

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Relación entre el rendimiento y otras características
morfofisiológicas en triticale bajo diferentes regímenes de
humedad.

Por:

JAVIER MONTEJO HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Relación entre el rendimiento y otras características
morfofisiológicas en triticale bajo diferentes regímenes de
humedad.

TESIS

Por:

JAVIER MONTEJO HERNÁNDEZ

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

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO

Aprobada

Comité Particular

Asesor Principal Dr. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor Dr. Carlos Javier Lozano Cavazos

Asesor Dr. Luis Ibarra Jiménez

Asesor Dra. Iliana de la Garza Rodríguez

Dr. Fernando Ruiz Zárate
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me dio la vida, la fuerza y la salud para lograr esta meta en mi vida profesional.

A mis papas que nunca me dejaron de apoyar incondicionalmente.

Le quiero dar las gracias a mi esposa Cynthia G. Jimenez Guerrero por estar siempre a mi lado en momentos de angustias y alegrías, al igual quiero agradecerle a mi hijo hermoso Javier E. Montejo Jimenez por su dulce sonrisa.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Rio por permitirme participar en uno de sus trabajos de investigación, así como por el tiempo y esfuerzo dedicados.

Al personal de programa de cereales por su apoyo en el trabajo de campo, así como en la toma de datos para este trabajo.

A mis compañeros y amigos de la universidad que de alguna manera hicieron agradable mi estancia.

A mi ALMA TERRA MATER por haberme permitido formarme en sus aulas, y llegar a ser hoy un profesionalista.

DEDICATORIA

Al ser todo poderoso, que me ilumina, me guía por el buen camino y que me ha permitido llegar a lograr mis metas de vida.

A mi Dios.

A mis padres *Rosa Hernandez* y *Domingo Montejo* que siempre estuvieron brindándome sus apoyos y consejos.

A mi esposa *Cynthia G. Jimenez Guerrero* y a mi hijo *Javier E. Montejo Jimenez* que siempre me dieron una sonrisa, y animos para salir adelante.

A esos jóvenes que han sido la motivación que yo pudiera salir adelante y que con su amor hacen mi vida feliz. "*a mis hermanos*"

Juan, Romeo, Aide, Martin, Hilario, Guadalupe, Jose Luis,

A todos mis amigos y compañeros que siempre estuvieron dándome animos y fuerza para continuar con mis estudios.

RESUMEN

Relación entre el rendimiento y otras características morfofisiológicas en triticale bajo diferentes regímenes de humedad.

Se realizó la presente investigación en dos localidades del noreste de México: Navidad, N. L. Y Zaragoza Coah., durante el ciclo otoño-invierno 2012-2013, y durante el verano del 2013. Con el objetivo de determinar la relación entre el rendimiento y otras características morfo fisiológicas en triticale en 33 genotipos incluyendo 6 progenitoras femeninas y un progenitor masculino. Se utilizó un diseño en campo de bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento en cada uno de los cinco ambientes; Se evaluaron las siguientes variables; longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espiga (LONESP), longitud de aristas (LONARI), peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espiga (PSESP), peso seco de hoja (PSHOJ), granos por espiga (GRAESP), peso de granos por espiga (PGESP), peso de mil granos (P1000G), rendimiento de grano (RDTO), biomasa seca foliar a madurez fisiológica (BHOJMF), biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF), días a madurez fisiológica (MF), contenido de clorofila, Stay Green (SG), índice de susceptibilidad al estrés de sequía (SSI). Se realizaron análisis de varianza individuales por ambiente y combinados por ambientes, se realizaron pruebas de comparación de medias por localidad y el combinado entre ambientes por cada uno de las variables estudiadas. Utilizando la prueba de tukey al 5% de probabilidad, así mismo de cálculo el coeficiente de variación para cada uno de las características estudiadas con el fin de precisar la exactitud de la conducción del experimento.

Se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la mayoría de las variables en estudio en todos los ambientes de evaluación (cuadros A1, A3, A5, A7, A9). En los análisis de varianza combinados (Cuadro 4.1), registraron diferencias altamente significativas en las fuentes de variación ambientes y tratamientos y en la interacción ambiente x tratamientos en todas las variables confirmando las diferencias entre los

ambientes y la diversidad genética entre los tratamientos, así como el comportamiento diferencial de los genotipos en el caso de la interacción ambientes x tratamientos. Los coeficientes de variación oscilaron entre 1.3 y 28.3 %. Para el análisis combinado se observa claramente la tendencia en la reducción de los valores de todas las características evaluadas al incrementar las condiciones ambientales desfavorables

Particularmente al aumentar el déficit de humedad, confirmando a los ambientes de Zaragoza como los de mayor potencial para la expresión de las diferentes características en comparación con los ambientes de Navidad que confirmaron ser los más desfavorables. De acuerdo al análisis de regresión entre las principales variables morfológicas y fisiológicas y el rendimiento mostraron en forma general una relación positiva y significativa ($p < 0.05$). Con respecto al carácter "stay green", los resultados de este estudio no reportaron ninguna asociación entre esta característica con el rendimiento de biomasa foliar, biomasa total o el rendimiento de grano. Estos resultados no concuerdan con los reportes de diversos autores que señalan que el mantenimiento del área foliar verde (stay-green) es una herramienta prometedora (Jordan et al, 2012), debido posiblemente a que los ambientes con menos condiciones favorables como fueron los de Navidad, N.L., estuvieron sujetos a un estrés de humedad muy severo que no permitió una mayor expresión del carácter de los genotipos, ya que Van Oosterom et al, (1996), mencionan que el stay-green es genética y fisiológicamente complejo, ya que puede exhibir una amplia gama de patrones de expresión y sensibilidad ambiental dependiendo del genotipo. De acuerdo al análisis de varianza del índice de susceptibilidad a sequía (SSI) utilizando las variables de rendimiento (Cuadro 4.5), se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las variables rendimiento (RDTO) y biomasa total (BTOT); para la variable biomasa de hoja (BHOJ), únicamente se registraron diferencias significativas. Este índice clasifica a los genotipos con valores inferiores a la unidad, como genotipos tolerantes o resistentes a la sequía. De acuerdo con los resultados de la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.6), de este índice aplicado al rendimiento de grano (RDTO), se reportaron 13 genotipos con valores menores a la unidad

Por:

JAVIER MONTEJO HERNÁNDEZ

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2013

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río – Asesor

ABSTRACT

Relationship between yield and other characteristics morphophysiological triticale under different moisture regimes.

by:

This research was conducted at two locations in northeastern Mexico: Navidad, N. L. And Zaragoza Coahuila During the autumn- winter 2012-2013 cycle and during the summer of 2013. In order to determine the relationship between yield and other physiological morphological characteristics in 33 triticale genotypes including 6 female parent and male parent. Design was used in field randomized complete block design with three replicates per treatment in each of the five environments, peduncle length (LONPED) , spike length (LONESP), length of edges (LONARI), the following variables were evaluated , dry weight of stem (PSPED) , dry weight of stem (PSESP) , leaf dry weight (PSHOJ) , grains per spike (GRAESP) , grain weight per spike (PGESP) , thousand kernel weight (P1000G) , yield grain (YIELD) , leaf dry biomass at physiological maturity (BHOJMF) , total biomass at physiological maturity (BTOTMF) , days to physiological maturity (MF), chlorophyll content, Stay Green (SG) , stress susceptibility index of drought (SSI) . Analysis of variance was performed by individual and combined by

room environments , means comparison tests were performed between town and combined environments for each of the variables studied. Using the Tukey test at 5% probability, so the same calculation the coefficient of variation for each of the characteristics studied in order to clarify the accuracy of the conduct of the experiment.

Highly significant differences between treatments in most of the study variables in all evaluation environments (Tables A1, A3, A5, A7, A9) were recorded. In the analysis of pooled variance (Table 4.1), showed highly significant differences in source environments change and treatments and ambient x treatment interaction for all variables confirming the differences between environments and genetic diversity between treatments and the differential behavior of the genotypes in the case of x treatment interaction environments. The coefficients of variation ranged between 1.3 and 28.3 %. For the composite analysis clearly shows the trend in reducing the values of all the characteristics evaluated by increasing environmental stresses

Particularly with increasing moisture deficit, confirming the Zaragoza environments as the most potential for expression of the different characteristics compared to environments Christmas confirmed to be the worst . According to regression analysis between the main morphological and physiological variables and performance in general showed a positive and significant relationship ($p < 0.05$). With respect to the character "stay green" , the results of this study reported no association between this characteristic with the performance of foliar biomass , total biomass and grain yield . These results do not agree with the reports of several authors point out that the maintenance of green leaf area (stay- green) is a promising tool (Jordan et al, 2012) , possibly due to the less favorable environments as were those of Christmas, NL, were subjected to severe moisture stress that prevented increased expression of the character of the genotypes , as Van Oosterom et al, (1996) mention that the stay- green is genetically and physiologically complex since can exhibit a wide range of expression patterns depending on the environmental sensitivity and genotype . According to the analysis of variance of drought susceptibility index (SSI) using performance variables (Table 4.5), highly significant differences between treatments in the variables yield (YIELD) and total biomass (Btot) found, for the variable leaf biomass

(Bhoj) only significant differences were recorded. This ranks the genotypes with less than unity, as tolerant or drought resistant genotypes values. According to the test results for comparison of means (Table 4.6), this index applied to grain yield (YIELD), 13 genotypes with lower unit values were reported.

