por hilera	Peso 1000 granos al 15.5 % humedad (g)	Peso grano/planta al 15.5% humedad (g)	% olote (trans-formado)	Profundidad grano (cm)
VS-201	13.38	30.0	376.97	136.97	18.66	0.91
AN-447	15.80	36.0	287.73	153.80	22.81	0.85
AN-430	15.25	36.0	293.40	131.60	25.26	0.81
Nepo	14.43	27.0	372.60	130.37	19.64	1.06
AN-310	15.42	31.0	394.60	154.57	21.07	0.93
AN ₂₀ xAN ₂	16.27	36.0	314.97	146.34	22.71	0.77
AN ₂	10.45	15.0	216.55	32.83	29.47	0.51
Comp. Nort.	14.35	31.0	305.88	151.13	20.03	0.99
AN ₂₀	9.10	17.0	245.30	12.73	25.75	0.74
Mich-21	14.26	31.0	322.97	156.53	18.98	1.11
Zac-58	11.23	21.0	297.80	64.47	20.76	0.83
Criollo	14.50	30.0	350.80	154.16	20.56	0.95

Cuadro 4.4. Valores medios de los componentes de rendimiento para la condición de riego.

Genotipo	Longitud mazorca (cm)	Número granos por hilera	Peso 1000 granos al 15.5 % humedad (g)	Peso grano/planta al 15.5% humedad (g)	% olote (trans-formado)	Profundidad grano (cm)
VS-201	12.44	26.0	380.00	110.77	18.56	0.95
AN-447	15.70	31.0	318.97	165.43	21.66	0.88
AN-430	13.93	30.0	272.00	123.13	23.93	0.75
Nepo	12.14	23.0	388.00	129.93	20.68	0.94
AN-310	13.26	28.0	404.95	147.23	20.38	0.86
AN ₂₀ xAN ₂	14.29	33.0	324.52	135.23	21.13	0.74
AN ₂	9.42	13.0	203.37	29.43	28.05	0.45
Comp. Nort	13.90	24.0	265.78	126.33	19.32	0.89
AN ₂₀	5.81	9.0	148.63	8.40	27.16	0.60
Mich-21	13.14	28.0	314.13	148.47	19.14	1.13
Zac-58	10.34	21.0	349.00	93.67	16.43	1.05
Criollo	14.42	32.0	413.97	133.47	19.17	0.92

la línea AN20 superó a la línea AN2, además la cruza simple fue superior a los híbridos AN-430 y AN-447. Algo muy similar se muestra en la gráfica para la condición de riego en la cual el híbrido AN-310 sólo fue superado por el criollo regional.

Cuadro 4.5. Valores de cuadrados medios de genotipos y significancia de la FC de los análisis de varianza para componentes de rendimientos bajo la condición de riego y temporal.

Componente de rendimiento	Condición de Humedad			
	Riego		Temporal	
Longitud de mazorca	22.1090**	9.04∕	0.3182**	4.70∕
No. de grano/hilera	5.7440**	6.38	1.5009**	4.82
Peso de 1000 granos	161.4390**	2.99	7.3190**	3.00
Peso de grano/planta	6807.5700**	6.40	27.6200**	4.80
% de olote	36.1500**	5.61	0.3384**	9.38
Profundidad de grano	0.0000**	7.90	0.0242**	11.70

∕: Valores de coeficientes de variación en por ciento

En las gráficas que representan al rendimiento de grano por planta, se observa que para la condición de temporal, el híbrido AN-310 y la variedad Michoacán 21, fueron los que mostraron los valores más altos, seguidos por el híbrido de riego AN-447. En la gráfica para la condición de riego el valor más alto de rendimiento lo mostró el híbrido AN-447, seguido del Michoacán 21 y AN-310.

Estos resultados obtenidos de los componentes de rendimiento, nos corroboran que el híbrido AN-310 es un

material con potencial de rendimiento bajo condiciones apropiadas de humedad y sometido a condiciones de déficit hídrico, lo cual se debe a su excelente eficiencia de su área foliar y alta capacidad de traslocación y almacenamiento hacia las partes de interés económico, así como a la conjunción de genes favorables provenientes de sus progenitores.

Tamaño y Densidad de Estomas

Los resultados obtenidos del tamaño y densidad de estomas para el haz y el envés de la hoja, se presentan para la condición de riego y temporal en los Cuadros A.24 y A.25.

Los datos de tamaño y densidad de estomas se analizaron en un diseño bloques al azar; los resultados para la condición de riego y temporal se presentan en el Cuadro 4.6, en donde se puede observar que para fuente de variación genotipos, no se presentó diferencia estadística en haz y envés para ninguna de las características bajo estudio, tanto en riego como en temporal.

Lo anterior nos indica que los genotipos no presentan diferencia entre ellos para la densidad y tamaño de estomas y que no existe variación entre los materiales resistentes y susceptibles a sequía incluidos en este trabajo, se debe a que presentaron diferencias significativas con respecto a su magnitud del área foliar.

Cuadro 4.6. Valores de cuadrados medios de genotipos y significancia de la FC de los análisis de varianza para densidad y tamaño de estomas en riego y temporal.

Característica	Riego		Temporal	
	haz	envés	haz	envés
No. de estomas/mm ²	1.052ns 10.6✓	3.126ns 11.3✓	3.434ns 17.9✓	7.369ns 18.7✓
Largo de estomas	14.904ns 6.6	15.383ns 6.7	16.603ns 8.0	24.641ns 9.7
Ancho de estomas	13.592ns 7.3	12.814ns 6.7	27.834ns 10.2	15.235ns 10.0

ns indica que no existe diferencia significativa

✓ Valores de coeficientes de variación en por ciento

Los resultados obtenidos para la densidad y tamaño de estomas no coinciden con los encontrados por Kuruvadi (1980 y 1963) y Legg y Sinclair (1979).

Etapa de Invernadero

Agua Retenida en Hojas Cortadas

Los datos obtenidos de la cantidad de agua perdida, acumulada a diferentes intervalos de tiempo después del corte de las hojas, se muestran en el Cuadro 4.7, en donde se presentan cada seis horas hasta las primeras 24 horas y de ahí en adelante cada 12 horas hasta completar las 72 horas.

Cuadro 4.7. Medias de repeticiones de la pérdida de agua por genotipos (mg/cm^2) acumulada a diferentes horas después del corte.

Genotipo	Tiempo después del corte							
	6 hr	12 hr	18 hr	24 hr	36 hr	48 hr	60 hr	72 hr
VS-201	11.5772	22.8360	31.7040	39.3183	50.8570	56.7210	59.8883	60.3112
AN-447	13.7058	25.9802	35.2738	43.5005	55.4115	62.8677	67.5160	68.6118
AN-430	10.1743	22.9168	31.0533	39.1303	48.9067	57.4893	64.4243	65.2378
Nepo	10.4468	21.0138	28.6667	34.9227	44.8928	50.1813	52.7755	53.9423
AN-310	14.2382	27.7412	36.1187	44.3495	56.6160	62.7553	66.7955	65.6537
AN ₂₀ x AN ₂	11.4700	24.3740	34.4540	43.5625	56.6542	63.5120	67.6785	68.6740
AN ₂	11.5353	22.9533	31.4157	37.7723	48.7690	53.1948	55.5857	56.0752
Comp. Nort.	11.6453	22.7767	31.3648	38.8103	49.8202	54.2587	56.7775	57.8070
AN ₂₀	12.1420	29.0905	41.6253	51.0597	62.6390	65.6910	66.4145	66.6883
Mich-21	12.0335	23.0845	31.7358	40.0727	53.0107	62.1555	70.0023	72.7982
Zac-58	10.8536	21.3288	28.5640	34.3007	41.4823	46.5515	47.3115	48.3875
Criollo	15.3097	29.4487	38.1285	46.5658	61.4710	67.0055	71.1725	71.9597

Los datos se analizaron como un diseño bloques al azar, los resultados de éstos se presentan en el Cuadro 4.8. En este Cuadro se puede observar que para la fuente genotipo, se encontró que no existió diferencia significativa en las primeras 12 hr después del corte, pero mostrando diferencia significativa de las 18 hr en adelante; esto se puede deber a que en las primeras 12 hr los genotipos todavía no empezaban a perder agua del interior de la hoja, debido a que el corte se realizó por la mañana y existía agua en la superficie de las hojas de todos los genotipos, la cual al evaporarse, permitió que se realizara la pérdida de agua por los estomas y así los genotipos pudieron mostrar diferencias entre ellos.

Cuadro 4.8. Valores obtenidos del cuadrado medio de los análisis de varianza, significancia y coeficiente de variación para la fuente genotipos en cada una de las diferentes horas después del corte.

Tiempo después del corte	CM de genotipos	Significancia	CV (%)
6 hr	14.5362	ns	31.70
12 hr	50.7701	ns	22.40
18 hr	91.0328	*	19.77
24 hr	141.9542	*	18.88
36 hr	241.1794	**	16.75
48 hr	251.9977	**	15.99
60 hr	344.9833	**	16.04
72 hr	350.9102	**	15.92

*, **. Indica la significancia a un nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01.

ns. Indica que no existe diferencia significativa.

Debido a las diferencias que existieron entre los genotipos, se procedió a realizar dos gráficas, las cuales se muestran en las Figuras 4.21 y 4.22. En la primer gráfica en la cual se compara al híbrido AN-310 con el resto de los genotipos, sin incluir a sus progenitores, se observa que el Michoacán 21 y el Criollo fueron los que perdieron más agua, reflejando su menor capacidad para retener la humedad, debido probablemente a su comportamiento estomático. En cuanto al híbrido AN-310 se observa que la pérdida de humedad fue superior a siete de los materiales. El genotipo que mostró menor pérdida de agua fue el Zacatecas 58, siendo éste un material adaptado a condiciones críticas de sequía ya que presenta una alta capacidad de retención de agua en hojas cortadas (Shandu y Laude, 1985). En general se observa que la máxima pérdida de humedad se presentó de las 18 hr a las 36 hr después del corte, reduciéndose al mínimo de las 60 hr a las 72 hr; a excepción de los materiales Michoacán 21 y AN-430 que muestran una pérdida de agua casi en forma lineal hasta las 60 hr.

Para la segunda gráfica, la cual representa al híbrido AN-310 y a sus progenitores, se observa que el híbrido junto con la línea AN-20 y la cruce simple AN₂₀ x AN₂ fueron las que opusieron menor resistencia a la pérdida de agua; además el híbrido presenta una pérdida superior a los demás dentro de las primeras 40 hr después del corte, esto se debe a que no cuenta con un mecanismo de cierre

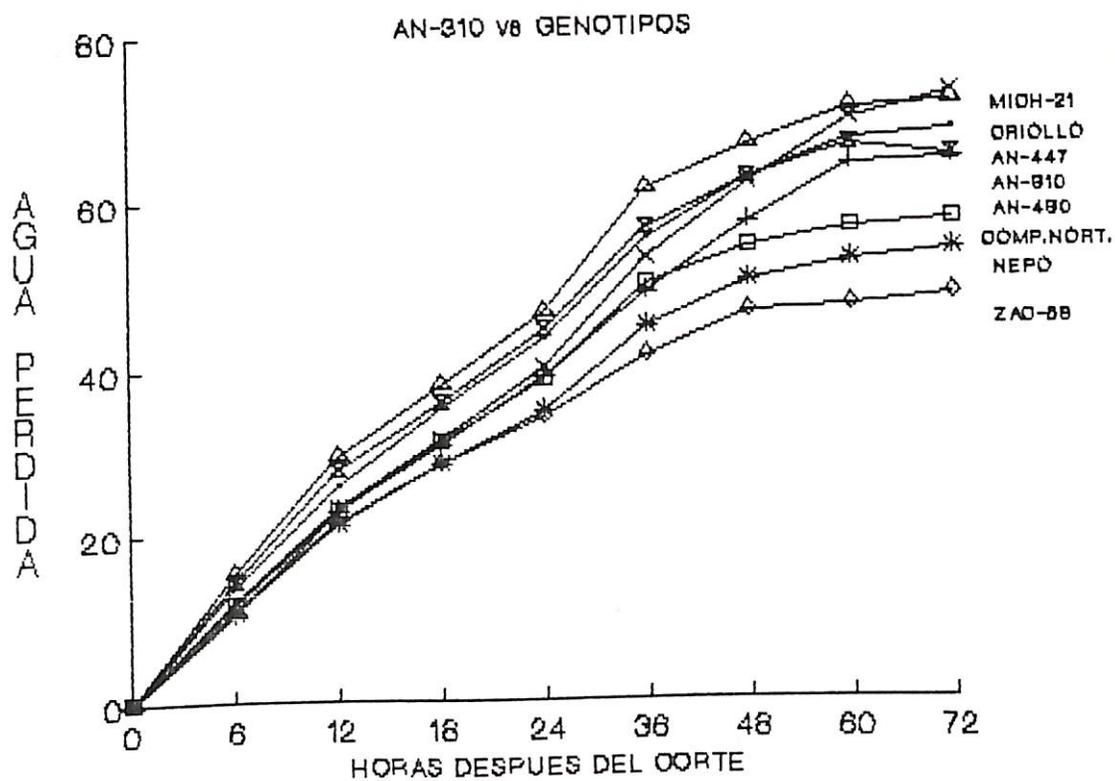


Figura 4.21. Agua perdida despues del corte (mg/cm).

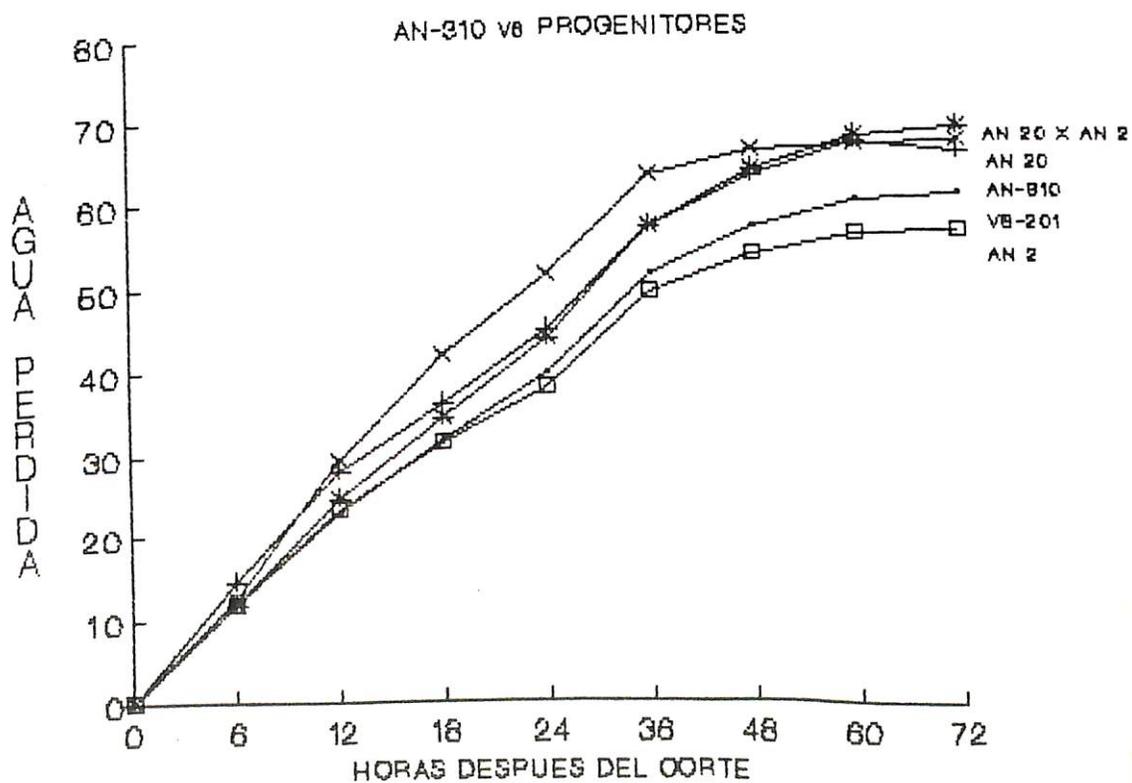


Figura 4.22. Agua perdida despues del corte (mg/cm).

estomático adecuado, cuando se presentan condiciones de pérdida de humedad hacia el ambiente; no siendo el caso para la variedad VS-201 y para la línea AN₂, las cuales propablemente si cuentan con un comportamiento estomático adecuado.