JAVIER MONTEJO HERNÁNDEZ

MASTER OF SCIENCE IN PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DECEMBER 2013

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río - Advisor

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	Iii
DEDICATORIA	Iv
RESUMEN	V
ABSTRACT	Vii
CONTENIDO	Xi
INDICE DE CUADROS	Xii
INDICE DE FIGURAS	Xii
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	Xiv
INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE	Xv
I. INTRODUCCION	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
Introducción.....	3
Generalidades del cultivo de triticale.....	4
Tipos de Triticale forrajero.....	5
Estrés abióticos.....	6
Senescencia foliar.....	12
Contenido de clorofila.....	13
Stay green.....	14
Indices de tolerancia a la sequía.....	17
Utilidad de características morfológicas en la selección para tolerancia a sequía.....	20
III. MATERIALES Y METODOS	25
Localización de los sitios experimentales.....	25
Material genético utilizado.....	25
Establecimiento de los experimentos.....	25
Tamaño de parcela.....	26
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	26
Diseño experimental utilizado en campo.....	28
Análisis estadísticos.....	28
Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales por ambiente.....	28
Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre ambientes.....	29
Pruebas de comparación de medias.....	29
Variables registradas.....	30
Variables de rendimiento.....	32
Variables fisiológicas.....	32
Indices relacionados con la tolerancia a sequía.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Resultados de los análisis de varianza para las variables estudiadas.....	34
Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre ambientes.....	34
Resultados de los análisis de regresión simple entre las principales variables de interés.....	43

Resultados de los análisis de varianza para el índice de susceptibilidad a la sequia (SSI).....	51
V. CONCLUSIONES	56
VI.LITERATURA CITADA	57
VII. APÉNDICE	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
3.1	Material genético utilizado en el experimento. Ciclos otoño-invierno 2012-2013 y verano 2013.....	27
3.2	Manejo agronómico de los ambientes de evaluación.....	28
4.1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado entre ambientes.....	37
4.2	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre los ambientes de las variables evaluadas en el análisis combinado.....	38
4.3	Reducción en porcentaje de los valores medios de cada una de las variables considerando el ambiente óptimo (1), como el 100 %.....	39
4.4	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes.....	40
4.4	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes. (Continuación).....	41
4.4	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes. (Continuación).....	42
4.5	Resultados de los análisis de varianza para el índice de tolerancia a sequia (SSI) de las variables de rendimiento evaluadas.....	52
4.6	Resultados de la prueba de comparación de medias entre genotipos para el índice de susceptibilidad a la sequia (SSI).....	53

INDICE DE FIGURAS

Figuras		Pág.
4.1	Relación entre la longitud del pedúnculo y el rendimiento de grano.....	44
4.2	Relación entre el peso seco de pedúnculo y el rendimiento de grano.....	44
4.3	Relación entre el peso seco de la espiga y el rendimiento de grano.....	46
4.4	Relación entre la longitud de espiga y el rendimiento de grano.....	46
4.5	Relación entre el peso seco de la hoja bandera y el rendimiento de grano.....	47
4.6	Relación entre la biomasa foliar y el rendimiento de grano.....	48
4.7	Relación entre la biomasa total y el rendimiento de grano.....	48
4.8	Relación entre las lecturas del clorofilímetro en espigamiento y el rendimiento de grano.....	49
4.9	Relación entre las lecturas del clorofilímetro en madurez fisiológica y el porcentaje de stay green...	51
4.10	Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de grano (RDTO) de los genotipos evaluados.....	54
4.11	Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF) de los genotipos evaluados.....	54
4.12	Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de biomasa total (BTOTMF) de los genotipos evaluados.....	55

INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Pág.
A1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 1, Zaragoza Coah.....	79
A2	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.....	80
A2	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.....	81
A2	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.....	82
A3	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 2, Zaragoza Coah.....	83
A4	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.....	84
A4	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.....	85
A4	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.....	86
A5	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 3, Zaragoza Coah.....	87
A6	Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza. Coah.....	88
A6	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza.	88

	Coah.....	
A6	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza. Coah.....	90
A7	Cuadrados medios y significancia del an3lisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 4, Navidad N L.....	91
A8	Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad N L.....	92
A8	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad N L.....	93
A8	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad N L.....	94
A9	Cuadrados medios y significancia del an3lisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 5, Navidad N L.....	95
A10	Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad N L.....	96
A10	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad N L.....	97
A10	(Continuacion) Resultados de las pruebas de comparaci3n de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad N L.....	98

INDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

Figura		Pág.
A.1	Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de grano (RDTO).....	99
A.2	Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF).....	100
A.3	Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de biomasa total (BTOTMF).....	101

I.INTRODUCCIÓN

Los pronósticos sobre la creciente población mundial y el cambio climático, que incide en un incremento en las temperaturas y una reducción en la precipitación, producirán un efecto particularmente negativo en la agricultura en muchos países en desarrollo, entre ellos, México, y particularmente en las zonas áridas y semiáridas del norte del país, ya que el más importante factor abiótico que limita el crecimiento de los cultivos es la disponibilidad de agua. El rendimiento es el principal índice de selección bajo condiciones de estrés de humedad. La identificación de características morfológicas y/o fisiológicas relacionadas con la tolerancia a sequía debe de considerarse en los programas de mejoramiento de los cereales de grano pequeño, ya que la eficiencia de selección puede mejorarse si se pueden identificar este tipo de atributos ligados a un mayor rendimiento de las variedades bajo un ambiente de estrés, y emplearse como criterio de selección para complementar el mejoramiento tradicional. Estas características morfofisiológicas deben ser de alta heredabilidad, muy relacionadas con la tolerancia al estrés y de fácil evaluación. A este respecto, el triticale (*X Triticosecale* Wittmack), es uno de los cereales más exitosos hechos por el hombre y fue sintetizado para obtener una planta que combinara la singular calidad del grano de trigo con la tolerancia a los estrés abióticos y bióticos del centeno. Se ha reportado que tiene tolerancia superior al trigo en condiciones de sequía, bajas temperaturas, baja disponibilidad de nutrientes, suelos ácidos, aluminio y suelos salinos (Varughese, 1996; Lelley, 2006). A este respecto, el comportamiento relativo de los genotipos, tanto en ambientes favorables como con déficit de humedad, es el punto de partida más común en la identificación de características relacionadas con la tolerancia a sequía y la selección de genotipos para su utilización en el mejoramiento para ambientes áridos. Tomando en cuenta las circunstancias anteriores, el potencial de las nuevas variedades forrajeras de este cultivo y las condiciones para la producción agrícola en el norte y centro de

México, donde se requiere de especies y variedades con mayor eficiencia en la producción de biomasa con menores niveles de humedad, se planteó la presente investigación con el objetivo general de relacionar el rendimiento de biomasa y/o grano con algunas características morfofisiológicas en 33 genotipos de triticale bajo diferentes niveles de estrés de humedad en cinco ambientes del norte de México, con los siguientes objetivos específicos:

1.- Identificar genotipos que rindan una mayor producción de biomasa en ambientes con déficits de humedad en el norte de México.

2.- Identificar genotipos que rindan una mayor producción de grano en ambientes con déficits de humedad en el norte de México.

3.- Identificar características morfológicas o fisiológicas (stay green), relacionadas positivamente con una mayor productividad de los genotipos en ambientes con déficits de humedad.

4.- Identificar genotipos con tolerancia a déficits severos de humedad por medio del índice de susceptibilidad al estrés hídrico (SSI).

Hipótesis

1.- Existe diferencia entre los ambientes de estudio, principalmente con respecto a su régimen de humedad.

2.- Cuando menos una característica morfofisiológica estará relacionada positivamente con un mayor rendimiento de biomasa y/o grano de los genotipos bajo condiciones de déficits de humedad.