Tolerancia al Calor

Los datos obtenidos del contenido relativo de agua (CRA) antes, después y la pérdida de agua durante el castigo de temperatura, se muestran en el Cuadro A.25.

Los datos de pérdida de agua durante el castigo se transformaron para poder ser analizados en un diseño de bloques al azar; los resultados de dicho análisis se presentan en el Cuadro 4.9, en donde se observa que para las fuentes de variación, genotipos y repeticiones no se encontró diferencia significativa.

Los resultados anteriores nos indican que los genotipos no presentan diferencia entre ellos para la pérdida de humedad durante el castigo y que no existe variación entre los materiales resistentes y susceptibles a sequía incluidos en esta investigación (Muñoz *et al.*, 1983) resultaron que no concuerdan con investigaciones realizadas por Shandu y Laude (1985) y Sullivan y Ross (1979).

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para la pérdida de agua (CRA) durante el castigo de temperatura.

F.V.	GL	SC	CM	FC
Genotipos	11	546.09	49.28	1.201ns
Repetición	2	26.26	13.03	0.320ns
Error Exp.	22	902.57	41.03	
Total	35	1470.92		

ns. Indica que no existió diferencia significativa.

CV = 9.86%

CONCLUSIONES

El híbrido AN-310 fue superior al resto de los genotipos en los parámetros eficiencia del área foliar e índice de cosecha en ambas condiciones de humedad, lo cual indica que la eficiencia fotosintética y su capacidad de traslocar fotosintatos hacia la parte económica es una característica que le ayuda a prosperar bajo condiciones críticas de humedad.

Los genotipos incluidos en este estudio no presentaron diferencias significativas para el tamaño y densidad de estomas.

La resistencia que muestra el híbrido AN-310 a la sequía no se debe a una retención adecuada de humedad en el interior de sus hojas, debido a que no cuenta con un mecanismo adecuado de cierre de los estomas al presentarse una pérdida de humedad hacia el exterior de la hoja.

Para la prueba de tolerancia al calor, no se encontraron diferencias significativas para los genotipos, cuando se analizó la pérdida de agua durante el castigo de alta temperatura.

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 12 genotipos de maíz con diferente grado de resistencia a sequía, de diversa constitución genética y de características agronómicas variables, el establecimiento de este estudio se realizó dentro del campo experimental e instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y con los siguientes objetivos: 1) Medir la tolerancia al calor que presentan genocultivares tanto resistentes a sequía como susceptibles al déficit hídrico; 2) medir la divergencia que presenta el híbrido AN-310 en función de densidad y tamaño de estomas de genotipos tolerantes a sequía; 3) medir la capacidad de retención de agua del híbrido AN-310 mediante la práctica de agua retenida en hojas recién cortadas; y 4) medir la velocidad de crecimiento del híbrido AN-310, ya que dada su precocidad puede evadir la sequía, siendo éste un mecanismo de adaptación.

Para el logro de los objetivos planteados se dividió este trabajo en dos etapas: de campo y de invernadero.

Para la etapa de campo se establecieron 12 genotipos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones en

condiciones de riego y temporal, en las cuales se realizaron cuatro muestreos. Con los datos de peso seco y área foliar, se calcularon los parámetros. Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre los genotipos, principalmente en la etapa vegetativa y de floración para la condición de riego y sólo en la etapa vegetativa para temporal, con excepción de los parámetros índice de área foliar (DAR), proporción peso foliar (PPR), área foliar específica (AFE), duración del peso foliar (DPF) y duración del peso del tallo (APT), en donde los genotipos mostraron diferencia en todo el ciclo del cultivo y en ambas condiciones de humedad. Se observó que el híbrido AN-310 fue sobresaliente en los parámetros eficiencia del área foliar (EAF) e índice de cosecha (IC); para el resto de los parámetros los híbridos para riego AN-447 y AN-430, junto con la colección Michoacán 21 se manifestaron superiores al resto de los genotipos. Cuando se comparó al híbrido AN-310 con sus progenitores, se encontró que la cruce simple AN₂₀xAN₂ fue la mejor de todos. De lo anterior se tiene que el AN-310 debe su resistencia a su adecuada eficiencia fotosintética y a su capacidad de traslocación de carbohidratos hacia las partes económicas.

En los componentes de rendimiento los datos tomados en el cuarto muestreo se analizaron bajo un diseño de bloques al azar y se encontró que los genotipos mostraron diferencias significativas para todos los componentes de

rendimiento bajo estudio. El híbrido AN-310 fue superior al resto de los genotipos para el peso de 1000 granos y superado ligeramente para el rendimiento de grano por planta para el híbrido para riego AN-447.

Para la densidad y tamaño de estomas se tomaron seis muestras de hojas junto de la mazorca, de las que se registraron datos de número, largo y ancho de estomas en el haz y envés de la hoja para la condición de riego y temporal. Los análisis de varianza mostraron que no existió diferencia estadística entre los genotipos para ninguna de las características evaluadas.

En la etapa de invernadero para tolerancia al calor se establecieron los 12 genotipos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, bajo condiciones normales de riego en invernadero. Cuando las plantas presentaron de cuatro a cinco hojas liguladas se trasladaron a una estufa donde se sometieron a una temperatura constante de 52°C durante un período de 6 hr. Se calculó el contenido relativo de agua (CRA) antes y después del castigo con esto se calculó la pérdida de agua durante el castigo para cada genotipo, al análisis de varianza no mostró diferencia significativa para los genotipos en cuanto a la pérdida de agua durante el castigo.

Para tolerancia a la pérdida de agua en hojas cortadas se establecieron los 12 genotipos bajo un diseño de bloques al azar con seis repeticiones, se llevaron hasta la etapa de floración los materiales y se procedió a realizar el corte de cinco hojas de la parte de la ligula, se tomó el peso inicial y de ahí en adelante cada seis horas hasta las primeras 24 hr y posteriormente cada 12 hr hasta completar 72 hr. Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas para los genotipos a partir de las 18 hr después del corte, el genotipo que perdió menos agua fue el Zacatecas 58 y los que perdieron más fueron el Criollo y el Michoacán. También se observó que el híbrido AN-310 perdió gran cantidad de agua durante las primeras 48 hr siendo superado sólo por el Criollo, por lo cual se concluye que la resistencia mostrada para el híbrido no se debe a que cuenta con un cierre rápido de estomas al perder el agua hacia el ambiente.

LITERATURA CITADA

- Aguilera C., M. y Martínez, E.R. 1980. Relación agua-suelo-atmósfera. 2a. Ed. UACH. Ed. Mex. de periódicos, libros y revistas. 321 p.
- Arnon, J.A. 1972. Crop production in dry regions. Vol. I. Ed. by Nicholas Polunin Cox and Wyman. Great Britan. pp. 465.
- Begg, J.E. and N.C. Turner, 1976. Crop water deficit. Adv. in Agron. 26:161-217.
- Beltrán, E.D. 1983. Estudio de la heterosis en algunas características relacionadas con la resistencia a sequía en el sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis MC. UAAAN. Colegio de Graduados. Saltillo, Coah. México.
- Blum, A. 1979. Genetic Improvement of drought resistance in crop plants: a case for sorghum. Mussell, H. and R.C. Staples (Eds.) Stress physiology in corn plants. Willey Interscience. New York. p. 428-445.
- Crofts, C.F., D.L. Jackson, P.M. Martin y J.C. Patrick. 1971. Los vegetales y sus cosechas. Fundamentos de agricultura moderna. 2a. Ed. Aedos. Barcelona, España.
- Chla, A.J. and W.A. Brum. 1975. Stomatal size and frequency in soybean. Crop Sci. 15:309-312.
- Dobrenz, A.K., L.N. Wright, A.B. Humphrey, M.A. Massengule and W.R. Kneebone. 1969. Stomatal density and its relationship to water - use efficiency of blue panicgrass (*Panicum antidotale* Retz). Crop. Sci. 9:354-357.

- Donald, C.M. and J. Hamblin 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criterios. *Adv. in Agron.* 28:361-405.
- Fakorede, M.A.B. and J.J. Mock. 1980. Growth analysis of maize variety hibrids obtained from two recurrent selection programmes for grain yield. *New Phytol.* 85:393-408.
- Fisher, K.S., E.C. Johnson y G.O. Edmeades. 1981. Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar su resistencia a la sequía. CIMMYT. México. p.
- Fisher, R.A. and R. Turner. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. In: Grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.* 29:897-912.
- Hernández, S.M. 1984. Manual de Laboratorio de Citología y Citogenética. UAAAN. Ed. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 91 p.
- Keim, D.C. and W.E. Kronstad. 1981. Drought responses of water wheat cultivars grown under fiel stress conditions. *Crop Sci.* 21:11-14.
- Ketellarpar, H.J. 1963. Stomatal physiology *An. Rev. Plant Physiol.* 14:249-270.
- Kilen, T.C. and R.A. Andrew. 1969. Measurement of drought resistance in corn. *Agron. J.* 61:669-672.
- Kirkham, M.B., E.L. Smith, C. Dhanasobhon and T.I. Drake. 1980. Resistance to water loss of winter whent flag leaves. *Cereal Research Comunication.* 8(2):393-399.
- Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas del suelo x planta. Una síntesis moderna, versión en español. Edutex, S.A. México. p 2-80, 117-241, 336-442.
- Kuruvadi, S. 1980. Genetic studies on dryland wheat. Postdoctoral Research Investigation. Agricultural, Canada Research Station. Swift current.

Saskatchewan. Canada.

_____. 1980. Genetic studies on dryland wheat. (*Triticum durum* Dest). International development Research. Ottawa, Canada.

_____. 1987. Características agronómicas y fisiológicas que contribuyen a la mejor adaptación de cultivos a regiones semidesérticas. Conferencia presentada en la IV Semana de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango. 19 p.

Levitt, J. 1972. Responses of plants of environmental stresses. Academic press. New York. A subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich publishers. USA. p. 336.

Lewis, C.F. and M.N. Christiansen. 1979. Breeding plants for stress environments. Kenneth y J.F. (Ed.) In: Plant Breeding II. Iowa University press/Ames. Iowa. USA.

Lugg, D.G. and R.J. Sinclair. 1979. Variation in stomatal density with leaf position in field grown soybean. Crop Sci. 19:407-409.

Miskin, K.E. and D.C. Rasmusson. 1970. Frequency and distribution of stomatal in Barlet. Crop Sci. 10:575-578.

Miskin, K.E., D.C. Rasmusson and D.M. Moss. 1972. Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in Barlet. Crop Sci. 12:780-783.

Moss, O.N. and R.L. Rawlins. 1963. Concentration of carbon dioxide in side leaves. Nature. 197:1320-1321.

Muñoz, O.A. 1978. Técnicas de investigación para resistencia a sequía y heladas en maíz. VII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. I Reunión Latinoamericana de Maíz. Lima, Perú.

_____. 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. CONACYT, México. Ciencia y Desarrollo. 33:26-35.

- Muñoz D., S., K.R. Stevenson, C.J. Ortiz, G.W. Thurtell y C.A. Carballo. 1983. Transpiración, fotosíntesis, eficiencia en uso de agua y potencial hídrico en maíces resistentes a sequía y heladas. *Agrociencia*. 51:115-153.
- Núñez, B.A. 1984. El agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. CAEVAG-CIANOC-INIA-SARH. Tema didáctico No. 17. Durango, Dgo. México. 15 p.
- O'Toole, J.C. and T.T. Chang. 1979. Drought resistance in cereals; rice a case study. Mussell, H. and R.C. Staples (Eds.). *Stress physiology in corn plants*. p. 373-403. Willey Interscience. New York.
- Radford, P.J. 1967. Growth analysis formule, treir use and abuse. *Crop Sci*. 49:659-673.
- Salim, M.A., G.W. Todd and C.A. Statte. 1969. Evaluation of techniques for measuring drought avoidance in cereal seedlings. *Agron. J*. 1:182-185.
- Shandu, A.S. and H.H. Laude. 1985. Test of drought and heat hardiness in winter wheat. *Agron. J*. 50:78-81.
- Soto G., J., M.R. Ozaeta y H.S. Córdova. 1984. Evaluación de familias de maíz tolerantes a sequía, bajo condiciones de humedad óptima y sequía drástica, en el Subtrópico seco de Guatemala. ICTA, Guatemala, Sector Público y Alimenticio. p. 53-61.
- Specht, J.E. and J.A. Williams. 1978. Testing soybeen for heat and drought tolerance. Eight Soybean Seed Research Conference. p. 17-31.
- Sullivan, C.R. and W.M. Ross. 1979. Selecting for Drought and Heat resistance in grain sorghum. Mussell, H. and R.C. Staples (Eds.). *Stress physiology in cron plants*. Willey Interscience. New York. p. 262-281.
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants stress physiology in crop plants. Musell, H. and R.C. Staples (Eds.). *Stress physiologu in corn plants*. Willey Interscience. New york. p. 344-372.

- Vázquez, R.I. 1983. Selección de plantas resistentes a la sequía en maíz (*Zea mays* L.) germinados bajo presión osmótica alta. *Chapingo*. 8(40):65-69.
- Wallace, D.N., J.L. Ozburn and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Adv. In: Agron.* 24:97-146.
- Williams, T.V., R.S. Jhell and J.K. Ellis. 1967. Methods of measuring drought tolerance in corn. *Crop Sci.* 7:179-181.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Altura de Planta (AP) cm.