3.- Al menos una característica morfofisiológica estará relacionada positivamente con un mayor rendimiento de biomasa y/o grano de los genotipos bajo condiciones de déficits de humedad.

4.- Al menos uno de los genotipos se clasifica como tolerante a la sequía en base al índice de susceptibilidad al estrés (SSI).

I. REVISION DE LITERATURA

Introducción

La creciente población mundial, junto con la carencia de expansión o aún reducción de la tierra agrícola disponible implica que la importancia relativa del mejoramiento para incrementar el rendimiento potencial de los cultivos es ahora mayor que en el pasado (Araus et al, 2008; Slafer et al, 1999; Araus et al, 2002). Por otra parte, el cambio climático, que potencialmente llevará a un incremento en las temperaturas y pérdidas por evapotranspiración, y que eventualmente reducirá la precipitación, se espera que tenga un efecto particularmente negativo en la agricultura en muchos países en desarrollo (Rijsberman, 2006; The World Bank, 2007; Lobell et al, 2008). Los estrés abióticos reducen frecuentemente el crecimiento y la productividad de los cultivos como los cereales. El más importante factor abiótico que limita el crecimiento de los cultivos es la disponibilidad de agua (Araus et al, 2002).

El estrés hídrico es el mayor factor limitante en la producción de los cultivos a nivel mundial (Lonbani y Arzani, 2011). Al desarrollar un programa de mejoramiento para mejorar la resistencia a sequía es necesario aumentar el conocimiento acerca de la genética y fisiología de los mecanismos de tolerancia (Clarke y Townley-Smith, 1984; Inoue et al, 2004). El rendimiento es el principal índice de selección bajo condiciones de estrés de humedad. La identificación de características fisiológicas responsables de la tolerancia a sequía debe de considerarse en los programas de mejoramiento, ya que el rendimiento de grano y la resistencia a sequía son controlados por loci independientes (Morgan, 1984). La eficiencia de selección puede mejorarse si se pueden identificar atributos fisiológicos y/o morfológicos ligados al rendimiento bajo un

ambiente de estrés y emplearse como criterio de selección para complementar el mejoramiento tradicional (Acevedo, 1991).

Estas características morfofisiológicas deben ser de alta heredabilidad, muy relacionadas con la tolerancia al estrés y de fácil evaluación. Características relacionadas con la tolerancia a sequía, tales como un tamaño pequeño de planta, reducida área foliar y precocidad, conducen a una menor evapotranspiración total en la estación (Rizza et al, 2004). Por otra parte, el desarrollo de variedades tolerantes al estrés de sequía y altas temperaturas es un objetivo en muchos programas de mejoramiento, pero el éxito ha sido limitado (Bruckner y Frohberg, 1987). La resistencia al estrés de un genotipo es el producto de muchas características morfológicas y fisiológicas para las cuales no se han desarrollado todavía criterios efectivos de selección (Fischer y Maurer, 1978). Por otra parte, el rendimiento de grano y sus componentes permanece como el principal criterio de selección para mejorar la adaptación a un ambiente de estrés en muchos programas de mejoramiento.

Generalidades del cultivo de triticales

El triticales (*X Triticosecale* Wittmack), es un cultivo sintético que actualmente contribuye con más de 6 millones de toneladas por año a la producción mundial de cereales (Varughese, 1996). Desde hace aproximadamente 30 años, se ha incrementado el interés en el uso del triticales como forraje a nivel mundial y nacional. Es uno de los cereales más exitosos hechos por el hombre y fue sintetizado para obtener una planta que combinara la singular calidad del grano de trigo con la tolerancia a estréses abióticos y bióticos del centeno.

Se compara con los mejores trigos en términos de su rendimiento potencial bajo condiciones favorables y con frecuencia son más productivos que muchos trigos cuando se siembran en diferentes tipos de suelos marginales

(Ammar et al, 2004). La selección de las variedades está en función de su hábito de crecimiento, características agronómicas y nutricionales, ya que depende de las condiciones ambientales, el manejo y el tipo de explotación. Su uso incluye la producción en monocultivo o en mezclas intraespecíficas invernales/primaverales (Baron *et al.*, 1992), en mezclas con leguminosas (Carnide *et al.*, 1998), bajo pastoreo directo (CIMMYT, 2004), corte para verdeo o henificado (Lozano, 1990), ensilaje (Haesaert *et al.*, 2002), y doble propósito (Wright *et al.*, 1990; Macas *et al.*, 2002). Las mezclas intraespecíficas e interespecíficas, principalmente con leguminosas anuales, pueden mejorar la producción y/o la calidad (Baron *et al.*, 1992).

Tipos de triticale forrajero

Lozano (2002), señala que por su ciclo de crecimiento, capacidad de rebrote y producción, los triticales forrajeros se clasifican como primaverales, intermedios o facultativos e invernales. Los tipos primaverales son de crecimiento rápido, y su utilización es principalmente para ensilaje y henificado, con un desarrollo y producción similar a la avena. Los tipos intermedios o facultativos son relativamente más tardíos que los primaverales, en forma general presentan una mayor relación hoja-tallo que los anteriores. Presentan además una mayor capacidad de rebrote que los primaverales, por lo que pueden ser utilizados en dos cortes para verdeo, o uno para verdeo y el segundo para henificado ó ensilaje. Los tipos invernales, de ciclo tardío, son excelentes en la producción de forraje para cortes o pastoreos múltiples (3 ó 4), debido a su alta capacidad de rebrote, alta calidad nutritiva, con adecuados rendimientos de forraje seco en etapas tempranas en su desarrollo (encañe) y una mayor proporción de hojas en relación a los tallos, en comparación con los triticales facultativos, avenas y trigos.

Por otra parte, para producción de grano, Fox et al (1990) y Royo et al (1995), clasifican a los triticales hexaploides en sólo dos grupos principales (1) tipos invernales, los cuales requieren vernalización para la diferenciación floral, que principalmente se han desarrollado en Europa y (2) tipos primaverales, que

no tienen requerimientos de vernalización y han sido desarrollados básicamente por el CIMMYT en México. Ambos grupos son agrónomicos y morfológicamente diferentes. En promedio, los triticales primaverales llegan a la antesis aproximadamente dos semanas antes que los invernales. Este retraso en la antesis, causado por el hábito de crecimiento, no solo es responsable por una mayor temperatura media durante el llenado de grano para los genotipos invernales en comparación con los primaverales, sino también de la reducción en los días a madurez con la correspondiente disminución de la radiación interceptada y el suplemento de carbono al grano, afectando el llenado de grano y al rendimiento. De hecho, la duración en días del llenado de grano en los triticales invernales fue menor que para los primaverales debido a las altas temperaturas durante la primera semana de Junio, 10 días antes de la antesis de los invernales. De esta forma, los genotipos primaverales escapan adecuadamente al estrés terminal de sequía y alta temperatura. En trigo, la reducción en la duración del llenado de grano causada por altas temperaturas se ha estimado en 3 días por cada °C superior a los 15° (Wiegand y Cuellar, 1981).

Estrés abiótico

La sequía es uno de los principales obstáculos para la producción de trigo bajo temporal en la región mediterránea y otras regiones geográficas similares, como el norte de México. Se ha reconocido que en estos ambientes es un difícil reto para los mejoradores lograr incrementos en el rendimiento, mientras que en ambientes favorables las ganancias en rendimiento han sido mucho mayores (Richards et al, 2002). También, en ambientes mediterráneos, el estrés por altas temperaturas es un importante factor después de la antesis (Wardlaw et al, 1989). El efecto más obvio de las altas temperaturas sobre el crecimiento de los cereales es la aceleración del desarrollo de la planta y la subsecuente reducción en su tamaño Midmore et al., 1984; Shpiler y Blum, 1986). Diversos autores han reportado incrementos en la respiración (Berry y

Bjorkman, 1980); reducción en la fotosíntesis (Al-Katib y Paulsen, 1984; Blum, 1986; Reynolds et al, 2000); inhibición de la síntesis de almidón en los granos en desarrollo (Jenner, 1991); reducción en el número de espigas por planta, número de granos por espiga y menor peso de grano (Warrington et al, 1977), y aceleración de la senescencia en las plantas (Al-Katib y Paulsen, 1984), como resultado del estrés por calor.

Todos estos cambios morfológicos y fisiológicos resultan en reducción del rendimiento bajo condiciones de estrés por calor. En áreas semiáridas, el trigo y otros cereales, como el triticale, se siembran bajo condiciones de temporal, donde se presentan grandes fluctuaciones en la cantidad y frecuencia de la precipitación, entre años y entre localidades dentro de años. El desarrollo de variedades resistentes se ve obstaculizado por la baja heredabilidad de la tolerancia a la sequía y a la carencia de estrategias efectivas de selección (Sio-Se Mardeh et al, 2006). El comportamiento relativo de los genotipos, tanto en ambientes favorables como con déficits de humedad es el punto de partida más común en la identificación de características relacionadas con la tolerancia a sequía y la selección de genotipos para su utilización en el mejoramiento para ambientes áridos (Clarke et al, 1992).

De acuerdo con Fernández (1992), los genotipos pueden dividirse en cuatro grupos basados en su respuesta de rendimiento en condiciones de estrés: (1) genotipos que producen rendimientos altos tanto en estrés hídrico como en condiciones sin estrés (grupo A); (2) genotipos con alto rendimiento bajo condiciones óptimas (grupo B) o estrés (grupo C), y (4), genotipos con bajo comportamiento bajo ambas condiciones (grupo D). Algunos autores señalan que la selección se debe hacer bajo condiciones favorables (Richards, 1996; Van Ginkel et al, 1998; Rajaram y Van Ginkel, 2001; Betran et al, 2003). Por otra parte, algunos autores recomiendan hacer la selección en localidades específicas con condiciones de estrés (Ceccarelli, 1987; Ceccarelli y Grando, 1991; Rathjen, 1994). Otros autores señalan que la selección debe hacerse

bajo condiciones tanto favorables como de estrés (Fischer y Maurer, 1978; ;Nasir Ud-Din et al, 1992; Fernández, 1992; Byrne et al, 1995; Rajaram y Van Ginkel, 2001).

Un buen nivel de precocidad es una efectiva estrategia de mejoramiento para aumentar la estabilidad del rendimiento en ambientes áridos y semiáridos de tipo mediterráneo donde los cereales están expuestos al estrés de sequía terminal. En estas condiciones, una menor duración del ciclo del cultivo, típica estrategia de escape, puede ser útil al sincronizar el ciclo del cultivo con las condiciones ambientales más favorables. Sin embargo, se sabe que una precocidad extrema lleva a una reducción del rendimiento, ya que la precocidad no está correlacionada con el rendimiento de grano en ambientes mediterráneos o bajo buenas condiciones de fertilidad (Cattivelli et al, 1994). Por otra parte, el espigamiento y floración tardía, seguida por un período corto de llenado de grano puede estar asociado con un mayor rendimiento cuando el estrés de sequía sucede temprano en la estación, durante la fase vegetativa (Van Ginkel et al, 1998).

En condiciones de sequía moderada, caracterizada por rendimientos de grano de trigo y cebada entre 2-5 Mg ha⁻¹, la selección para alto potencial de rendimiento ha llevado frecuentemente a algunas mejoras del mismo bajo condiciones de sequía (Araus et al, 2002). Un aspecto crucial en todos los estudios dedicados a la tolerancia a sequía es la evaluación del grado de tolerancia de los diferentes genotipos. En muchos estudios, la identificación de variedades tolerantes y susceptibles se basa en pocas medidas fisiológicas relacionadas con la respuesta a sequía. La dificultad para identificar un parámetro fisiológico como indicador confiable del rendimiento en condiciones de aridez sugiere que el comportamiento del rendimiento a través de un rango de ambientes debe utilizarse como el principal indicador de la tolerancia a sequía (Voltas et al, 2005).

Se han propuesto varios índices para describir el comportamiento productivo de un genotipo dado bajo condiciones de estrés y no estrés o en comparación con el rendimiento promedio o el rendimiento de un genotipo superior. También, las diferentes etapas fenológicas del cultivo muestran una sensibilidad diferente al estrés por sequía. El número de florecillas fértiles o el número de granos por m², componente más relevante para asegurar mayor rendimiento bajo sequía es determinado durante el encañe, unas pocas semanas antes de la antesis (Slafer y Whitechurch, 2001). También la meiosis, antesis, y la fertilidad femenina y masculina son extremadamente susceptibles al estrés de sequía y su falla afecta directamente el número de granos, llevando a una significativa reducción del rendimiento.

En muchas regiones donde se siembran cereales de invierno, y especialmente bajo condiciones mediterráneas, el período de llenado de grano sufre varios tipos de estrés, impuestos principalmente por altas temperaturas y limitado suplemento de agua. Consecuentemente, ocurren importantes reducciones del rendimiento debido a estos factores. La coincidencia del desarrollo con condiciones climáticas favorables son importantes para optimizar el rendimiento (Perry et al, 1987; Ludlow y Muchow, 1989). Se requiere un profundo conocimiento de los procesos fisiológicos que determinan la adaptación a la sequía y su interacción con los ambientes para proporcionar a los mejoradores criterios de selección adecuados para mejorar la eficiencia de la selección en sus cultivos, en este caso, cereales (Van Oosterom et al, 2001; Richards et al, 2002).

El estrés por sequía durante el llenado de grano reduce dramáticamente el rendimiento de trigo (Ehdaie y Shakiba, 1996). El mejoramiento para resistencia a sequía es complicado, por la carencia de técnicas rápidas y reproducibles y la incapacidad de crear rutinariamente condiciones de estrés hídrico constantes y repetibles cuando se pretende evaluar eficientemente una gran cantidad de genotipos (Ramírez y Kelly, 1998).

El logro de ganancia genética para rendimiento bajo estas condiciones ha sido un difícil reto para los mejoradores, en tanto que el progreso ha sido mucho mayor en ambientes favorables (Richards et al, 2002). Sio-Se Mardeh et al (2006), encontraron que el rendimiento de grano bajo riego estuvo inversamente relacionado con el rendimiento bajo temporal, sugiriendo que un alto potencial de rendimiento bajo condiciones óptimas no resulta necesariamente en un mayor rendimiento bajo sequía. Así, la selección indirecta para ambientes desfavorables basada en los resultados bajo condiciones óptimas no será eficiente. También, Bruckner y Froberg (1987) y Ceccarelli y Grando (1991), concuerdan con lo anterior, al reportar que variedades criollas de cebada y trigo con bajo potencial de rendimiento fueron más productivas bajo sequía.

La ausencia de respuesta a mejores condiciones puede estar relacionada con la falta de adaptación a condiciones de alta humedad (Clarke et al, 1992). Trethowan et al (2002), reporta que la selección alternada en ambientes contrastantes resultó en un significativo progreso en el desarrollo de germoplasma de trigo adaptado globalmente a regiones áridas. Diversos estudios indican que una altura de planta intermedia puede ser conveniente bajo sequía terminal (Fischer y Maurer, 1978; Richards, 1996; Van Ginkel et al, 1998). Este último autor también encontró que muchos granos por espiga fueron importantes para un alto rendimiento sólo bajo riego, y negativamente correlacionado bajo condiciones de sequía terminal. El efecto del estrés de sequía sobre el crecimiento y fenología de los cereales depende de su sincronización con alguna etapa fenológica (Slayter, 1973; Hochman, 1982), y de su intensidad y duración (Boyer, 1971; Simane et al, 1993; Lilley y Fukai, 1994; Giunta et al, 1995; Blum, 1996; El Hafid et al, 1998).

Se han propuesto un mayor vigor y rápida cobertura como importantes características relacionadas con una mayor eficiencia en el uso del agua y la

tolerancia a la sequía temprana (Rebetzke y Richards, 1999; Royo et al, 2000), en tanto que la floración y madurez precoz juegan un papel importante en el escape a la sequía terminal en ambientes de temporal. Recientes estudios de Fischer y Edmeades (2010) y Reynolds et al (2010) confirman que el progreso a nivel global esta todavía asociado estrechamente a un mayor número de granos por unidad de área. En trigo, el déficit hídrico durante la meiosis de las células madre del polen induce androesterilidad, y puede reducir el número de granos hasta en un 40-50%. La fertilidad femenina no es afectada por déficits hídricos durante este período (Saini y Aspinall, 1981).

El estado hídrico de la planta y la transpiración juegan un papel importante en el control de la temperatura cuando se desarrolla el estrés (Blum, 1988; Reynolds et al, 1994; Amani et al, 1996). Blum (1980) y Heinrich et al (1983), mencionan que la estabilidad del rendimiento de grano es una medida de la variación entre el rendimiento potencial y el actual de un genotipo a través de diferentes ambientes, y puede resultar de uno o más de los siguientes factores: heterogeneidad genética, compensación de los componentes de rendimiento, tolerancia al estrés, capacidad de recuperación rápida después del estrés, o una combinación de estos factores. También, Blum (1980), reportó que si la disponibilidad de agua o la temperatura son variables importantes entre los sitios de prueba, un cultivar estable puede poseer mecanismos de tolerancia al estrés que previenen una reducción excesiva del rendimiento de grano en los ambientes desfavorables. En resumen, el rendimiento en un ambiente de estrés depende del rendimiento potencial, susceptibilidad al estrés y escape del mismo (Fischer y Maurer (1978).