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		Muestreos				Muestreos			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	18.6700	156.00	136.00	154.69	26.16	167.69	153.00	149.00
	R2	22.8300	169.08	173.00	175.00	47.52	171.00	180.00	157.69
	R3	37.9300	166.00	140.33	156.19	30.08	169.00	161.80	157.30
AN-447	R1	19.5000	161.24	204.00	191.50	-16.980	142.66	162.00	186.69
	R2	24.7500	171.66	178.00	178.00	21.87	212.50	205.00	211.69
	R3	18.000	206.77	217.00	184.80	30.45	210.00	210.00	218.80
AN-430	R1	17.9200	167.91	183.00	188.19	-20.08	157.00	170.00	185.69
	R2	20.8300	180.66	196.00	185.50	23.70	185.75	200.00	213.19
	R3	28.000	194.16	190.00	196.00	28.16	183.66	176.00	221.19
NEPO	R1	41.6699	185.91	168.00	168.00	25.00	141.25	169.60	178.80
	R2	30.3300	183.25	177.30	178.50	35.25	161.25	167.50	184.30
	R3	33.7500	171.66	196.00	167.19	37.25	174.00	172.00	136.69
AN-310	R1	21.5000	149.69	159.00	142.30	29.000	163.50	134.00	130.10
	R2	24.6200	182.91	177.00	173.80	29.83	159.50	157.00	168.19
	R3	20.5800	147.52	162.00	181.80	34.50	167.50	162.00	182.32
AN20XAN2	R1	12.5000	144.80	153.00	147.30	24.83	148.16	145.30	165.80
	R2	19.6700	167.83	176.00	162.39	25.08	176.16	178.60	186.80
	R3	24.5800	161.50	159.00	163.30	25.20	170.50	178.00	194.19
AN2	R1	11.9200	81.160	84.59	87.00	-16.50	107.00	107.16	103.19
	R2	7.2700	80.500	70.08	84.40	11.500	94.33	88.59	81.00
	R3	13.6700	93.30	90.30	98.80	19.04	100.66	97.00	107.19
COMP.NORT	R1	24.8300	168.83	183.60	188.30	-33.83	175.00	195.50	102.69
	R2	33.8800	193.00	182.00	180.19	33.34	133.08	194.60	190.19
	R3	40.0800	176.91	163.00	192.30	29.33	181.21	180.00	172.19
AN20	R1	7.6700	70.160	74.50	77.69	10.26	77.87	82.30	97.50
	R2	7.5000	90.83	85.59	102.40	14.63	105.16	93.59	34.19
	R3	10.5800	75.83	100.80	86.30	12.53	74.83	81.00	79.59
MICH-21	R1	16.8300	178.50	210.00	177.69	-30.33	197.83	225.00	222.80
	R2	22.2999	270.50	208.50	214.80	33.06	226.66	212.00	308.55
	R3	25.5800	273.57	244.00	232.00	31.40	207.83	208.50	194.80
ZAC-58	R1	41.1699	131.38	154.30	135.30	-32.16	113.91	118.50	127.30
	R2	39.3300	120.00	141.60	135.00	44.25	136.41	152.00	146.60
	R3	28.5800	127.77	133.50	146.19	44.70	142.80	136.00	123.00
CRIOLLO	R1	20.5000	136.50	199.83	214.00	21.58	200.91	197.00	232.69
	R2	25.1700	189.00	197.00	174.69	33.38	187.10	184.00	224.80
	R3	22.1600	152.80	186.00	182.50	27.65	130.49	192.50	201.30

Cuadro A.2 Diámetro de tallo (DT) cm

Genotipos	Rep	Temporal			Riego		
		Muestréos			Muestréos		
		I	II		III	IV	
VS-201	R1	1.90	1.68	2.00	1.62	1.80	1.70
	R2	2.03	2.21	2.40	1.76	1.90	1.90
	R3	2.01	1.68	1.80	1.70	1.75	1.80
	R1	2.93	3.00	2.70	2.08	2.53	2.40
	R2	2.93	3.20	2.50	2.52	2.20	2.20
	R3	2.15	3.00	2.20	2.55	2.60	1.70
	R1	2.32	2.20	2.40	1.58	2.30	2.00
	R2	2.60	2.60	2.50	2.49	2.40	2.10
	R3	2.47	2.50	2.30	2.20	2.80	2.10
	R1	2.53	2.60	2.50	2.10	2.00	1.90
	R2	2.07	3.40	2.20	2.22	1.90	2.20
	R3	2.18	2.70	2.40	1.88	2.00	2.20
	R1	2.10	2.00	1.70	1.98	1.60	1.50
	R2	2.12	2.20	2.30	1.96	1.70	1.60
	R3	1.82	2.20	1.50	2.00	2.10	1.70
	R1	2.12	2.20	1.40	2.02	1.90	2.00
	R2	1.87	2.78	2.50	2.32	2.10	1.80
	R3	2.18	2.16	1.90	2.02	2.30	2.10
	R1	2.32	1.90	2.00	1.93	2.05	1.90
	R2	2.00	1.80	1.90	1.15	1.85	1.80
	R3	1.89	1.70	1.90	1.54	1.70	1.90
	R1	2.18	2.50	2.20	1.85	2.10	2.20
	R2	2.27	1.90	2.30	1.97	2.00	2.00
	R3	2.23	2.00	2.00	1.93	2.08	1.80
	R1	2.08	1.70	1.70	1.87	1.50	2.00
	R2	1.38	1.60	2.20	1.83	1.55	1.40
	R3	2.43	1.90	1.80	0.93	1.03	1.20
	R1	2.13	2.30	2.20	2.29	2.40	2.20
	R2	1.87	2.00	1.80	5.65	2.20	2.20
	R3	2.18	2.60	2.60	1.88	2.00	2.20
	R1	2.05	2.10	1.90	1.68	1.60	1.60
	R2	1.40	1.70	1.50	2.08	1.80	1.60
	R3	2.29	1.70	1.80	1.56	1.60	2.00
	R1	2.93	2.15	2.00	2.05	1.70	2.20
	R2	2.42	2.03	2.30	2.13	2.03	2.30
	R3	1.63	1.40	2.10	2.05	1.80	1.60

Cuadro A.3. Area foliar (AF) cm²

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	1821.5	3730.22	2543.5	3137.2	1511.5	3432.2	3479.5	2675.3
	R2	1593.69	3987.40	3966.6	5593.0	3394.7	3520.7	3725.5	3602.2
	R3	3135.2	3566.62	2449.1	2188.5	1381.07	3492.6	3158.1	2608.1
AN-447	R1	2401.5	7713.08	8993.6	8238.2	1214.03	6543.0	6629.0	7691.8
	R2	2531.2	7919.87	6976.7	7384.2	1802.3	8223.3	8272.05	8857.5
	R3	1617.09	7149.27	8845.1	6825.8	2779.8	8640.6	3179.1	8024.7
AN-430	R1	1356.3	5824.16	4247.4	5050.5	1236.5	4363.1	4209.2	5617.5
	R2	1756.69	6363.29	7703.6	6464.0	1926.2	6224.2	6465.06	4259.6
	R3	2400.50	7667.62	6417.02	6608.2	1836.4	5557.3	4176.8	5101.1
NEPO	R1	2674.2	4771.87	3712.2	4146.2	2062.6	3190.6	3616.5	3607.3
	R2	2410.3	4082.50	4982.6	4989.5	2761.2	4344.9	3343.2	4264.5
	R3	3157.5	4100.41	5204.6	3778.3	3197.8	3680.2	3200.8	2905.0
AN-310	R1	1712.19	4177.25	3329.1	2516.8	2574.0	3707.1	2222.4	2405.3
	R2	1873.19	4691.06	3943.8	4948.2	2367.2	3477.7	3245.5	3905.8
	R3	1708.8	4038.88	3410.3	4322.1	2224.7	3936.5	3223.6	3392.8
AN20XAN2	R1	1456.3	4348.24	4791.7	3283.3	1908.5	4156.8	4079.5	3895.8
	R2	1396.69	4965.43	6356.2	4478.2	1735.4	5485.5	5135.7	3977.7
	R3	2229.3	3890.22	4988.2	4231.3	1573.8	4489.2	5294.5	4043.3
AN2	R1	490.29	3248.75	2484.4	2279.7	965.8	2944.4	3397.6	2676.8
	R2	244.89	2802.08	2315.2	2620.7	445.4	2930.3	2408.8	3169.0
	R3	672.2	3603.88	2390.5	3028.3	1032.6	2937.3	2818.2	2815.0
COMP. NORT	R1	2152.2	3341.85	3382.6	3652.8	2615.7	3760.3	3870.4	2388.0
	R2	2779.2	4523.79	3814.6	3385.2	2758.1	3807.0	3682.3	3605.2
	R3	3196.5	3931.58	3742.5	3585.3	2456.8	3800.6	2872.1	3093.3
AN20	R1	358.29	2307.58	2072.3	1915.3	536.3	2681.3	2924.4	2130.2
	R2	415.10	2822.95	2018.2	2543.0	757.4	2700.1	2178.3	1625.3
	R3	443.7	3082.87	2152.5	1799.5	678.5	2279.7	1569.7	1824.3
MICH-21	R1	1734.09	4605.12	6369.7	4319.8	1912.5	5062.9	5762.5	4654.3
	R2	1461.59	5904.39	4955.2	4673.8	2410.4	5463.9	4872.9	4575.6
	R3	1799.69	5370.27	7110.5	5961.2	2166.8	5974.5	4955.2	5039.0
ZAC-58	R1	2186.20	2439.12	3163.04	1958.8	2053.3	2375.7	1987.4	1654.4
	R2	2629.2	1753.42	2662.2	1529.09	2617.8	2656.6	2471.6	2095.7
	R3	1478.8	2709.67	2125.6	1883.9	2049.8	1851.4	2079.8	1996.5
CRIOLLO	R1	1739.69	4558.35	4170.7	4611.7	1501.3	5275.8	4199.9	5338.2
	R2	2062.8	3857.77	4239.5	4445.39	1992.7	4217.1	3712.2	5426.2
	R3	1612.5	3477.51	3812.3	3698.8	1981.8	4253.3	3418.9	4197.6

Cuadro A.4. Peso seco de tallo (PST) g/planta.

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	0.9000	22.200	17.100	23.00	0.3000	15.30	23.60	19.70
	R2	0.3000	24.000	34.29	41.09	4.600	24.20	7.30	24.90
	R3	1.9000	26.200	19.29	23.50	0.800	18.50	22.60	22.10
AN-447	R1	0.2000	59.700	56.200	91.19	0.000	32.29	34.70	59.00
	R2	0.3000	53.79	51.40	66.30	0.000	50.09	41.29	52.20
	R3	1.1000	46.700	63.09	66.90	1.900	29.00	56.50	66.19
AN-430	R1	0.1000	36.200	40.400	73.69	0.000	36.40	28.10	58.09
	R2	0.1000	41.50	54.59	75.40	0.1000	43.90	49.20	43.70
	R3	0.1000	51.000	49.00	75.50	0.600	36.70	36.79	48.09
NEPO	R1	1.5000	39.59	36.900	46.40	0.1000	10.00	26.90	32.59
	R2	1.9000	29.79	35.40	42.79	1.7000	22.90	22.29	33.59
	R3	1.6000	22.500	46.09	37.90	2.800	21.20	36.09	25.00
AN-310	R1	0.1000	25.40	33.900	17.29	0.2000	16.50	14.60	16.20
	R2	0.3000	27.60	34.90	40.09	1.0000	17.50	23.20	21.00
	R3	0.2000	14.900	19.79	39.20	0.900	25.79	23.29	29.40
AN20XAN2	R1	0.1000	18.79	25.100	49.29	0.4000	20.50	27.50	42.29
	R2	0.0100	33.59	53.00	57.90	3.4000	37.50	36.20	43.00
	R3	0.1000	64.900	34.79	54.70	0.100	28.20	41.00	49.90
AN2	R1	0.0000	8.1000	10.700	20.90	0.000	14.90	15.70	20.70
	R2	0.0000	9.4000	18.00	20.70	0.0000	9.70	13.30	15.40
	R3	0.0300	9.700	14.80	95.50	0.000	14.80	20.10	21.79
COMP.NORT	R1	0.8000	21.29	39.00	45.59	0.900	32.29	36.90	46.59
	R2	2.0000	36.400	36.70	44.40	1.400	20.10	34.70	36.20
	R3	2.0000	24.100	36.20	38.20	1.1000	25.29	27.10	30.60
AN20	R1	0.0000	6.000	8.200	19.79	0.200	9.70	9.000	15.60
	R2	0.0000	12.000	14.40	21.01	0.100	11.00	13.60	12.80
	R3	0.0000	15.400	15.00	13.30	0.000	7.40	6.70	13.00
MICH-21	R1	0.3000	35.700	74.69	77.90	0.500	36.50	16.79	75.90
	R2	0.1000	50.20	70.59	92.09	0.800	56.79	53.70	73.00
	R3	0.5000	67.300	83.69	126.90	1.1000	46.70	68.59	81.40
ZAC-58	R1	4.9000	22.29	30.70	21.79	1.600	14.30	14.10	16.50
	R2	3.5000	13.200	15.40	11.80	3.200	18.40	22.70	20.00
	R3	1.4000	20.400	18.10	20.79	3.400	14.00	19.29	18.29
CRIOLLO	R1	0.3000	30.40	42.29	49.29	0.300	46.40	36.00	55.90
	R2	0.6000	28.000	37.29	48.70	1.800	31.40	27.00	45.50
	R3	0.3000	15.100	39.90	38.40	0.800	22.20	34.29	41.59

Cuadro A.5. Peso seco de lámina (PSL) g/planta

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		Muestras				Muestras			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	7.30	15.90	10.50	16.20	5.20	12.50	15.90	14.00
	R2	4.90	20.20	22.20	27.00	12.60	16.40	9.50	15.90
	R3	10.70	16.79	12.10	18.40	6.70	13.80	14.00	13.60
AN-447	R1	10.00	43.59	36.40	57.09	3.90	27.79	29.29	46.79
	R2	10.20	39.00	37.79	48.40	6.60	34.90	28.79	40.90
	R3	5.10	31.40	40.40	44.70	10.80	18.90	39.59	43.20
AN-430	R1	4.90	24.29	24.70	36.40	4.30	20.50	22.40	32.70
	R2	6.20	25.90	33.79	42.70	7.30	27.50	27.20	29.29
	R3	7.10	34.29	30.79	46.40	6.80	24.29	26.90	27.10
NEPO	R1	9.10	24.50	24.90	27.90	6.60	12.10	21.10	17.40
	R2	9.80	20.10	21.29	20.00	8.90	25.29	19.50	17.79
	R3	8.70	19.40	23.50	21.40	10.30	20.50	15.80	13.00
AN-310	R1	5.70	19.40	29.60	11.40	8.40	19.50	12.20	13.00
	R2	6.50	22.00	28.50	24.90	7.80	16.29	16.60	19.29
	R3	6.00	12.00	19.00	23.50	7.70	21.29	13.80	17.50
AN20XAN2	R1	5.50	15.90	18.20	23.40	6.40	17.00	22.40	26.10
	R2	3.80	25.60	36.40	33.70	5.60	24.10	25.29	26.79
	R3	6.10	43.90	23.50	33.70	5.50	19.29	29.60	29.00
AN2	R1	3.00	8.50	10.80	16.60	3.10	11.50	13.70	16.29
	R2	0.90	10.20	35.79	16.90	1.40	12.10	11.30	13.80
	R3	2.20	12.60	12.40	18.29	2.80	12.90	13.30	15.80
COMP.NORT	R1	7.80	18.00	17.90	23.50	9.10	20.79	24.50	22.29
	R2	9.30	21.90	22.29	20.79	9.10	14.30	24.00	21.90
	R3	10.00	20.10	25.29	19.60	7.80	16.79	16.10	16.70
AN20	R1	1.10	8.80	11.20	16.79	1.60	13.80	11.50	16.40
	R2	1.50	12.60	14.30	19.20	2.90	13.10	14.20	11.30
	R3	1.90	14.00	17.40	14.00	2.30	10.60	8.10	12.50
MICH-21	R1	6.40	20.29	33.40	27.50	5.30	31.50	30.70	33.70
	R2	4.00	21.60	31.10	38.50	7.30	27.10	24.00	31.00
	R3	5.20	25.20	34.29	40.09	6.40	25.79	30.00	31.60
ZAC-58	R1	9.40	15.50	17.79	10.10	7.00	12.90	8.40	9.70
	R2	10.40	8.90	11.50	8.00	9.10	14.10	12.10	9.50
	R3	4.00	20.00	10.40	9.50	7.10	10.00	10.10	10.30
CRIOLLO	R1	6.40	20.90	22.50	31.10	5.40	23.90	19.50	24.50
	R2	6.80	15.10	18.79	24.50	1.70	20.29	19.79	23.10
	R3	4.00	14.80	19.70	17.29	6.50	21.60	17.10	20.70

Cuadro A.6 Peso seco de vaina (PSV)

Genotipos Rep.	Temporal				Riego				
	Muestreos				Muestreos				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
VS-201	R1	2.20	11.00	7.80	10.10	2.20	8.30	10.00	8.30
	R2	1.50	13.40	14.30	16.50	5.30	10.50	7.90	10.80
	R3	3.60	12.70	8.80	9.80	2.30	10.30	8.90	10.90
AN-447	R1	2.70	21.40	23.40	31.40	1.10	18.20	16.00	26.20
	R2	3.50	21.20	23.80	29.60	1.70	17.50	15.20	23.70
	R3	1.40	18.40	22.20	25.00	3.10	12.80	23.20	26.30
AN-430	R1	1.40	14.40	13.40	25.10	1.30	17.20	14.90	21.20
	R2	1.80	14.40	20.90	26.70	1.90	15.20	17.70	18.90
	R3	2.10	20.60	22.90	28.00	2.50	15.20	16.00	19.00
NEFO	R1	2.20	17.70	14.40	15.60	2.20	6.60	12.30	13.30
	R2	3.20	15.60	15.20	15.20	3.10	14.20	10.50	16.20
	R3	2.70	9.70	17.10	16.20	3.50	9.20	11.20	10.50
AN-310	R1	1.50	15.20	18.50	7.90	2.50	10.40	8.80	8.20
	R2	1.40	15.00	11.60	15.60	2.20	11.40	10.20	12.90
	R3	1.60	9.80	11.80	15.90	2.30	13.50	11.70	15.50
AN20XAN2	R1	1.30	13.30	14.80	16.30	1.80	10.00	12.70	19.60
	R2	0.90	14.20	22.90	25.90	1.50	15.00	19.20	13.70
	R3	1.90	21.40	14.80	22.20	1.50	12.20	17.80	19.20
AN2	R1	0.30	4.20	8.90	11.80	0.80	9.00	10.70	11.40
	R2	0.20	7.10	14.30	10.70	0.30	7.90	9.60	12.00
	R3	0.70	6.50	11.60	12.70	0.90	11.70	9.30	12.00
COMP. NORT	R1	2.20	12.20	13.20	17.10	2.70	13.30	16.29	14.40
	R2	3.20	13.90	16.00	14.50	3.00	10.40	14.20	15.40
	R3	3.30	11.00	12.70	14.20	2.30	10.70	10.60	11.90
AN20	R1	0.10	5.60	7.40	10.80	0.20	8.30	7.40	11.70
	R2	0.40	7.70	9.60	12.50	0.60	16.90	9.90	7.70
	R3	0.20	9.60	11.90	9.50	0.40	6.40	6.30	9.20
MICH-21	R1	1.70	15.50	23.60	24.50	1.60	16.60	23.20	32.50
	R2	1.50	16.10	23.80	30.80	2.40	19.20	19.70	27.40
	R3	2.00	20.70	29.00	35.10	2.30	19.50	28.50	27.10
ZAC-58	R1	5.30	13.30	13.20	7.40	2.40	10.30	8.50	8.50
	R2	5.20	7.80	9.80	5.10	4.00	12.30	11.90	8.00
	R3	2.00	18.50	11.90	8.30	3.50	8.70	8.10	7.20
CRIOLLO	R1	1.50	14.80	12.70	17.00	1.70	16.20	12.10	17.80
	R2	2.10	18.80	13.80	17.20	2.50	13.20	13.90	19.00
	R3	1.30	10.40	13.90	23.10	2.20	13.80	11.90	14.90

Cuadro A.7. Peso seco de flor (PSF) g/planta

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		Muestras				Muestras			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	0.0000	14.80	15.70	46.20	0.0000	7.40	22.40	35.20
	R2	0.0080	17.20	49.40	54.70	0.7000	23.20	9.20	32.20
	R3	0.2000	18.50	30.29	59.00	0.2000	13.70	32.20	60.90
AN-447	R1	0.0000	19.50	31.90	105.20	0.0000	8.80	30.60	89.00
	R2	0.0000	30.00	56.50	111.90	0.0100	16.40	31.60	80.69
	R3	0.0000	17.60	55.59	102.30	0.0000	18.29	47.00	103.50
AN-430	R1	0.0000	17.60	32.59	108.80	0.0000	15.00	34.70	89.00
	R2	0.0000	25.70	63.90	115.90	0.0000	24.00	44.59	80.09
	R3	0.0000	33.79	67.30	142.69	0.0000	17.20	38.20	86.40
NEPO	R1	0.0300	20.50	29.70	51.59	0.1000	5.20	20.79	36.09
	R2	0.0030	14.70	33.50	57.50	0.0000	20.79	16.79	34.00
	R3	0.3000	9.80	30.50	66.00	0.3000	9.20	24.40	34.40
AN-310	R1	0.0000	13.10	30.20	26.40	0.2000	9.80	9.60	34.70
	R2	0.0000	14.30	29.29	41.79	0.2000	17.29	31.60	44.50
	R3	0.0300	10.30	23.20	58.00	0.1000	20.29	26.00	45.29
AN20XAN2	R1	0.0030	16.00	37.00	84.30	0.0000	17.00	35.79	102.50
	R2	0.0000	19.29	68.40	130.39	0.0000	28.70	51.00	94.90
	R3	0.0000	31.70	53.00	132.00	0.0000	21.50	53.29	98.90
AN2	R1	0.0000	5.40	13.20	37.59	0.0000	11.40	22.79	36.29
	R2	0.0000	6.80	34.09	26.40	0.0000	7.50	15.90	22.10
	R3	0.0000	8.10	16.20	40.70	0.0000	14.30	21.90	35.20
COMP. NORT	R1	0.0300	13.30	20.20	80.69	0.1000	19.29	23.79	64.30
	R2	0.1000	15.50	28.10	86.40	0.1000	9.70	26.90	55.20
	R3	0.2000	17.40	24.20	56.00	0.2000	12.00	19.90	43.79
AN20	R1	0.0000	4.50	6.10	13.90	0.0000	7.50	6.00	11.00
	R2	0.0000	7.80	12.00	21.70	0.0000	7.20	10.70	6.80
	R3	0.0000	10.00	11.80	8.70	0.0000	6.40	5.20	15.40
MICH-21	R1	0.0000	6.70	44.50	38.20	0.0000	10.80	44.59	87.40
	R2	0.0000	10.40	38.29	97.09	0.0000	12.20	27.40	61.50
	R3	0.0000	16.70	53.79	117.00	0.0000	20.29	47.70	79.09
ZAC-58	R1	2.6000	15.20	25.60	17.20	0.8000	9.10	30.90	16.29
	R2	3.0000	9.40	13.70	15.60	1.2000	11.80	13.30	20.90
	R3	0.6000	15.30	18.20	27.00	1.7000	11.70	15.20	30.50
CRIOLLO	R1	0.1400	11.90	35.00	55.29	0.2000	16.50	17.20	26.90
	R2	0.0800	12.00	24.00	55.20	0.3000	13.10	32.70	72.40
	R3	0.0000	13.10	28.29	35.29	0.2000	13.30	30.70	59.50

Cuadro A.8 Peso seco total (PSTOT)

Genotipos	Rep.	Temporal				Riego			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Vs-201	R1	10.50	64.00	51.09	92.00	7.70	43.40	71.90	77.00
	R2	6.70	74.80	120.19	139.30	23.00	74.30	33.79	83.70
	R3	14.40	74.19	70.40	110.69	10.00	56.29	78.80	107.50
AN-447	R1	13.00	144.19	143.89	285.60	5.00	87.09	110.59	221.89
	R2	14.00	144.00	169.50	256.20	8.20	118.80	116.80	197.50
	R3	6.60	114.09	181.30	138.80	15.40	79.00	168.91	239.10
AN-430	R1	6.40	92.50	111.19	243.89	5.60	89.19	100.09	200.89
	R2	8.10	107.50	173.10	260.79	9.30	111.09	138.50	171.90
	R3	9.40	139.60	170.00	292.60	9.90	93.40	117.90	180.50
NEPO	R1	12.80	139.60	170.00	292.60	9.90	93.40	117.90	180.50
	R2	15.00	80.09	105.50	135.60	13.70	83.19	69.09	102.30
	R3	13.30	61.20	117.09	141.50	16.90	60.09	87.59	82.80
AN-310	R1	7.30	73.00	112.19	62.90	12.10	56.20	45.20	72.00
	R2	8.20	78.90	99.30	128.80	11.20	62.50	81.59	97.70
	R3	7.80	46.90	73.80	136.50	11.10	60.90	74.40	107.70
AN20XAN2	R1	6.90	63.90	95.19	178.30	8.60	64.40	98.40	190.50
	R2	4.70	92.69	180.69	247.89	10.50	105.30	131.60	178.40
	R3	8.10	161.89	126.09	242.60	7.10	81.19	143.69	197.00
AN2	R1	3.20	26.20	43.59	86.90	3.90	46.79	62.79	35.00
	R2	1.00	33.50	103.09	74.69	1.70	37.29	50.09	63.30
	R3	2.90	36.90	54.20	91.09	3.70	53.70	66.59	84.80
COMP. NORT	R1	10.80	64.69	90.30	166.80	12.70	85.80	101.50	149.50
	R2	14.40	67.59	103.00	166.10	13.60	54.40	99.80	128.70
	R3	15.50	72.50	98.40	128.00	11.40	64.80	73.30	92.90
AN20	R1	1.20	24.90	32.90	61.40	2.00	39.20	33.90	54.60
	R2	1.90	40.09	50.20	74.30	3.50	38.20	40.29	38.60
	R3	2.10	48.90	56.90	45.40	2.70	30.79	26.29	50.00
MICH21	R1	8.40	80.30	176.19	168.00	7.40	95.40	168.19	229.50
	R2	5.60	98.19	163.89	258.50	10.50	115.90	125.80	195.20
	R3	7.70	129.89	200.69	319.10	9.70	112.30	147.80	219.30
ZAC-58	R1	22.10	66.69	87.30	56.50	11.80	46.50	61.90	51.10
	R2	22.10	39.20	49.59	40.40	17.40	56.79	60.00	58.40
	R3	8.50	74.09	58.90	66.00	15.60	44.40	52.70	66.19
CRIOLLO	R1	9.10	77.50	112.40	152.60	7.50	103.00	84.80	125.00
	R2	9.60	65.80	93.80	145.39	11.70	77.90	103.30	160.20
	R3	5.50	53.40	98.80	111.19	9.70	70.80	94.00	136.60

Cuadro A.9. Índice de área foliar.

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R ₁	0.7590	1.5543	1.0598	1.3071	0.9448	2.1452	2.1716	1.6721
	R ₂	0.6640	1.6614	1.6523	2.3304	2.1218	2.2004	2.3284	2.2513
	R ₃	1.3063	1.4861	1.0205	0.9119	1.4882	2.1829	1.9739	1.6301
AN-447	R ₁	1.0006	3.2138	3.7474	3.4326	0.7588	4.0894	4.1432	4.8074
	R ₂	1.0547	3.3000	2.9070	3.0768	1.1264	5.1396	5.1701	5.5359
	R ₃	0.6738	2.9789	3.6855	2.8441	1.7374	5.4004	5.1119	5.0263
AN-430	R ₁	0.5651	2.4268	1.7698	2.1044	0.7728	2.7269	2.6308	3.5109
	R ₂	0.7320	2.6514	3.2099	2.6933	1.2039	3.8902	4.0407	2.6623
	R ₃	1.0002	3.1948	2.6738	8.7571	1.1478	3.4671	2.6106	3.1882
NEPÜ	R ₁	1.1143	1.9883	1.5408	1.7276	1.2892	1.9942	2.2603	2.2546
	R ₂	1.0043	1.7010	2.0761	2.0790	1.7258	2.7156	2.0895	2.6403
	R ₃	1.3156	1.7085	2.1680	1.5743	1.9987	2.3001	2.0006	1.8156
AN-310	R ₁	0.7134	1.7405	1.3871	1.0487	1.6088	2.3170	1.3890	1.5033
	R ₂	0.7805	1.9546	1.6433	2.0618	1.4795	2.1736	2.0285	2.4412
	R ₃	0.7099	1.6829	1.4210	1.8009	1.3905	2.4604	2.0148	2.1206
AN ₂ O _X	R ₁	0.6068	1.8118	1.9966	1.3680	1.2378	2.5981	2.5497	2.4349
	R ₂	0.5819	2.0689	2.6484	1.8659	1.0846	3.4284	3.2098	2.4861
	R ₃	0.9289	1.6209	2.0784	1.7631	0.9836	2.8058	3.3091	2.5283
AN ₂	R ₁	0.2043	1.3537	1.0352	0.9499	0.6036	1.8403	2.1235	1.6730
	R ₂	0.1020	1.1675	0.9647	1.0920	0.2784	1.8314	1.5055	1.9806
	R ₃	0.2801	1.5850	0.9960	1.2618	0.6454	1.8359	1.7614	1.7594
COMP NORT	R ₁	0.8968	1.3925	1.4094	1.5220	1.6348	2.3503	2.4190	3.3675
	R ₂	1.1580	1.8849	1.5894	1.4105	1.7239	2.3794	2.3015	2.2533
	R ₃	1.3319	1.6382	1.5594	1.4927	1.5355	2.3754	1.7951	1.9334
AN ₂ O	R ₁	0.1492	0.9615	0.8635	0.7980	0.3353	1.6758	1.8278	1.3314
	R ₂	0.1730	1.1763	0.8409	1.0596	0.4784	1.6876	1.3614	1.0158
	R ₃	0.1849	1.2845	0.8969	0.7282	0.4241	1.3936	0.9811	1.1402
MICH-21	R ₁	0.7225	1.9188	2.6541	1.8000	1.1954	3.1643	3.6016	2.9090
	R ₂	0.6090	2.4602	2.0647	2.0308	1.5065	3.4150	3.0456	2.8598
	R ₃	0.7499	2.2376	2.9628	2.2755	1.3543	3.7341	3.0970	3.1494
ZAC-58	R ₁	0.9109	1.0163	1.3179	0.8162	1.2834	1.4849	1.2421	1.0340
	R ₂	1.0955	0.7306	1.1093	0.6371	1.6361	1.6604	1.5448	1.3098
	R ₃	0.6162	1.1291	0.8857	0.7850	1.2812	1.1571	1.2999	1.2478
CRIOLLO	R ₁	0.7249	1.8993	1.7378	1.9216	0.9383	3.2974	2.6249	3.3364
	R ₂	0.8595	1.6074	1.7665	1.8523	1.2455	2.6358	2.3202	3.3926
	R ₃	0.6719	1.4490	1.5885	1.5412	1.2387	2.6583	2.1369	2.6235