Senescencia foliar

La senescencia de una hoja se define como el deterioro gradual de sus funciones con la edad, ya que las hojas cambian de color al romperse las moléculas de clorofila, se reduce el contenido de agua y se rompen las

membranas celulares. Un mayor suplemento de nitrógeno puede retrasar la senescencia (Pan et al, 1998). La sequía y las temperaturas altas son los factores más importantes que aceleran la senescencia (Wolfe et al, 1988; Borrell y Douglas, 1996; Guo et al, 1998). En cereales, los procesos involucrados en la senescencia son importantes porque ocurren durante el llenado de grano, y la evidencia sugiere que la senescencia temprana puede ser una limitante del rendimiento (Patterson y Moss, 1979).

En cereales, los estudios sobre senescencia se han enfocado en la hoja bandera, ya que se ha demostrado que es la principal fuente de asimilados para el llenado de grano (Wardlaw, 1990). Se ha reportado que la tasa de senescencia de la hoja bandera está generalmente correlacionada negativamente con el rendimiento de grano en arroz (Alejar et al, 1995); sorgo (Borrell y Douglas, 1996) y maíz (Banziger et al, 1999). En trigo, la tasa de senescencia está relacionada con el rendimiento bajo condiciones de sequía (Evans et al, 1969; Spiertz et al, 1971; Mitra y Bhatia, 1984; Mi et al, 1999; Pajevic et al, 1999).

Ya que la senescencia corresponde a un amarillamiento debido a la pérdida de clorofila (Patterson y Moss, 1979), la identificación de las partes senescentes de la planta es fácil. Sin embargo, la evaluación visual es imprecisa debido a la naturaleza cualitativa de la observación visual. La progresión de senescencia del extremo a la base de la hoja no siempre es homogénea, y por lo tanto, la evaluación del porcentaje del área foliar afectada no es muy precisa. La tasa de senescencia durante la maduración del grano en los cereales como el trigo puede ser afectada por los niveles de fertilización, estrés de humedad, temperatura y la variedad (Idso et al, 1980; Seligman et al, 1983; Johnson y Kanemasu, 1983; Baret y Guyot, 1986; Frederick y Camberato, 1995). Al aproximarse a la madurez, las hojas más viejas (inferiores) comienzan a senescer primero, perdiendo la clorofila y transfiriendo los carbohidratos y proteínas a los granos en desarrollo en la espiga. Visualmente este proceso

puede observarse como un cambio gradual en el color del dosel, desde un verde oscuro hasta un amarillo-café. La tasa en la cual una planta senesce está ligada al estado nutricional, con plantas con bajo nitrógeno senesciendo de 7-10 días más pronto que las plantas bien fertilizadas.

Contenido de clorofila

La concentración foliar de clorofila puede ser estimada por métodos no destructivos utilizando el clorofilímetro SPAD-502 (Minolta Corp., Ramsey, N.J.), (Monje y Bugbee, 1992), usado originalmente para optimizar el manejo del nitrógeno. El SPAD-502 mide la cantidad de clorofila en la hoja, la cual está relacionada con el verdor de las hojas y otras estructuras no foliares, al transmitir la luz desde diodos emisores de luz (LED) a través de las hojas entre las longitudes de onda 650-940 nm.

Los clorofilímetros se han utilizado para estimar las concentraciones de clorofila e inferir el contenido de nitrógeno en hojas individuales en trigo, maíz y otros cultivos (Wood et al, 1993; Blackmer y Schepers, 1995). Ya que el contenido de clorofila es un indicador de la senescencia temprana, está positivamente correlacionado con el rendimiento en trigo (Araus et al, 1997; Rharrabti et al, 2001) y las lecturas con SPAD son tomadas rutinariamente en los programas de mejoramiento. Las lecturas con SPAD pueden representar un útil criterio de selección en programas de mejoramiento cuyo objetivo es incrementar la tasa y duración de la fotosíntesis foliar. Se han reportado correlaciones positivas entre la tasa fotosintética por unidad de área y el contenido de clorofila foliar en soya (Hesketh et al, 1981) y trigo (Evans, 1983). Posteriormente, algunos autores han demostrado la correlación lineal entre las lecturas del SPAD con la tasa máxima de fotosíntesis neta en soya (Ma et al, 1995), cebada (Araus et al, 1997) y trigo (Gutiérrez-Rodríguez et al, 2000). En arroz, Laza et al (1996), reportaron que las lecturas del SPAD proporcionan

buenas estimaciones de máxima tasa de fotosíntesis neta cuando la concentración de nitrógeno foliar no es limitante.

Los criterios actualmente utilizados en los programas de cruzamientos del CIMMYT, para incrementar la capacidad de la fuente (Reynolds et al, 1999), incluyen la selección de líneas de trigo con alta concentración de clorofila, grandes hojas semi-erectas y una mayor duración del área verde foliar. Las lecturas de SPAD en el trigo duro variaron entre 42.5-50.6, mayores a las reportadas por Gutiérrez-Rodríguez et al (2000), para trigo harinero (37.0-42.8). La tasa de fotosíntesis limita con frecuencia el crecimiento de las plantas cuando disminuye la disponibilidad del agua en el suelo (Liu y Li, 2005). Un menor contenido de clorofila en las hojas, indicado por una coloración amarillenta indica una reducción en el centro de reacción del fotosistema II. Esto reduce la absorción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y consecuentemente el uso del agua (Blum, 2005). Especialmente en cereales, períodos cortos de sequía afectan el comportamiento reproductivo masculino y pueden reducir en gran medida el rendimiento de grano (Bots y Mariani, 2005).

Stay green

Los mejoradores involucrados con la tolerancia a sequía usualmente piensan en líneas que rindan relativamente bien bajo condiciones de sequía pero que no pierdan su habilidad para rendir bien en condiciones favorables (Passioura, 2012; Fleury et al, 2010). El mantenimiento del área foliar verde (stay-green) es una herramienta prometedora (Jordan et al, 2012). El stay green es una importante característica en varios cultivos, particularmente en los cereales. Las plantas con stay green están caracterizadas por un fenotipo resistente a la sequía postfloración, que da a la planta resistencia a una senescencia prematura cuando se expone a sequía durante el llenado de grano. Esta característica se ha usado extensivamente en mejoramiento para mejorar el potencial y la estabilidad del rendimiento en todos los ambientes,

incluyendo las áreas bajo sequía terminal (Tollenar y Wu, 1999; Campos et al, 2004).

El proceso de senescencia normalmente es aparente a la vista como una pérdida de clorofila. Stay-green es el término general dado a una variante genética en la cual se retrasa la senescencia comparada con un genotipo estándar de referencia. Un fenotipo stay-green puede originarse de cuatro formas distintas (Thomas y Smart, 1993). En el Tipo A, la senescencia se inicia más tarde pero luego avanza a la tasa normal. El Tipo B inicia la senescencia en forma normal, pero avanza comparativamente más lento. Los dos primeros tipos son funcionales (Borrell et al, 2000a); en el Tipo C, la clorofila puede permanecer casi indefinidamente, pero al realizar medidas de fotosíntesis se muestra que la senescencia está avanzando normalmente bajo la superficie cosmética que retiene el pigmento, es decir, la persistencia del pigmento no está asociada a la fotosíntesis real. Otra forma de retención del pigmento fotosintético es congelando, calentando o secando las hojas, como se hace en los herbarios, y se refiere como stay-green Tipo D (Thomas y Smart, 1993). En estos dos últimos tipos el stay-green es cosmético; esto es, las plantas son verdes pero carecen de capacidad fotosintética. Esto puede deberse a una pérdida en la capacidad fotosintética que acompaña normalmente a la senescencia (Borrell et al, 2000a).

La fotosíntesis total a través del ciclo de vida de los cultivos anuales puede incrementarse extendiendo la duración de la fotosíntesis activa; retrasando la senescencia foliar es una de las maneras de lograr lo anterior. Esto puede ser particularmente ventajoso bajo condiciones de alta temperatura al final del ciclo, ya que esta tiende a acelerar la senescencia y por lo tanto disminuye el suplemento de asimilados al grano. Existe variación genética en el tiempo y tasa de senescencia foliar, tanto entre especies como entre variedades. Ejemplos de estos fenotipos se han identificado en diversas especies cultivadas, incluyendo cereales (Thomas y Smart, 1993).