Cuadro A.10. Tasa de crecimiento (TC) g/día

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS 201	R ₁	0.1981	1.9815	0.7167	2.9214	0.1481	1.2750	1.5833	0.3714
	R ₂	0.1264	2.5222	2.5222	1.3643	0.4423	1.8321	-2.2500	3.5643
	R ₃	0.3094	2.1407	-0.2111	2.8786	0.1923	1.6321	1.1250	2.3917
AN-447	R ₁	0.2453	2.9156	0.2467	9.1800	0.0962	1.7848	1.5667	7.4200
	R ₂	0.2642	2.8889	1.7000	5.7800	0.1577	2.3042	-0.1667	5.0438
	R ₃	0.1245	0.1667	4.4800	8.0333	0.2962	1.3826	6.3714	4.4313
AN-430	R ₁	0.1208	1.9133	1.1688	10.2077	0.1077	1.8174	0.7267	6.4857
	R ₂	0.1528	2.2089	4.3733	6.2643	0.1788	2.1167	2.0417	4.1733
	R ₃	0.1774	2.8933	2.0267	8.7571	0.1904	1.7396	2.0417	4.1733
NEPO	R ₁	0.2415	3.3148	0.2769	1.8737	0.1808	0.8821	3.6077	0.9632
	R ₂	0.2830	2.4111	1.9538	1.5842	0.2635	2.4821	-1.0846	1.7474
	R ₃	0.2509	1.7741	4.3000	1.2842	0.3250	1.4897	2.2917	0.0581
AN-310	R ₁	0.1377	2.4333	3.0154	-2.5947	0.2327	1.5750	-0.8462	1.4109
	R ₂	0.1547	2.6185	1.5692	1.5526	0.2154	1.8321	1.4692	0.8474
	R ₃	0.1472	1.4481	2.0692	3.3000	0.2135	2.4069	-0.5333	0.9765
AN ₂₀ X AN ₂	R ₁	0.1302	1.2667	1.9563	6.3923	0.1654	1.2130	2.1250	7.0846
	R ₂	0.0887	1.9556	5.5000	5.1692	0.2019	1.9750	1.8786	3.6000
	R ₃	0.1528	3.4178	-2.2375	8.9615	0.1365	1.5438	4.4643	4.1000
AN ₂	R ₁	0.0604	0.4792	1.2429	3.3308	0.0750	0.8755	1.1429	1.7077
	R ₂	0.0189	0.6771	6.3273	-1.7750	0.0327	0.7265	0.9143	1.0154
	R ₃	0.0547	0.7083	1.2357	2.8385	0.0712	1.0204	0.9214	1.4000
COMP. NORT.	R ₁	0.2038	1.9963	1.9692	4.0264	0.2442	2.6107	1.2077	2.5263
	R ₂	0.2717	2.7111	1.1846	3.3210	0.2615	1.4571	3.4923	1.5211
	R ₃	0.2925	2.1111	1.9923	1.5579	0.2192	1.8414	3.2417	1.0105
AN ₂₀	R ₁	0.0226	0.4938	0.5714	2.1923	0.0385	0.7592	-0.3786	1.5923
	R ₂	0.0359	0.7958	0.7214	1.8538	0.0673	0.7032	0.7214	-0.7462
	R ₃	0.0396	0.9750	0.5143	-0.8231	0.0519	0.5735	-0.3214	1.8231
MICH-21	R ₁	0.1585	1.5978	5.9938	-0.6308	0.1423	1.9130	4.5500	4.7154
	R ₂	0.1057	2.0578	4.1063	7.2769	0.2019	2.2913	0.6188	5.3385
	R ₃	0.1453	2.7156	4.4375	9.1000	0.1865	2.1375	2.5357	5.5000
ZAC-58	R ₁	0.4170	3.4308	1.8727	-1.4667	0.2269	2.4786	1.4000	-0.5143
	R ₂	0.4170	1.3154	0.9455	-0.4381	0.3346	2.8143	0.2909	-0.0762
	R ₃	0.1604	5.0462	-1.4091	0.3667	0.3000	2.0571	0.7545	0.5870
CRIOLLO	R ₁	0.1566	2.5630	1.9389	2.5125	0.1442	0.0936	-1.0111	2.5125
	R ₂	0.1811	2.0815	1.5556	3.2313	0.2250	2.3643	1.4111	3.5563
	R ₃	0.1038	1.7741	2.5222	0.9625	0.1865	2.1821	1.1600	3.0429

Cuadro A.11. Tasa relativa de crecimiento (TRC) g/día.

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	0.0444	0.0669	-0.0125	0.0420	0.0393	0.0618	0.0280	0.0050
	R2	0.0359	0.0894	0.0264	0.0105	0.0603	0.0419	-0.0438	0.0648
	R3	0.0528	0.0559	-0.0029	0.0323	0.0443	0.0596	0.0168	0.0259
AN-447	R1	0.0484	0.0535	0.0017	0.0439	0.0310	0.0621	0.0237	0.0464
	R2	0.0498	0.0518	0.0109	0.0275	0.0405	0.0557	-0.0014	0.0328
	R3	0.0356	0.0169	0.0309	0.0468	0.0526	0.0355	0.0540	0.0220
AN-430	R1	0.0350	0.0594	0.0115	0.0604	0.0331	0.0602	0.0077	0.0430
	R2	0.0395	0.0575	0.0318	0.0293	0.0429	0.0512	0.0189	0.0144
	R3	0.0423	0.0600	0.0131	0.0388	0.0441	0.0468	0.0194	0.0284
NEPO	R1	0.0481	0.0770	0.0027	0.0153	0.0431	0.0460	0.0668	0.0107
	R2	0.0511	0.0620	0.0212	0.0132	0.0503	0.0644	-0.0143	0.0207
	R3	0.0488	0.0565	0.0499	0.0106	0.0544	0.0437	0.0314	0.0007
AN-310	R1	0.0375	0.0053	0.0331	-0.0305	0.0479	0.0548	-0.0168	0.0245
	R2	0.0397	0.0839	0.0177	0.0137	0.0465	0.0614	0.0205	0.0095
	R3	0.0388	0.0664	0.0349	0.0324	0.0463	0.0685	-0.0069	0.0108
AN20X AN2	R1	0.0364	0.0495	0.0249	0.0483	0.0414	0.0438	0.0265	0.0508
	R2	0.0292	0.0663	0.0417	0.0243	0.0452	0.0480	0.0159	0.0234
	R3	0.0395	0.0666	-0.0156	0.0503	0.0377	0.0508	0.0408	0.0243
AN2	R1	0.0219	0.0436	0.0364	0.0531	0.0262	0.0507	0.0210	0.0233
	R2	0.0000	0.0732	0.1022	-0.0201	0.0102	0.0630	0.0211	0.0180
	R3	0.0201	0.0530	0.0275	0.0399	0.0252	0.0546	0.0154	0.0186
COMP. NORT.	R1	0.0449	0.0663	0.0256	0.0323	0.0489	0.0682	0.0129	0.0204
	R2	0.0503	0.0669	0.0125	0.0252	0.0502	0.0495	0.0467	0.0134
	R3	0.0517	0.0571	0.0235	0.0138	0.0468	0.0599	0.0625	0.0122
AN20	R1	0.0034	0.0632	0.0199	0.0480	0.0133	0.0607	-0.0104	0.0367
	R2	0.0121	0.0635	0.0160	0.0302	0.0241	0.0488	0.0168	-0.0172
	R3	0.0140	0.0656	0.0098	-0.0163	0.0191	0.0497	-0.0113	0.0493
MICH-21	R1	0.0402	0.0502	0.0491	-0.0037	0.0385	0.0556	0.0354	0.0239
	R2	0.0325	0.0636	0.0320	0.0350	0.0452	0.0522	0.0051	0.0338
	R3	0.0385	0.0628	0.0273	0.0356	0.0437	0.0510	0.0196	0.0304
ZAC-58	R1	0.0584	0.0858	0.0245	-0.0207	0.0475	0.0980	0.0260	-0.0091
	R2	0.0584	0.0441	0.0214	0.0098	0.0549	0.0845	0.0050	-0.0013
	R3	0.0404	0.1666	-0.0213	0.0059	0.0528	0.0747	0.0156	0.0099
CRIDILLO	R1	0.0399	0.0822	0.0207	0.0191	0.0387	0.0936	-0.0108	0.0243
	R2	0.0427	0.0713	0.5556	0.0274	0.0473	0.0677	0.0157	0.027
	R3	0.0322	0.0842	0.0842	0.0091	0.0437	0.0710	0.0142	0.0267

Cuadro A.12. Tasa relativa de crecimiento (TRC)

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	0.1416	0.0265	-.0213	0.0150	0.1408	0.0293	0.0007	-.0187
	R2	0.1391	0.0340	-.0003	0.0246	0.1563	0.0013	0.0031	-.0024
	R3	0.1519	0.0048	-.0209	-0.0080	0.1495	0.0137	-.0050	0.0159
AN-447	R1	0.1469	0.0259	0.0102	-0.0058	0.1366	0.0366	0.0009	0.0099
	R2	0.1479	0.0253	-.0085	0.0038	0.1442	0.0316	0.0005	0.0043
	R3	0.1394	0.0330	0.0142	-0.0173	0.1525	0.0247	-.0039	-.0011
AN-430	R1	0.1361	0.0324	-.0197	0.0133	0.1369	0.0274	-.0024	0.0206
	R2	0.1410	0.0286	0.0127	-0.0125	0.1454	0.0244	0.0032	-.0278
	R3	0.1469	0.0258	-.0119	0.0021	0.1445	0.0230	-.0236	0.0133
NEPO	R1	0.1489	0.0214	-.0193	0.0058	0.1468	0.0156	0.0096	-.0001
	R2	0.1489	0.0195	0.0153	0.0001	0.1524	0.0162	-.0202	0.0123
	R3	0.1520	0.0097	0.0183	-0.0169	0.1552	0.0048	-.0116	0.0010
AN310	R1	0.1405	0.0330	-.0175	-0.0147	0.1510	0.0130	-.0394	0.0042
	R2	0.1422	0.0340	-.0133	0.0119	0.1494	0.0137	-.0053	0.0097
	R3	0.1404	0.0320	-.0130	0.0125	0.1482	0.0197	-.0166	0.0015
AN20	R1	0.1374	0.0243	0.0061	-0.0291	0.1460	0.0169	-.0012	-.0035
	R2	0.1366	0.0282	0.0154	-0.0260	0.1434	0.0240	-.0047	-.0197
	R3	0.1455	0.0124	0.0155	-0.0127	0.1416	0.0218	0.0118	-.0207
AN2	R1	0.1169	0.0394	-.0192	-0.0066	0.1322	0.0227	0.0102	-.0183
	R2	0.1038	0.0508	-.0173	0.0077	0.1173	0.0384	-.0140	0.0211
	R3	0.1228	0.0361	-.0332	0.0182	0.1335	0.0213	-.0030	-.0001
COMP. NDRT.	R1	0.1448	0.0163	0.0009	0.0040	0.1513	0.0130	0.0022	0.0174
	R2	0.1496	0.0180	-.0131	-0.0063	0.1524	0.0115	-.0026	-.0011
	R3	0.1523	0.0077	-.0038	-0.0023	0.1501	0.0150	-.0233	0.0039
AN20	R1	0.1110	0.0388	-.0077	-0.0061	0.1209	0.0328	0.0062	-.0244
	R2	0.1137	0.0399	0.0154	0.0178	0.1275	0.0259	-.0153	-.0225
	R3	0.1150	0.0404	-.0257	0.0151	0.1254	0.0243	-.0251	0.0116
MICH21	R1	0.1407	0.0217	0.0203	-0.0299	0.1453	0.0212	0.0081	-.0164
	R2	0.1375	0.0310	-.0110	-0.0013	0.1498	0.0178	-.0072	-.0046
	R3	0.1414	0.0243	0.0175	-0.0203	0.1477	0.0211	-.0134	0.0013
ZAC-58	R1	0.1451	0.0084	0.0236	-0.0228	0.1467	0.0104	-.0162	-.0087
	R2	0.1486	-0.0312	0.0380	-0.0264	0.1513	0.0011	-.0066	-.0079
	R3	0.1377	0.0466	-.0221	-0.0057	0.1466	-.0073	0.0106	-.0018
CRIOLLO	R1	0.1408	0.0357	-.0049	0.0063	0.1407	0.0449	-.0127	0.0150
	R2	0.1440	0.0232	0.0052	0.0030	0.1407	0.0449	-.0071	0.0237
	R3	0.1393	0.0285	0.0051	-0.0019	0.1460	0.0273	-.0109	0.0147

Cuadro A.13 Tasa de asimilación neta (TAN)