La clasificación de los tipos de stay-green en esta forma es útil para entender el tipo de proceso genético o fisiológico que sucede en el fenotipo, pero en la práctica, un stay-green particular puede deberse a la combinación de dos o más diferentes tipos funcionales. Algunas condiciones ambientales pueden prevenir, detener o aún invertir el amarillamiento foliar, como por ejemplo, el sombreado de una planta puede extender la duración del área verde en las hojas maduras (Mae et al, 1993). El stay-green es genética y fisiológicamente complejo, ya que puede exhibir una amplia gama de patrones de expresión y sensibilidad ambiental dependiendo del genotipo (Van Oosterom et al, 1996).

Durante la sequía post-antesis, los genotipos que poseen el carácter stay-green mantienen más hojas fotosintéticamente activas que los genotipos que no poseen este carácter (Rosenow et al, 1983; McBee, 1984). Este carácter ha sido reportado en otros cereales como el maíz (Tollenaar y Daynard, 1978; Gentinetta et al, 1986; Rajcan y Tollenaar, 1999a, 1999b; Wolfe et al, 1988); arroz (Mondal y Choudhuri, 1985; Wada y Wada, 1991) y avena (Helsel y Frey, 1978); trigo (Evans et al, 1975); sorgo (Henzell et al, 1992). En sorgo, los genotipos con stay-green contienen más citocininas (McBee, 1984) y azúcares en los tallos (Duncan, 1984) que los genotipos senescentes. Esta mayor acumulación de azúcares solubles en los tipos stay-green está asociada a una mayor área foliar funcional, reduciendo su dependencia de los asimilados almacenados en los tallos para el llenado de grano (Duncan et al, 1981; McBee et al, 1983). La mayor concentración de azúcares en el tallo mejora el contenido de energía digestible de la paja, haciendo al stay-green una característica valiosa tanto para producción de grano como de forraje en los sorgos de doble propósito (Van Oosterom et al, 1996).

Indices de tolerancia a la sequía

Fischer y Maurer (1978) y Clarke et al (1984), propusieron un simple índice de susceptibilidad a la sequía (SSI) que proporciona una medida de la tolerancia de los genotipos a la sequía basado en la disminución del rendimiento bajo estrés cuando se compara con el comportamiento de los genotipos bajo condiciones óptimas. Un valor de SSI menor a la unidad corresponde con una mayor tolerancia a la sequía, ya que la reducción en su rendimiento en condiciones de sequía es menor que la reducción promedio del rendimiento de todos los genotipos (Bruckner y Frohberg, 1987). Este índice se ha utilizado por diversos autores en trigo (Bansal y Sinha, 1991; Cedola et al, 1994; Lazar et al, 1995); cebada (Shakhatreh et al, 2001); triticale (Ozkan et al, 1999) y avenas (Larsson y Gorny, 1988). De acuerdo con Lazar et al (1995), mientras el rendimiento sea el principal objetivo, el SSI puede revelar importantes diferencias en los atributos fundamentales de las plantas. Este índice está basado en la minimización de la pérdida de rendimiento bajo estrés comparada con condiciones óptimas, más bien que sobre el nivel de rendimiento *per se* bajo estrés. Genotipos con bajos valores de SSI se consideran tolerantes al estrés, ya que esos genotipos muestran una menor reducción en el rendimiento en ambientes desfavorables comparados con la media de todos los genotipos bajo ambientes sin estrés.

Fischer y Wood (1979), encontraron una correlación entre el SSI y el rendimiento potencial. Sin embargo, Ehdaie y Waines (1988) y Ehdaie et al (1988), reportaron una correlación no significativa entre estos parámetros. En un estudio en trigo (Ozkan et al, 1999), encontraron que los coeficientes de correlación entre SSI y el rendimiento de grano y el peso hectolítrico en ambientes con alto y bajo estrés fueron significativos (-0.72 y 0.36 para rendimiento de grano y -0.79 y -0.34 para peso hectolítrico, respectivamente). Estos mismos autores reportan que el índice de susceptibilidad al estrés calculado en base al peso hectolítrico mostró mayor variabilidad que el índice para rendimiento de grano. Bruckner y Frohberg (1987), reportaron en trigo una correlación entre el SSI y el rendimiento *per se* bajo estrés, indicando que

ambos contribuyen en los ambientes bajo estrés. Los mismos autores mencionan que un genotipo tolerante, como se define en su estudio, no necesariamente registra alto rendimiento y peso hectolítrico. En el caso de triticales, los materiales menos susceptibles al estrés pueden utilizarse como fuentes de resistencia para mejorar triticales secundarios, con mayor potencial de rendimiento en ambientes desfavorables.

Para identificar genotipos con resistencia a sequía, además del índice de susceptibilidad al estrés (SSI) de Fischer y Maurer (1978), se han propuesto otros índices de selección basados en una relación matemática entre las condiciones favorables y de estrés (Clarke et al, 1984; Huang, 2000). Los siguientes índices se han utilizado bajo diferentes condiciones: tolerancia (TOL) (McCaig y Clarke, 1984; Clarke et al, 1992); productividad media (MP), McCaig y Clarke, (1984); productividad media geométrica (GMP) e índice de tolerancia al estrés (STI), Fernández, (1992).

La mayor o menor conveniencia del uso de estos índices depende de la época y severidad del estrés en ambientes con condiciones de sequía. Los índices de tolerancia a sequía proporcionan una medida de la misma basados en la reducción del rendimiento bajo sequía en comparación con el rendimiento bajo condiciones favorables (Mitra, 2001). Estos índices están basados en la resistencia o susceptibilidad de los genotipos (Fernández, 1992). La resistencia a sequía es definida por Hall (1993), como el rendimiento relativo de un genotipo comparado con otros sujetos al mismo estrés. Rosielle y Hamblin (1981) definieron la tolerancia al estrés (TOL) como las diferencias en rendimiento entre los ambientes bajo estrés y no-estrés, y la productividad media (MP) como el rendimiento promedio de ambos ambientes. Fernández (1992) definió un nuevo índice (índice de tolerancia al estrés, STI), que puede usarse para identificar genotipos que produzcan altos rendimientos bajo ambas condiciones. En este estudio, el rendimiento bajo riego fue casi el doble que el rendimiento bajo estrés. SSI tuvo una correlación negativa con el rendimiento

bajo estrés. SSI se ha utilizado ampliamente para identificar genotipos tolerantes y sensitivos (Clark et al, 1992; Sio-Se-Mardeh et al, 2006; Golabadi et al, 2006).

A mayor valor de TOL, es mayor la reducción del rendimiento bajo condiciones de estrés y mayor la sensibilidad a la sequía Sio-Se Mardeh et al (2006). Esta relación sugiere que la selección basada en TOL resultará en menores rendimientos bajo condiciones de riego óptimo. Resultados similares reportan Clarke et al, (1992) y Rosielle y Hamblin (1981). El rendimiento bajo riego fue casi tres veces mayor que el rendimiento bajo estrés (Sio-Se Mardeh et al, 2006). Ya que MP es la producción media bajo ambas condiciones, no se correlacionará con el rendimiento bajo estrés. Por esta razón la selección para MP no fue capaz de diferenciar genotipos del grupo A. Hohls (2001), menciona que la selección por MP debe incrementar el rendimiento en ambas condiciones a menos que la correlación entre los rendimientos de los ambientes más contrastantes sea altamente negativa. Hossain et al (1990) utilizó MP como un criterio de resistencia para variedades de trigo bajo estrés moderado. SSI mostró una relación negativa con el rendimiento bajo estrés (Sio-Se Mardeh et al, 2006).

No se encontró correlación significativa entre el rendimiento bajo estrés y SSI bajo condiciones moderadas de estrés, mostrando que SSI no discriminará variedades sensibles a sequía bajo tales condiciones. SSI estuvo negativamente correlacionado con el rendimiento de grano bajo estrés, sugiriendo que esta característica puede contribuir a un mayor rendimiento bajo estrés y disminuye la susceptibilidad al estrés (Fernández, 1992). SSI se ha usado ampliamente por diversos investigadores para identificar genotipos sensitivos y resistentes a sequía (Clarke et al, 1984, 1992; Fischer y Maurer, 1978; Winter et al, 1988). Sio-Se Mardeh et al (2006), reportan que el SSI medio entre localidades y años parece ser una herramienta útil para distinguir variedades resistentes. Cuando el estrés fue severo, se encontró que SSI es un

índice útil para discriminar variedades resistentes, aunque ninguno de los índices pudo identificar claramente variedades con alto rendimiento bajo ambas condiciones (variedades grupo A), mientras MP, GMP y STI se sugieren donde el estrés es menos severo.