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
WS-201	R1	0.8165	0.7441	-0.2313	1.0323	0.7172	0.5444	0.4585	0.1215
	R2	0.5849	0.9663	0.6343	0.2883	1.0593	0.5299	-0.6212	0.9729
	R3	0.7946	0.6397	0.710	1.2427	0.6280	0.5625	0.3386	0.8321
AN-447	R1	0.7950	0.6405	0.0296	1.0661	0.5625	0.5642	0.2379	1.0381
	R2	0.8178	0.6115	0.2285	0.8052	0.6559	0.5447	0.0202	0.5891
	R3	0.5690	0.0448	0.5623	1.0310	0.8448	0.2675	0.7578	0.5463
AN-430	R1	0.6421	0.6241	0.2340	2.2012	0.6201	0.6891	0.1696	1.3291
	R2	0.6500	0.6172	0.6237	0.8866	0.7022	0.5776	-0.9537	0.4212
	R3	0.5751	0.6380	0.0285	1.3447	0.7791	0.5182	0.4227	0.9026
NEPO	R1	0.7127	0.9151	0.6560	0.4773	0.6688	0.3411	1.0613	0.2667
	R2	0.9144	0.7598	0.4325	0.3177	0.7560	0.7105	-0.2838	0.4639
	R3	0.6404	0.4916	0.9286	0.2884	0.8202	0.4339	0.6672	0.0191
AN-310	R1	0.5989	0.8804	0.6069	-0.8935	0.7099	0.5070	-0.2916	0.6099
	R2	0.6224	0.8531	0.3664	0.5507	0.7069	0.6346	0.4372	0.2377
	R3	0.6427	0.5353	0.5569	0.8575	0.7395	0.8024	-0.1495	0.2952
AN20	R1	0.6511	0.4791	0.4284	1.6020	0.6546	0.4200	0.5160	1.7770
	R2	0.4598	0.6950	0.9765	0.9640	0.8679	0.6061	0.3539	0.7943
	R3	0.5285	0.1457	-0.5066	1.9484	0.6386	0.5550	0.9146	0.8833
AN-2	R1	0.7629	0.3282	0.4362	1.3991	0.5337	0.4932	0.3610	0.5649
	R2	0.4238	0.6453	2.4803	-0.7201	0.4476	0.5506	0.3436	0.3664
	R3	0.5300	0.3920	0.4061	1.0525	0.4782	0.5600	0.3202	0.4971
COMP. NOET.	R1	0.7266	0.7384	0.5857	1.1452	0.7348	0.8269	0.3166	0.5507
	R2	0.7752	0.7571	0.2848	0.9236	0.7512	0.4477	0.9327	0.4175
	R3	0.7383	0.5944	0.5193	0.4254	0.6966	0.5979	0.2237	0.3389
AN20	R1	0.3717	0.4718	0.2612	1.1001	0.4506	0.5696	-0.1352	0.6353
	R2	0.5206	0.6336	0.3008	0.8165	0.5892	0.4634	0.2969	-0.3951
	R3	0.5443	0.7161	0.1997	1.4264	0.4989	0.4398	-0.1709	1.0763
MICH-21	R1	0.6817	0.5435	1.1018	-0.1195	0.5622	0.5912	0.8418	0.9088
	R2	0.5268	0.6467	0.7582	0.4807	0.6524	0.6141	0.1198	1.1304
	R3	0.6051	0.8315	0.7157	1.4561	0.6612	0.5693	0.4654	1.1007
ZAC-58	R1	1.4667	1.4850	0.6723	-0.5836	0.8429	1.1212	0.6434	-0.2832
	R2	1.2489	0.6085	0.4344	-0.2143	1.0060	1.0672	0.1135	-0.0334
	R3	0.7916	2.4826	-0.5857	0.7831	1.1160	1.0555	0.3843	0.2880
CRIOLLO	R1	0.6717	0.8759	0.4445	0.5726	0.7027	1.1357	-0.2143	0.5294
	R2	0.6701	0.7259	0.3845	0.7442	0.8578	0.7968	0.3564	0.7875
	R3	0.4753	0.7311	0.6925	0.2563	0.7145	0.7336	0.3036	0.8081

Cuadro A.14 Relación área foliar (RAF) cm^2/g

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	86.73	115.88	54.02	41.93	98.15	137.69	63.70	41.51
	R2	118.93	145.58	43.14	36.57	73.80	97.49	78.80	76.62
	R3	98.58	119.61	41.42	27.27	119.05	143.33	51.05	32.16
AN-447	R1	92.36	119.10	57.14	44.82	121.40	158.96	67.52	47.30
	R2	90.40	117.89	48.07	34.99	109.89	144.50	70.02	57.83
	R3	122.50	376.02	55.72	51.67	90.25	144.94	79.00	41.13
AN-430	R1	105.96	137.44	50.58	29.45	110.40	134.85	45.48	33.09
	R2	108.43	138.03	51.84	34.64	103.55	129.39	51.35	35.72
	R3	127.68	155.13	46.33	30.16	92.75	122.44	47.41	31.84
NEPO	R1	104.46	127.83	40.85	32.17	109.71	156.50	69.10	40.48
	R2	80.34	105.82	49.09	42.01	100.77	126.88	50.30	44.83
	R3	118.70	152.20	55.72	35.57	94.61	125.22	48.88	35.94
AN-310	R1	117.27	145.88	43.44	34.84	106.36	139.34	57.56	41.20
	R2	114.21	143.94	49.58	39.06	105.63	133.50	47.70	39.87
	R3	109.21	152.27	66.16	38.93	100.21	124.54	45.96	37.38
AN20X	R1	105.51	139.55	59.19	34.37	115.14	143.23	53.00	30.95
	R2	148.58	175.36	44.36	26.62	82.63	108.68	45.55	30.66
	R3	137.61	149.62	31.79	28.49	110.83	138.43	46.06	28.68
AN2	R1	76.60	138.60	90.48	41.60	123.82	155.27	58.50	42.79
	R2	122.449	164.27	53.05	28.76	131.02	170.30	63.32	49.07
	R3	115.89	167.43	73.59	38.67	139.54	166.89	48.50	37.75
COMP. NORT.	R1	99.63	125.46	44.55	29.67	102.98	124.89	40.97	37.08
	R2	96.50	122.32	44.33	28.70	101.40	136.39	53.43	32.45
	R3	103.11	130.22	46.13	33.01	107.75	137.08	74.09	36.13
AN20	R1	149.29	195.62	77.83	47.09	134.10	168.30	77.33	62.64
	R2	109.23	144.43	44.36	37.21	108.19	143.53	57.89	43.60
	R3	105.64	137.16	50.70	38.19	125.64	161.84	66.03	48.08
MICH-21	R1	103.22	131.89	46.74	30.93	129.22	155.76	43.66	27.27
	R2	130.50	160.56	45.17	24.54	114.78	138.35	42.93	31.08
	R3	116.86	137.53	38.41	26.27	111.69	138.29	43.36	28.25
ZAC-58	R1	49.61	67.74	36.39	35.46	87.00	112.55	41.59	32.24
	R2	59.48	81.84	49.20	45.76	75.22	98.60	43.98	38.53
	R3	86.98	105.27	36.42	32.34	65.70	86.55	40.58	34.81
CRIOLLO	R1	104.80	134.21	47.96	33.66	100.03	125.69	50.37	46.11
	R2	107.43	136.75	51.91	37.87	85.16	112.23	45.03	34.91
	R3	146.59	179.15	51.85	35.48	102.15	132.19	40.22	33.55

Cuadro A.15. Peso específico foliar (PEF) g/cm²

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	0.0020	0.0041	0.0042	0.0046	0.0017	0.0035	0.0041	0.0049
	R2	0.0015	0.0041	0.0053	0.0052	0.0018	0.0042	0.0036	0.0035
	R3	0.0017	0.0041	0.0048	0.0067	0.0014	0.0034	0.0042	0.0048
AN-447	R1	0.0021	0.0049	0.0048	0.0055	0.0016	0.0016	0.0037	0.0043
	R2	0.0020	0.0045	0.0052	0.0060	0.0018	0.0040	0.0039	0.0040
	R3	0.0016	0.0038	0.0045	0.0056	0.0019	0.0030	0.0035	0.0051
AN-430	R1	0.0018	0.0039	0.0050	0.0065	0.0017	0.0041	0.0050	0.0056
	R2	0.0018	0.0021	0.0042	0.0055	0.0019	0.0041	0.0043	0.0055
	R3	0.0015	0.0037	0.0046	0.0059	0.0019	0.0040	0.0054	0.0059
NEPO	R1	0.0017	0.0043	0.0059	0.0067	0.0016	0.0035	0.0048	0.0053
	R2	0.0020	0.0045	0.0046	0.0041	0.0016	0.0045	0.0058	0.0050
	R3	0.0014	0.0037	0.0046	0.0051	0.0016	0.0044	0.0053	0.0047
AN-310	R1	0.0017	0.0040	0.0068	0.0067	0.0016	0.0043	0.0054	0.0054
	R2	0.0017	0.0041	0.0053	0.0055	0.0016	0.0040	0.0048	0.0050
	R3	0.0018	0.0032	0.0043	0.0055	0.0017	0.0044	----	0.0047
AN20X	R1	0.0019	0.0037	0.0037	0.0062	0.0016	0.0037	0.0048	0.0061
	R2	0.0014	0.0039	0.0054	0.0066	0.0016	0.0038	0.0047	0.0058
	R3	0.0014	0.0070	0.0080	0.0063	0.0017	0.0039	0.0049	0.0064
AN2	R1	0.0031	0.0044	0.0035	0.0058	0.0016	0.0036	0.0040	0.0051
	R2	0.0018	0.0037	0.0096	0.0110	0.0016	0.0036	0.0049	0.0045
	R3	0.0016	0.0033	0.0042	0.0056	0.0014	0.0036	0.0049	0.0055
COMP. NORT.	R1	0.0018	0.0045	0.0053	0.0058	0.0017	0.0045	0.0059	0.0052
	R2	0.0017	0.0041	0.0053	0.0060	0.0016	0.0035	0.0051	0.0063
	R3	0.0016	0.0041	0.0059	0.0061	0.0016	0.0038	0.0050	0.0055
AN20	R1	0.0015	0.0034	0.0046	0.0071	0.0015	0.0041	0.0045	0.0058
	R2	0.0018	0.0040	0.0054	0.0073	0.0019	0.0043	0.0057	0.0067
	R3	0.0021	0.0044	0.0063	0.0081	0.0017	0.0041	0.0050	0.0060
MICH-21	R1	0.0018	0.0040	0.0048	0.0058	0.0014	0.0045	0.0058	0.0063
	R2	0.0014	0.0032	0.0050	0.0071	0.0015	0.0040	0.0049	0.0059
	R3	0.0014	0.0038	0.0048	0.0061	0.0015	0.0036	0.0052	0.0062
ZAC-58	R1	0.0021	0.0053	0.0060	0.0054	0.0017	0.0044	0.0048	0.0050
	R2	0.0020	0.0045	0.0047	0.0048	0.0017	0.0044	0.0051	0.0047
	R3	0.0014	0.0050	0.0061	0.0050	0.0017	0.0049	0.0051	0.0050
CRIOLLO	1	0.0018	0.0041	0.0050	0.0061	0.0018	0.0041	0.0046	0.0046
	R2	0.0016	0.0036	0.0042	0.0050	0.0004	0.0028	0.0051	0.0048
	R3	0.0012	0.0034	0.0047	0.0049	0.0016	0.0042	0.0050	0.0050

Cuadro A.16. Proporción peso foliar (PPF)

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	3.6500	8.0070	5.4056	8.1571	2.6000	6.3099	8.0367	7.1031
	R2	3.4500	10.1328	11.1840	13.5797	6.2000	8.2834	4.9926	8.0068
	R3	5.3500	8.4721	6.1693	9.2547	3.3500	6.9595	7.0876	6.8651
AN-447	R1	5.0000	21.8347	18.3474	28.6137	1.9500	13.9224	14.7757	23.4660
	R2	5.1000	19.5354	19.0149	24.2738	3.3000	17.4778	14.5494	20.5229
	R3	2.5500	15.8809	20.2866	22.4346	5.4000	9.5184	19.8561	21.6828
AN-430	R1	2.4500	12.1765	12.4593	18.2506	2.1500	10.2741	11.3024	16.4057
	R2	3.1000	12.9509	16.9748	21.4148	3.6500	13.7829	13.6993	14.7291
	R3	3.5500	17.1754	15.5009	23.2526	3.4000	12.1864	13.5531	13.6245
NEPO	R1	4.5500	12.2945	12.5657	14.0380	3.3000	6.1468	10.6249	8.8062
	R2	4.9000	10.1112	10.7453	10.0785	4.4500	12.7035	9.9331	8.9953
	R3	4.3500	9.7711	11.8328	10.7830	5.1500	10.3357	8.0170	6.5967
AN-30	R1	2.8500	9.7390	14.8865	5.9353	4.2000	9.8247	6.3157	6.5847
	R2	3.2500	11.0412	11.8608	12.5412	3.9000	8.2124	8.3999	9.7350
	R3	3.0000	6.0640	9.5813	11.8196	3.8500	10.6976	6.8930	8.8127
AN20X AN2	R1	2.7500	7.9930	9.1835	14.2510	3.2000	8.5497	11.2864	13.1088
	R2	1.9000	12.8205	18.2708	16.9234	2.8000	12.0766	12.7416	13.4709
	R3	3.0500	21.9688	11.9241	16.8983	2.7500	9.6839	14.8672	14.5751
AN2	R1	1.5000	4.3073	5.4975	8.3621	1.5500	5.7831	6.9416	8.2306
	R2	0.4500	5.1134	17.9494	8.6896	0.7000	6.0688	5.7708	6.9893
	R3	1.1000	6.3298	6.3162	9.2181	1.4000	6.4761	7.7468	7.9902
COMP. NORT.	R1	3.9000	9.0603	9.0497	11.8022	4.5400	10.4529	12.3225	11.2319
	R2	4.6500	11.0031	11.2563	10.4671	4.5500	7.2336	12.0716	11.0432
	R3	5.0000	10.1190	12.7521	9.8988	3.9000	8.4602	8.1640	8.4367
AN20	R1	0.5500	4.4221	5.7337	8.4912	0.8000	6.9204	5.9535	8.3053
	R2	0.7500	6.3187	18.2708	9.6962	1.45000	6.5880	7.2356	5.8339
	R3	0.9500	7.0194	8.8248	7.1916	1.5000	5.3373	4.2515	6.3310
MICH-21	R1	3.2000	10.1899	16.7576	13.8494	2.6500	15.7778	15.4436	16.9169
	R2	2.0000	16.8204	15.6159	19.3102	3.6500	13.5815	12.1077	15.5615
	R3	2.6000	12.6200	0.0048	20.1038	3.2000	12.9285	15.0873	15.8684
ZAC-58	R1	4.7000	7.8205	8.9888	5.2075	3.5000	6.5253	4.3042	4.9322
	R2	5.2000	4.5827	5.8397	4.1423	4.5500	7.2301	6.1692	4.8536
	R3	2.0000	10.0270	5.3706	4.8284	3.5500	5.0800	5.1449	5.2263
CRIOLLO	R1	3.2000	10.4913	11.3430	15.5737	2.7000	11.9762	9.8909	12.3280
	R2	3.4000	7.6017	9.4805	12.3146	0.8500	10.1609	9.9983	11.6118
	R3	2.0000	7.4375	9.9249	8.7363	3.2500	10.8459	6.6649	10.4126

Cuadro A.17. Duración del área foliar (DAF)cm²

Genotipo	Rep.	Temporal Muestreo				Riego Muestreo			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R ₁	1821.5	5551.7	6273.7	5680.6	1511.5	4913.8	6906.7	6149.7
	R ₂	1593.6	5581.1	7953.0	9558.5	3394.8	6915.5	7246.2	7327.5
	R ₃	3135.2	6701.7	6015.7	4637.6	2381.1	5873.7	6650.7	5766.2
AN-447	R ₁	2401.5	10114.5	16706.8	17232.5	1214.0	7757.0	13172.0	14321.0
	R ₂	2535.2	1045.0	14896.5	14360.9	1802.3	10025.7	16495.5	17129.5
	R ₃	1617.09	8766.4	15994.5	15671.0	2779.8	11420.6	16819.8	16221.7
AN-430	R ₁	1356.3	7180.5	10071.5	9297.9	1236.5	5599.6	8572.2	9826.7
	R ₂	1756.6	8120.0	14067.7	14167.7	1926.1	8150.5	12689.4	10724.7
	R ₃	2400.3	10067.9	14084.5	13025.2	1836.5	7883.8	9724.2	9728.0
NEPO	R ₁	2674.2	7446.1	8434.2	7856.5	2062.7	5253.3	6807.2	7223.7
	R ₂	2410.3	6492.7	9065.2	9972.2	2761.3	7106.2	7688.1	7567.7
	R ₃	3157.5	7257.8	9305.0	8983.0	3197.8	6878.1	6881.1	6105.8
AN-310	R ₁	1712.1	5885.5	7506.3	5846.0	2574.0	6281.2	5929.6	4627.7
	R ₂	1873.1	6564.2	8635.0	8892.0	2367.2	5845.0	6723.3	7151.5
	R ₃	1703.8	5742.7	7449.2	7732.5	2224.8	6161.3	7160.2	6616.6
AN20X AN2	R ₁	1456.3	5804.5	9140.0	8075.1	1980.5	6065.3	8236.4	7975.2
	R ₂	1396.6	6362.1	11321.5	10834.4	1735.4	7220.8	10621.2	9113.4
	R ₃	2229.3	6119.5	8878.4	9219.5	1573.8	6063.1	9783.9	9339.9
AN2	R ₁	499.29	3739.1	5733.2	4764.1	965.79	3910.3	6342.1	6074.3
	R ₂	244.89	3047.0	5117.3	4936.0	445.50	3375.8	5339.1	5577.7
	R ₃	672.20	4476.1	6194.3	5418.7	1032.5	3970.0	5755.6	5633.2
COMP. NORT.	R ₁	2152.2	5494.1	6724.3	7035.3	2615.7	6376.1	7630.7	9258.4
	R ₂	279.20	7303.0	8336.4	7199.7	2758.2	6565.2	7489.3	7287.6
	R ₃	3196.5	7128.1	7674.1	7324.8	2456.8	6257.3	6672.7	5965.6
AN-20	R ₁	358.29	2663.8	4379.8	3987.6	536.40	3217.7	5605.7	5054.6
	R ₂	415.10	3238.1	4841.2	4561.2	757.40	3457.5	4878.3	3803.6
	R ₃	443.70	3526.6	5235.5	3873.2	678.50	2908.2	3799.1	3394.0
MICH-20	R ₁	1734.0	6339.2	10974.9	10689.7	1912.5	6975.5	10825.5	10417.0
	R ₂	1461.5	7366.0	10859.5	9829.0	2410.3	7874.3	10336.9	9448.5
	R ₃	1799.6	7170.0	12480.9	12571.7	2166.8	8141.5	10929.7	9994.2
ZAC-58	R ₁	2186.2	4625.2	5602.1	5121.7	2053.3	4429.2	4363.2	3641.8
	R ₂	2629.2	4362.6	4415.7	4191.3	2617.8	5274.3	5126.2	4567.2
	R ₃	1478.8	4188.7	4835.5	4009.5	2049.8	3091.3	3931.3	4076.3
CRIOLLO	R ₁	1739.6	6298.1	8729.2	8782.5	1501.3	6777.2	9475.7	9538.0
	R ₂	2062.8	5920.6	8097.3	8665.0	1992.8	6210.0	7929.5	9140.5
	R ₃	1612.5	5090.0	7289.8	7511.2	1981.9	6235.2	7672.2	7616.6

Cuadro A.18. Duración del peso foliar (DPF) g.

Geno- tipo	Rep.	Temporal				Riego			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	7.300	23.20	39.29	26.70	5.200	17.70	28.40	29.90
	R2	4.900	25.10	58.29	49.20	12.40	28.79	25.90	25.40
	R3	10.700	25.70	45.50	30.50	6.700	20.50	27.79	27.60
AN-447	R1	10.000	53.59	115.9	93.50	3.900	31.70	57.09	73.09
	R2	10.200	49.20	105.19	86.19	6.600	41.50	63.70	69.69
	R3	5.100	36.50	109.8	85.09	10.80	29.70	58.50	82.80
AN-430	R1	4.900	29.20	76.59	61.09	4.300	24.79	42.90	55.09
	R2	6.200	26.10	96.09	76.50	7.300	34.79	54.70	56.50
	R3	7.100	41.40	100.0	77.19	6.800	31.10	51.20	54.00
NEPO	R1	9.100	33.59	76.50	52.79	6.600	18.70	33.20	38.50
	R2	9.800	29.90	65.19	41.29	8.900	34.20	44.79	37.29
	R3	8.700	28.10	68.59	44.90	10.30	30.79	36.29	28.90
AN-310	R1	5.700	25.10	59.29	41.00	8.400	27.90	31.70	25.20
	R2	6.500	28.50	62.50	48.40	7.800	24.10	32.90	35.90
	R3	6.000	18.00	34.70	42.50	7.700	29.00	34.79	31.00
AN20 X AN2	R1	5.500	21.40	43.90	46.59	6.400	23.40	39.40	46.50
	R2	3.800	29.40	86.59	70.09	5.600	29.70	49.40	52.09
	R3	6.100	56.00	99.69	57.20	5.500	24.79	48.90	58.59
AN2	R1	3.000	11.50	18.79	27.40	3.100	14.60	25.20	30.00
	R2	0.900	11.10	28.20	52.70	1.400	13.50	23.40	25.10
	R3	2.200	14.80	23.70	30.70	2.800	15.70	28.20	31.10
COMP. NORT.	R1	7.800	25.79	60.29	40.90	9.080	29.87	45.29	46.79
	R2	9.300	31.20	73.09	43.09	9.100	23.40	38.29	45.90
	R3	10.000	36.09	60.29	44.90	7.800	24.60	32.90	32.79
AN20	R1	1.100	9.900	14.20	28.00	1.600	15.40	25.29	27.90
	R2	1.500	14.10	86.59	33.50	2.900	16.00	27.29	25.50
	R3	1.900	15.90	30.40	31.40	2.300	12.90	18.70	20.60
MICH-21	R1	6.400	26.70	110.4	60.90	5.300	36.79	62.20	64.40
	R2	4.000	25.60	120.8	69.59	7.300	34.40	51.09	55.00
	R3	5.200	30.40	151.0	74.40	6.400	32.20	55.79	61.59
ZAC-58	R1	9.400	24.90	53.00	27.90	7.000	19.90	21.29	16.10
	R2	10.400	19.29	28.60	19.50	9.100	23.40	26.40	21.60
	R3	4.000	24.00	38.50	19.90	7.100	17.10	20.10	20.40
CRIOLLO	R1	6.400	27.29	72.69	53.50	5.400	29.29	43.40	44.00
	R2	6.800	21.90	65.30	43.29	1.700	22.00	40.09	42.90
	R3	4.000	18.79	52.00	37.00	6.500	28.10	38.70	37.79

Cuadro A.19. Duración del peso del tallo (DPT) g.

Geno- tipo	Rep.	Temporal Muestras				Riego Muestras			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R ₁	0.9000	23.100	39.299	40.09	0.3000	15.60	36.09	43.29
	R ₂	0.3000	24.29	58.299	75.40	4.6000	28.79	31.50	32.20
	R ₃	1.9000	28.100	45.500	42.79	0.8000	19.29	41.09	44.70
AN-447	R ₁	0.2000	59.90	115.90	147.3	0.0000	32.29	67.00	93.69
	R ₂	0.3000	54.099	105.199	117.6	0.0000	50.09	91.40	93.50
	R ₃	1.1000	47.799	109.80	130.0	1.9000	30.90	85.50	122.6
AN-430	R ₁	0.1000	36.299	76.599	113.6	0.0000	36.40	64.50	86.19
	R ₂	0.1300	41.630	96.099	130.0	0.1000	44.00	93.09	92.90
	R ₃	0.1000	51.099	100.000	124.50	0.6000	37.29	73.50	84.90
NEFO	R ₁	1.5000	41.099	76.500	83.30	0.1000	10.10	36.90	59.50
	R ₂	1.9000	31.700	65.199	78.19	1.7000	24.60	45.20	55.90
	R ₃	1.6000	24.100	68.599	84.00	2.8000	24.00	57.29	61.09
AN-310	R ₁	0.1000	25.500	59.299	51.20	0.2000	16.70	31.10	30.79
	R ₂	0.3000	27.90	62.500	75.00	1.0000	18.50	40.70	44.20
	R ₃	0.2000	15.100	34.700	59.00	0.9000	26.70	49.09	52.70
AN20X AN2	R ₁	0.1000	18.900	43.900	74.40	0.4000	20.90	48.00	69.60
	R ₂	0.0080	33.60	86.599	110.90	3.4000	40.90	73.69	79.19
	R ₃	0.1300	65.029	99.699	89.50	0.1000	26.29	69.19	90.90
AN2	R ₁	0.0000	8.1000	18.799	31.60	0.0000	14.90	30.60	36.40
	R ₂	0.0000	9.4000	28.200	39.50	0.3000	9.70	23.00	28.70
	R ₃	0.0300	9.7300	23.700	135.50	0.0000	14.80	34.90	41.90
COMP. NORT.	R ₁	0.8000	22.100	60.299	84.59	0.8800	33.18	69.18	83.50
	R ₂	0.2000	36.599	73.099	66.69	1.4000	21.50	54.79	70.90
	R ₃	2.0000	26.100	60.299	74.40	1.1000	26.40	52.40	57.70
AN20	R ₁	0.0000	6.000	14.200	28.00	0.2000	9.90	18.70	24.60
	R ₂	0.0000	12.000	86.599	35.50	0.1000	11.10	24.60	26.40
	R ₃	0.0000	15.400	30.400	28.29	0.0000	7.40	14.10	19.70
MICH-21	R ₁	0.3000	36.000	110.40	152.6	0.5000	37.00	53.29	92.69
	R ₂	0.0900	50.290	120.80	162.69	0.8000	57.59	110.5	126.6
	R ₃	0.5000	67.800	151.000	210.6	1.1000	47.79	115.3	150.0
ZAC-58	R ₁	4.9000	27.200	53.000	52.50	1.6000	15.90	28.40	30.60
	R ₂	3.5000	16.700	28.60	27.20	3.2000	21.60	41.09	42.70
	R ₃	1.4000	21.799	38.500	38.90	3.4000	17.40	33.29	37.59
CRIOLLO	R ₁	0.3000	30.700	72.699	91.59	0.3000	46.70	82.40	91.90
	R ₂	0.6000	28.600	65.300	86.00	1.8000	33.20	68.40	82.59
	R ₃	0.3000	15.400	52.000	75.30	0.8000	23.00	56.50	75.90

Cuadro A.20. Area foliar específica (AFE) cm^2/g

Geno- tipo	Rep.	Temporal Muestras				Riego Muestras			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R ₁	910.7	1989.8	1389.0	1689.6	755.7	1861.4	1874.5	1446.9
	R ₂	796.8	2156.3	2081.4	2885.8	1697.4	1897.2	1970.0	1997.06
	R ₃	567.5	1929.8	1330.6	1195.4	1190.5	1923.9	1705.6	1416.8
AN-447	R ₁	1200.7	3976.6	4585.2	4242.6	607.0	3427.1	3432.2	3959.0
	R ₂	1265.5	1084.0	3589.8	3784.3	901.1	4248.2	4253.8	4572.3
	R ₃	808.5	3733.1	4536.4	3522.3	1389.9	4449.0	4318.1	4124.6
AN-430	R ₁	678.1	3050.4	2243.5	2611.2	618.2	2352.3	2211.0	2902.2
	R ₂	878.3	7573.3	3974.6	3345.9	963.0	3244.0	3345.7	2248.6
	R ₃	1200.1	4002.8	3320.2	3408.3	918.2	2908.7	2202.5	2628.1
NEPO	R ₁	1337.0	2532.8	1953.5	2147.6	1031.3	1751.6	1940.0	1889.3
	R ₂	1205.1	2164.2	2592.8	2611.7	1380.6	2327.5	1757.4	2197.9
	R ₃	1578.7	2231.6	2707.9	1899.9	1598.9	1995.3	1690.2	1553.1
AN-310	R ₁	856.0	2238.8	1772.2	1314.6	1287.0	2006.8	1206.2	1293.7
	R ₂	936.5	2489.6	2078.5	2558.0	1183.5	1890.6	1729.4	2050.7
	R ₃	851.9	2116.4	1873.4	2250.7	1112.4	2112.7	1704.2	1815.8
AN20X	R ₁	728.1	2306.4	2532.6	1773.2	990.2	2227.5	2162.0	2038.9
	R ₂	690.3	2666.4	3275.0	2326.4	867.7	2897.6	2681.6	2090.3
	R ₃	1174.6	2127.8	2538.3	2221.8	786.9	2387.7	2763.6	2112.08
AN2	R ₁	245.1	1706.1	1433.3	1254.8	482.8	1628.0	1826.8	1462.0
	R ₂	122.4	1537.0	1295.0	1342.6	222.7	1624.2	1325.4	1691.07
	R ₃	336.1	2054.7	1346.1	1610.5	516.2	1653.0	1522.9	1490.5
COMP. NORT.	R ₁	1076.0	1808.9	1784.1	1923.5	1307.8	2024.2	2025.5	2772.9
	R ₂	1389.5	2411.3	2010.5	1778.1	1379.0	2055.4	1974.3	1879.3
	R ₃	1598.2	2125.6	1969.0	1865.1	1228.4	2057.7	1549.2	1635.8
AN20	R ₁	179.1	1316.6	1167.2	1050.1	268.2	1508.2	1559.3	1192.2
	R ₂	207.5	1549.8	3275.0	1342.0	378.7	1460.6	1192.1	889.3
	R ₃	221.8	1658.2	1186.4	934.4	339.2	1262.3	890.0	1009.03
MICH-21	R ₁	867.0	2738.0	3289.3	2255.3	956.2	2711.8	2961.6	2421.0
	R ₂	730.7	3134.8	2614.2	2516.6	1205.1	2897.0	2537.2	2369.3
	R ₃	899.8	2858.1	3661.8	2834.2	1083.4	3156.5	2593.3	2602.08
ZAC-58	R ₁	1093.0	1335.8	1660.1	1068.2	1026.6	1334.5	1085.7	945.4
	R ₂	1314.5	10003.	1429.6	880.2	1308.9	1472.1	1328.6	1149.9
	R ₃	739.4	1539.3	1130.5	1044.1	1024.9	1070.0	1132.5	1101.2
CRIOLLO	R ₁	869.8	2415.4	2194.4	2396.5	750.6	2776.9	2210.3	2776.7
	R ₂	1031.4	2080.5	2247.5	2335.4	966.4	2694.7	1960.0	2807.8
	R ₃	806.2	1940.3	2023.6	1946.1	990.9	2279.1	1807.9	2198.7

Cuadro A.21. Eficiencia del área foliar (EAF) g cm².