Concluyen que la efectividad de los índices depende de la severidad del estrés, apoyando la idea de que sólo bajo una condición de estrés moderado, el rendimiento potencial influirá positivamente el rendimiento bajo estrés (Blum, 1996; Panthuan et al, 2002), pero sólo si el estrés no sea suficientemente severo que induzca a una mayor interacción genotipo x ambiente para el rendimiento.

Utilidad de características morfológicas en la selección para tolerancia a sequía

Los criterios de selección para tolerancia a sequía pueden ser herramientas útiles en los programas de mejoramiento de cereales como el trigo y el triticale. Para evaluar la utilidad de algunas características morfológicas arriba del nudo de la hoja bandera como indicadores del rendimiento y del índice de susceptibilidad de Fischer y Maurer (1978), Villegas et al (2007), evaluaron 10 genotipos de trigo duro bajo dos regímenes de humedad en dos localidades durante 3 años en España. La longitud del pedúnculo, el peso y longitud de la espiga y la longitud de las aristas estuvieron significativamente relacionados con el SSI dentro de ambientes. El peso del pedúnculo y la espiga fueron las características más relacionadas al rendimiento y SSI en los experimentos combinados y en las localidades bajo precipitación, mientras en las localidades bajo riego la longitud de espiga fue mejor. El peso y la longitud de espiga estuvieron negativamente relacionados con SSI, en tanto el peso del pedúnculo estuvo positivamente asociado al SSI.

Se ha demostrado por diversos autores que el rendimiento de grano en trigo está más estrechamente relacionado con el número de granos que con su peso (Zamski y Grunberger, 1995; Beharav et al, 1998). Así, el seleccionar para un mayor número de espigas por m² y mayor número de granos por espiga ha resultado en mayores rendimientos. Además, como los granos tienen que ser llenados con los carbohidratos producidos por los órganos fotosintéticos, tanto la fuente como el almacén de los mismos deben ser tomados en cuenta cuando se mejora para ambientes con estrés de sequía. En este sentido, el papel de la arquitectura, distribución y tamaño del área foliar se han estudiado y discutido por varios autores (Berdahl et al, 1972; Canevara et al, 1994).

Algunos estudios (Kaul, 1974; Briggs y Aytenfisu, 1980) han reportado que los tejidos verdes encima del nudo de la hoja bandera son los principales responsables de la producción de carbohidratos que llenan los granos, ya que las hojas inferiores pierden rápidamente su capacidad de asimilación y mueren pronto bajo condiciones de sequía. Y consideran que la hoja bandera aporta la mayor contribución al rendimiento de grano por su corta distancia a la espiga y el hecho de que permanece verde por más tiempo que el resto de las hojas. Los carbohidratos son removilizados desde el pedúnculo de la espiga y la hoja bandera durante el llenado de grano (Zamski y Grunberger, 1995). Briggs y Aytenfisu (1980) encontraron una asociación entre pedúnculos cortos y alto rendimiento de grano. En otros casos se ha reportado una relación inversa (Kaya et al, 2002), o dependiente del ambiente.

Las aristas también han recibido atención ya que son fotosintéticamente activas y tienen una conexión vascular directa con la espiga (Weyhrich et al, 1995). Por otra parte, se ha reportado que la presencia de aristas es ventajosa durante el estrés de sequía en las áreas más áridas (Evans et al, 1972; Kaul, 1974; Minhas et al, 1978; Motzo y Giunta, 2002). Adicionalmente también se ha reportado un efecto refrescante de las aristas (Ayeneh et al, 2002). Dado la

extensión de las zonas áridas a nivel global y nacional y los efectos del cambio climático, la evaluación de la tolerancia a sequía es muy importante.

Se considera que las hojas son la fuente primaria de la producción de fotosintatos. Aparte de las hojas, las plantas pueden utilizar otras estructuras para fotosintetizar compuestos para el crecimiento y el desarrollo (Aschan y Pfanz, 2003). En trigo, hay órganos no foliares que son fotosintéticamente activos, incluyendo todas las partes de la espiga y la parte expuesta del pedúnculo, ya que todos pueden asimilar el CO₂ cuando están expuestos a la luz (Schnyder, 1993; Wang et al, 2001). Rosyara et al (2005), propusieron que el comportamiento fotosintético de otras fuentes además de las hojas juegan un papel compensatorio en la estabilización del rendimiento. Una serie de reportes sugiere que los órganos verdes no foliares pueden contribuir con hasta un 40-50% de los fotosintatos requeridos para desarrollar los granos en trigo (Wang et al, 2001; Evans y Rawson, 1978; Araus et al, 1993).

El pedúnculo, localizado en el primer entrenudo bajo la espiga, tiene una diversidad de funciones críticas en la productividad de los cereales. El desarrollo del sistema vascular en el pedúnculo es esencial para transportar los fotosintatos para el llenado de grano (Wardlaw, 1990). El alargamiento de la parte expuesta del pedúnculo reduce el riesgo de infecciones foliares en la espiga al aumentar la distancia entre las hojas superiores y la misma (Gebbing, 2003). Bajo estrés de sequía o temperaturas altas, este órgano (y en particular la parte expuesta), mantiene significativamente un mayor potencial hídrico que la hoja bandera (Wardlaw, 2002). La parte superior del pedúnculo desarrolla un metabolismo autotrófico de carbohidratos como en la hoja cuando está expuesto a alta irradiación, contribuyendo en una alta proporción a la fotosíntesis del tallo (Wardlaw, 1965; Wang et al, 2001; Evans y Rawson, 1970). Wang et al (2001), sugieren que la fotosíntesis en la parte expuesta del pedúnculo y la vaina de la hoja bandera contribuyen con 9-12% del peso de

grano en trigo, dependiendo de la variedad. Kong et al (2010), concluyen que los pedúnculos expuestos poseen ventajas anatómicas, ultraestructurales y fisiológicas sobre la hoja bandera para la fotosíntesis.

Estas ventajas son especialmente obvias en las últimas etapas del llenado de grano, debido a una mayor densidad estomatal y una mayor actividad de la enzima fosfo-enol-piruvato-carboxilasa (PEPC asa) tolerante al calor, lo que le da al pedúnculo una habilidad superior para adaptarse a las condiciones ecológicas de la fase final del llenado de grano, Concluyen que los pedúnculos expuestos tienen una fuerte capacidad fotosintética y proporciona asimilados para el desarrollo de los granos durante la etapa de llenado. Hatfield et al (1984), estudió la interacción de la temperatura del dosel con los órganos de la planta, y reportó que puede ser influenciada por la presencia o ausencia de espigas. En su estudio, las variedades con espigas registraron consistentemente una mayor temperatura del dosel que las variedades sin espigas bajo condiciones de riego óptimo. La temperatura de los órganos depende de la tasa de transpiración en relación a las variables ambientales (Gates, 1964). Ayeneh et al (2002), sugieren que las hojas, pedúnculos y espigas, pueden registrar temperaturas diferentes como resultado de su posición dentro del dosel. Así la morfología puede afectar la temperatura del cultivo. Hatfield et al (1984), reportó que las aristas de la espiga pueden incrementar la temperatura del dosel y sugirió que las aristas no son efectivas en disipar el calor.

Sin embargo, varios autores encontraron que las aristas reducen la temperatura del dosel, asociada a un mayor rendimiento de grano de trigo y cebada en ambientes secos y cálidos, ya que las aristas se desarrollan más tarde que las hojas bandera y pueden continuar su función durante más tiempo en el llenado de grano (Evans et al, 1972; Ferguson et al, 1973; Johnson et al, 1974, 1975; Blum, 1986). Ayeneh et al (2002), también reportaron que los valores de depresión de la temperatura fueron mayores en el pedúnculo que los

de otros órganos bajo todas las condiciones. Este efecto puede ser el resultado de diferencias en la absorción de energía, ya que el pedúnculo tiene una menor área comparada con las hojas y espigas y tiene así mayor capacidad de convertir y conducir el calor desde su superficie. El hecho de que pedúnculos más largos eleven la parte superior de la planta sobre el resto del dosel donde hay más movimiento del aire que dentro del dosel también incluye una mayor relación con la temperatura del aire.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de los sitios experimentales

El presente estudio se realizó durante el ciclo otoño - invierno 2012-2013 en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, en Zaragoza, Coah., ubicado geográficamente entre las coordenadas 28° 36' 25" Latitud Norte y 100° 54' 35" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 335 msnm, y durante el verano del 2013 en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN en Navidad, N. L., ubicado entre las coordenadas 25° 04' Latitud Norte y 100° 56' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,895 msnm.

Material genético utilizado.