Geno- tipo	Rep.	Temporal Muestreos				Riego Muestreos				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	
VS-201					0.0358				R ₁	0.0225
					0.0305				R ₂	0.0300
					0.0437				R ₃	0.0286
AN-447					0.0163				R ₁	0.0262
					0.0197				R ₂	0.0210
					0.0251				R ₃	0.0185
AN-430					0.0226				R ₁	0.0316
					0.0224				R ₂	0.0193
					0.0158				R ₃	0.0201
NEFO					0.0187				R ₁	0.0454
					0.0392				R ₂	0.0245
					0.0345				R ₃	0.0377
AN-310					0.0351				R ₁	0.0540
					0.0330				R ₂	0.0319
					0.0402				R ₃	0.0332
AN20XAN2					0.0411				R ₁	0.0284
					0.0248				R ₂	0.0316
					0.0353				R ₃	0.0255
AN2					0.0101				R ₁	0.0078
					0.0112				R ₂	0.0119
					0.0098				R ₃	0.0103
COMP. NORT.					0.0488				R ₁	0.0374
					0.0346				R ₂	0.0331
					0.0341				R ₃	0.0296
AN20					0.0054				R ₁	0.0022
					0.0045				R ₂	0.0030
					0.0042				R ₃	0.0050
MICH-21					0.0288				R ₁	0.0327
					0.0249				R ₂	0.0279
					0.0354				R ₃	0.0214
ZAC-58					0.0119				R ₁	0.0373
					0.0438				R ₂	0.0406
					0.0323				R ₃	0.0457
CRIOLLO					0.0404				R ₁	0.0284
					0.342				R ₂	0.0313
					0.0421				R ₃	0.0280

Cuadro A.22. Índice de crecimiento del cultivo (ICC)

Geno- tipo	Rep.	Temporal Muestras				Riego Muestras			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R1	0.0001	0.0008	-0.0003	0.0012	0.0001	0.0008	0.0011	0.0002
	R2	0.0001	0.0011	0.0011	0.0006	0.0003	0.0011	-0.0014	0.0022
	R3	0.0001	0.0009	-0.0001	0.0012	0.0001	0.0010	0.0007	0.0015
AN-447	R1	0.0001	0.0012	0.0001	0.0038	0.0001	0.0011	0.0010	-0.0046
	R2	0.0001	0.0012	0.0007	0.0024	0.0001	0.0014	-0.0001	0.0032
	R3	0.0001	0.0001	0.0019	0.0033	0.0002	0.0009	0.0040	0.0028
AN-430	R1	0.0001	0.0008	0.0005	0.0043	0.0001	0.0011	0.0005	0.0041
	R2	0.0001	0.0009	0.0018	0.0026	0.0001	0.0013	0.0014	0.0014
	R3	0.0001	0.0012	0.0008	0.0036	0.0001	0.0011	0.0013	0.0026
NEPO	R1	0.0001	0.0014	0.0001	0.0008	0.0001	0.0006	0.0023	0.0006
	R2	0.0001	0.0010	0.0008	0.0007	0.0002	0.0016	-0.0007	0.0011
	R3	0.0001	0.0007	0.0018	0.0005	0.0002	0.0009	0.0014	0.00004
AN-310	R1	0.0001	0.0010	0.0013	-0.0011	0.0001	0.0010	-0.0005	0.0009
	R2	0.0001	0.0011	0.0007	0.0006	0.0001	0.0011	0.0009	0.0005
	R3	0.0001	0.0006	0.0009	0.0014	0.0001	0.0015	-0.0003	0.0006
AN20X AN2	R1	0.0001	0.0005	0.0008	0.0027	0.0001	0.0008	0.0013	0.0044
	R2	0.00004	0.0008	0.0023	0.0022	0.0001	0.0012	0.0012	0.0023
	R3	0.0001	0.0014	-0.0009	0.0037	0.0001	0.0010	0.0026	0.0026
AN2	R1	0.00003	0.0002	0.0005	0.0014	0.00005	0.0005	0.0007	0.0011
	R2	0.00001	0.0003	0.0026	-0.0007	0.00002	0.0005	0.0006	0.0006
	R3	0.00002	0.0003	0.0005	0.0012	0.00004	0.0006	0.0006	0.0009
COMP. NORT.	R1	0.0001	0.0008	0.0008	0.0017	0.0002	0.0016	0.0008	0.0016
	R2	0.0001	0.0011	0.0005	0.0014	0.0002	0.0009	0.0022	0.0010
	R3	0.0001	0.0009	0.0008	0.0006	0.0001	0.0012	0.0020	0.0006
AN20	R1	0.0001	0.0002	0.0002	0.0009	0.00002	0.0005	-0.0002	0.0010
	R2	0.00001	0.0003	0.0003	0.0008	0.00004	0.0004	0.0005	-0.0005
	R3	0.00002	0.0004	0.0002	-0.0003	0.00003	0.0004	-0.0002	0.0011
MICH-21	R1	0.0001	0.0007	0.0025	-0.0003	0.0001	0.0012	0.0028	0.0029
	R2	0.00004	0.0009	0.0017	0.0030	0.0001	0.0014	0.0004	0.0033
	R3	0.0001	0.0011	0.0018	0.0038	0.0001	0.0013	0.0016	0.0034
ZAC-58	R1	0.0002	0.0014	0.0008	-0.0006	0.0001	0.0015	0.0009	-0.0003
	R2	0.0002	0.0005	0.0004	-0.0002	0.0002	0.0018	0.0002	-0.00005
	R3	0.0001	0.0021	-0.0060	0.0002	0.0002	0.0013	0.0005	0.0004
CRIOLLO	R1	0.0001	0.0011	0.0008	0.0010	0.0001	0.0021	-0.0006	0.0016
	R2	0.0001	0.0009	0.0006	0.0013	0.0001	0.0015	0.0009	0.0022
	R3	0.00004	0.0007	0.0011	0.0004	0.0001	0.0014	0.0007	0.0019

Cuadro A.23. Índice de cosecha (IC)

Geno- tipo	Rep.	Temporal Muestreos				Riego Muestreos			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
VS-201	R ₁				0.7263				0.6063
	R ₂				0.4655				0.4502
	R ₃				0.8217				0.9409
AN-447	R ₁				0.4243				0.4822
	R ₂				0.5583				0.4975
	R ₃				0.5396				0.5496
AN-430	R ₁				0.5798				0.5729
	R ₂				0.5759				0.6283
	R ₃				0.6854				0.6611
NEPO	R ₁				0.4133				0.4113
	R ₂				0.5301				0.3584
	R ₃				0.6294				0.5117
AN310	R ₁				0.5208				0.6698
	R ₂				0.5163				0.6023
	R ₃				0.5320				0.5227
AN20X AN2	R ₁				0.6457				0.8386
	R ₂				0.7990				0.8183
	R ₃				0.8593				0.7244
AN2	R ₁				0.5491				0.5367
	R ₂				0.3935				0.3862
	R ₃				0.5814				0.5110
COMP. NORT.	R ₁				0.6748				0.5437
	R ₂				0.7805				0.5407
	R ₃				0.5600				0.2895
AN20	R ₁				0.2107				0.1817
	R ₂				0.2970				0.1540
	R ₃				0.1707				0.3205
MICH21	R ₁				0.2119				0.4396
	R ₂				0.4332				0.3312
	R ₃				0.4168				0.4062
ZAC-58	R ₁				0.3152				0.3372
	R ₂				0.4529				0.4013
	R ₃				0.4947				0.6151
CRIOLLO	R ₁				0.4092				0.1794
	R ₂				0.4406				0.5937
	R ₃				0.3221				0.5556

Cuadro A.24. Densidad y tamaño de estomas de los genotipos en el haz y envés de la hoja, bajo condiciones de temporal.

Genotipo	Rep.	Haz			Envés		
		Número estomas	Largo	Ancho	Número estomas	Largo	Ancho
VS-201	R1	9.1	64.54	46.80	12.0	56.08	54.50
	R2	8.3	56.76	46.85	12.4	53.41	51.27
	R3	13.2	44.86	29.89	17.7	45.10	34.82
AN-447	R1	8.2	56.28	42.89	12.7	58.64	45.86
	R2	10.3	50.74	45.27	13.3	50.25	49.04
	R3	12.4	46.73	32.32	15.3	47.94	35.58
AN-430	R1	9.6	55.84	46.49	13.3	51.95	50.25
	R2	9.9	56.89	46.85	13.4	55.06	50.45
	R3	11.4	52.80	30.39	14.3	51.83	41.07
NEPO	R1	10.9	55.72	42.65	13.4	51.59	51.30
	R2	13.9	47.41	57.32	17.1	42.35	39.32
	R3	9.8	59.54	40.00	12.6	64.84	43.08
AN-310	R1	7.6	61.48	44.06	11.5	59.29	48.60
	R2	10.7	52.15	41.19	12.7	51.18	46.49
	R3	10.2	54.99	44.47	13.0	51.59	42.53
AN20XAN2	R1	8.5	61.60	46.29	12.6	61.87	51.52
	R2	10.3	59.00	49.75	14.1	53.34	49.82
	R3	15.6	48.99	32.56	18.7	47.87	37.74
AN2	R1	9.5	54.55	46.00	14.1	50.33	53.85
	R2	10.2	49.84	41.82	13.0	48.99	47.65
	R3	16.3	45.47	31.18	22.5	42.60	33.61
COMP. NORT	R1	7.9	60.51	42.28	12.3	57.66	44.54
	R2	9.5	51.95	45.20	13.2	49.21	48.55
	R3	9.6	52.80	41.46	12.0	54.99	40.97
AN2	R1	9.5	56.08	51.64	12.9	57.71	51.71
	R2	9.9	57.91	48.67	13.3	56.74	46.78
	R3	8.3	60.90	48.64	9.2	64.30	52.39
MICH-21	R1	8.2	57.96	41.63	12.4	53.22	46.53
	R2	9.3	53.48	46.36	11.6	50.79	47.99
	R3	9.3	57.74	38.95	11.2	51.83	42.60
ZAC-58	R1	9.2	55.67	48.60	12.0	51.59	56.90
	R2	10.2	51.64	41.75	13.0	51.05	41.82
	R3	7.6	59.19	39.75	8.6	57.59	43.01
CRIOLLO	R1	8.8	57.59	41.31	13.3	55.55	45.81
	R2	10.0	50.98	36.16	12.4	49.35	40.48
	R3	11.9	50.06	33.53	17.0	46.17	37.32

Cuadro A.25. Densidad y tamaño de estomas de los genotipos en el haz y envés de la hoja, bajo condiciones de riego.

Genotipo	Rep.	Haz			Envés		
		Número estomas	Largo	Ancho	Número estomas	Largo	Ancho
VS-201	R1	11.5	52.90	35.16	17.3	51.27	35.41
	R2	10.6	49.40	36.86	12.0	46.46	36.36
	R3	11.0	47.80	37.59	14.4	44.91	40.34
AN-447	R1	11.0	57.28	46.10	12.2	56.55	45.20
	R2	8.6	53.65	37.98	11.2	49.99	37.91
	R3	11.2	49.04	36.77	17.5	43.81	34.87
AN-430	R1	12.3	53.14	38.56	16.1	52.32	41.63
	R2	8.9	52.20	38.64	11.7	52.97	37.49
	R3	12.2	44.15	36.77	16.8	45.20	39.61
NEPO	R1	11.3	58.00	40.41	14.3	54.75	44.30
	R2	9.1	52.66	37.96	11.9	51.64	37.71
	R3	12.0	44.71	38.39	16.3	41.55	39.12
AN-310	R1	8.2	60.58	42.28	11.5	57.66	44.40
	R2	10.5	48.24	34.94	10.3	49.33	35.65
	R3	11.9	49.09	36.13	14.7	44.40	39.92
AN20XAN2	R1	10.2	62.69	44.23	12.0	58.81	48.53
	R2	9.2	51.03	36.69	12.0	50.91	37.49
	R3	13.7	44.88	38.64	16.3	44.71	42.84
AN2	R1	10.7	56.30	41.97	14.3	55.33	45.85
	R2	11.0	50.11	34.14	13.0	48.92	38.76
	R3	13.6	43.91	35.55	19.1	43.77	40.82
COMP.NORT	R1	9.1	56.79	42.60	10.0	57.52	47.97
	R2	9.3	47.70	35.43	11.9	49.28	37.06
	R3	11.9	45.51	35.41	16.3	40.17	36.62
AN20	R1	10.5	62.14	47.07	14.3	59.71	45.51
	R2	9.8	47.63	37.54	11.6	48.28	36.74
	R3	13.0	52.49	40.82	15.8	50.47	42.92
MICH-21	R1	13.3	46.66	33.85	16.1	44.96	38.64
	R2	9.8	50.50	33.34	11.6	51.44	35.19
	R3	12.7	41.38	34.43	15.4	41.24	39.85
ZAC-58	R1	12.2	49.77	32.49	16.5	44.23	37.01
	R2	8.6	51.64	35.24	12.2	50.25	34.58
	R3	12.2	47.14	40.10	15.4	40.10	40.99
CRIOLLO	R1	8.6	60.02	43.18	11.3	56.30	45.37
	R2	9.9	52.93	37.91	9.6	53.02	42.89
	R3	12.4	45.18	36.94	16.5	43.08	42.35

Cuadro A.26. Datos de contenido relativo de agua (%), antes, después y la pérdida de humedad durante el castigo.

Genotipo	Rep.	CRA (%)		
		Antes del castigo	Después del castigo	Pérdida de humedad durante el castigo
VS-201	R1	88.16	25.85	62.31
	R2	78.35	19.65	58.70
	R3	89.13	15.54	73.79
AN-447	R1	92.72	11.93	80.79
	R2	72.60	17.95	54.65
	R3	86.20	21.83	64.37
AN-430	R1	90.27	20.66	69.61
	R2	90.83	11.20	79.63
	R3	77.81	12.70	65.11
NEPO	R1	85.48	16.22	69.26
	R2	83.05	25.00	58.05
	R3	87.71	27.27	60.44
AN-310	R1	89.94	17.92	71.02
	R2	89.43	16.90	72.53
	R3	81.54	18.12	63.42
AN2OXAN2	R1	78.65	14.29	64.36
	R2	71.69	14.60	57.09
	R3	87.50	14.29	73.21
AN2	R1	85.34	28.14	57.20
	R2	85.02	22.76	62.26
	R3	85.18	22.45	59.73
COMP. NORT	R1	76.76	21.55	55.21
	R2	80.94	27.35	53.59
	R3	89.81	26.97	62.84
	R1	85.91	17.17	68.74
	R2	91.94	14.66	77.28
	R3	89.81	14.36	75.45
MICH-21	R1	77.19	25.93	51.26
	R2	89.86	18.66	71.20
	R3	86.03	13.87	72.16
ZAC-58	R1	84.28	19.37	64.91
	R2	84.62	26.22	58.40
	R3	86.58	25.79	60.79
CRIOLLO	R1	84.30	15.08	69.22
	R2	76.38	18.75	57.63
	R3	81.38	19.85	61.53