Se evaluaron 26 familias F_{2:7} de triticale forrajero y sus progenitores, (Cuadro 3.1), originadas a partir de cruzas realizadas en invernadero en Enero

del 2007 entre los progenitores femeninos AN-123, AN-125, AN-137 y Eronga 83, de hábito primaveral y AN-38 y AN-105, de hábito intermedio, con un progenitor masculino de hábito invernal de arista reducida (ABT). Los genotipos fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la UAAAN.

Establecimiento de los Experimentos

En ambas localidades, la preparación del terreno para este experimento consistió en labores para acondicionar el suelo para un buen desarrollo de las plantas, incluyendo barbecho, rastreo doble y nivelación.

Los experimentos de campo fueron conducidos de la siguiente forma en Zaragoza, Coah., donde se evaluaron los genotipos bajo tres diferentes ambientes: 1) Irrigación normal; (riegos a la siembra, amacollamiento, inicio de embuche, floración y llenado de grano), con fertilización; 2) Irrigación normal solo hasta floración, con fertilización; 3) Irrigación normal, con un corte para forraje en la etapa de inicio de encañe y posterior evaluación para grano, con fertilización.

En Navidad, N.L., se evaluaron los genotipos bajo dos ambientes durante el verano de 2013: 4) riego de siembra, en inicio de encañe y espigamiento, con fertilización y 5) riego de siembra, en inicio de encañe y espigamiento, sin fertilización. En el Cuadro 3.2 se presenta el resumen del manejo agronómico de cada uno de los 5 ambientes de evaluación.

Tamaño de parcela

Cada unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de 5 m de largo por 30 cm entre hileras (9.0 m²).

Control de plagas, enfermedades y malezas.

En Navidad, N.L., no se presentó incidencia de plagas y enfermedades, por tal motivo, esto contribuyó a que no se hiciera ningún tipo de control. En Zaragoza, Coah., se presentó incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita*), por lo cual se tomaron lecturas en los materiales evaluados; sin embargo, no se realizó control químico. En cuanto a la infestación por malezas de hoja ancha, estas se controlaron aplicando 1 lt / ha de Focus en Zaragoza el 15 de Febrero de 2013 utilizando una aspersora portátil de motor.; en Navidad, se controlaron las malezas mediante deshierbes manuales.

Cuadro 3.1. Material genético utilizado en el experimento. Ciclos otoño-invierno 2012-2013 y verano 2013.

TRAT	FAMILIAS	CRUZA	ORIGEN LV-11-12
1	AN-2-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V1
2	AN-3-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V2
3	AN-8-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V5
4	AN-12-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V6
5	AN-13-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V7
6	AN-24-210	AN-123 x ABT	TCL1-V10
7	AN-28-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V12
8	AN-31-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V14
9	AN-33-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V15
10	AN-34-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V16
11	AN-39-2010	AN-123 x ABT	TCL1-V19
12	AN-42-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V20
13	AN-49-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V22
14	AN-50-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V23
15	AN-55-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V25
16	AN-60-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V27
17	AN-61-2010	AN-125 x ABT	TCL1-V28
18	AN-65-2010	Eronga x ABT	TCL2-V3
19	AN-80-2010	AN-137 x ABT	TCL2-V9
20	AN-82-2010	AN-137 x ABT	TCL2-V10
21	AN-83-2010	AN-137 x ABT	TCL2-V11
22	AN-90-2010	AN-137 x ABT	TCL2-V14
23	AN-101-2010	AN-38 x ABT	TCL2-V15
24	AN-102-2010	AN-38 x ABT	TCL2-V16
25	AN-107-2010	AN-38 x ABT	TCL2-V19
26	AN-123-2010	AN-105 x ABT	TCL2-V25
27	AN-123 ♀		Progenitor
28	AN-125 ♀		Progenitor
29	AN-137 ♀		Progenitor
30	AN-38 ♀		Progenitor
31	AN-105 ♀		Progenitor
32	Eronga 83 ♀		Progenitor
33	ABT ♂		Progenitor

* Familias F_{2:7}; ♀: progenitores femeninos; ♂: progenitor masculino;

Cuadro 3.2. Manejo agronómico de los ambientes de evaluación.

Ambiente	Localidad	Fecha de siembra	Fertilización total	Número de Riegos	Sistema de riego	Lámina total incluyendo precipitación (cm)	Clasificación
1	Zaragoza	13-12-2012	167-00-00	5	Gravedad	69.2	Sin estrés
2	Zaragoza	13-12-2012	167-00-00	4	Gravedad	57.2	Estrés moderado
3	Zaragoza	13-11-2012	237-00-00	6	Gravedad	79.2	Sin estrés (rebrote)
6	Navidad	05-06-2013	120-00-00	3	Aspersión	27.5	Estrés severo
7	Navidad	05-06-2013	00-00-00	3	Aspersión	27.5	Estrés Severo

Diseño experimental utilizado en campo

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento en cada uno de los cinco ambientes.

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza individuales por ambiente y combinados entre ambientes, bajo los siguientes modelos:

Modelo estadístico de los análisis de varianza individuales por ambiente.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$$

donde:

i = repeticiones

k = genotipos

donde:

Y_{ij} = Variable observada..

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i-ésima repetición.

G_k = Efecto del k-ésimo genotipo.

E_{ij} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre ambientes.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i(j) + L_j + G_k + LG_{jk} + E_{ijk}.$$

donde:

i= repeticiones

j = ambientes

k = genotipos

donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

$R_i(j)$ =Efecto de la i-ésima repetición anidada en el j-ésimo ambiente.

L_j = Efecto del j-ésimo ambiente.

G_k = Efecto del k-ésimo genotipo.

LG_{jk} = Interacción del k-ésimo genotipo con el j-ésimo ambiente.

E_{ijk} = Error experimental.

Prueba de comparación de medias

Se realizaron pruebas de comparación de medias por localidad y el combinado entre localidades, para cada una de las variables estudiadas, utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Steel y Torrie, 1992), con la siguiente fórmula:

$$T_o = q\alpha S\bar{x}$$

$$To = q\alpha \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

Donde:

$q\alpha$ = Valor tabular, que es un valor de t modificado

$S\bar{x}$ = Error estándar

S^2 = Cuadrado medio del error

r = Número de repeticiones

Así mismo, se calculó el coeficiente de variación para cada una de las características estudiadas con el fin de precisar la exactitud de la conducción del experimento, utilizando la siguiente formula:

$$C. V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{X} \times 100$$

Donde:

$CMEE$ = Cuadrado medio del error experimental.

X = Media general.

Finalmente, para investigar la relación entre el rendimiento y el resto de las variables se realizaron análisis de regresión simple entre las variables de interés.

Variables registradas

En la etapa de madurez fisiológica de cada unidad experimental, se colectaron al azar una muestra representativa de cinco tallos principales en un surco interno de cada parcela y las partes del entrenudo superior, incluyendo las espigas, fueron separadas en el laboratorio. Para cada muestra, se registraron y promediaron las siguientes variables:

- **Longitud de pedúnculo (LONPED):** se colectaron al azar en una muestra representativa los pedúnculos con espigas de plantas de cada parcela a partir del entrenudo superior; posteriormente se midió su longitud hasta la base de la espiga en cm y se obtuvo el promedio por parcela.
- **Longitud de espiga (LONESP):** las 5 espigas de los pedúnculos colectados se midieron y se registró su longitud en cm; posteriormente se calculó el promedio por parcela.
- **Longitud de aristas (LONARI):** medidas de la espiguilla terminal al extremo de la arista, y posteriormente se obtuvo el promedio por parcela cm.
- **Peso seco de pedúnculo (PSPED): de espiga (PSESP) y hoja bandera (PSHOJ):** de cada uno de los 5 pedúnculos con espiga colectados se separaron y pesaron los pedúnculos, las espigas y las hojas bandera; se pesaron en gr para posteriormente obtener el promedio por parcela.

Asimismo, en la etapa de madurez fisiológica de cada unidad experimental se colectaron 10 espigas al azar y se les realizaron las siguientes determinaciones:

- **Granos por espiga (GRAESP):** las 10 espigas de cada parcela se desgranaron individualmente, se contó el total de granos y se obtuvo el promedio por parcela.
- **Peso de granos por espiga (PGESP):** se pesó en gr los granos de cada una de las 10 espigas, para obtener el promedio por parcela.

- **Peso de mil granos (P1000G):** para estimar esta variable se tomaron 1000 granos al azar de cada parcela y se pesaron en una balanza analítica, registrando el peso en gramos.

Variables de rendimiento:

- **Rendimiento de grano (RDTO):** en la etapa de madurez a cosecha, se cortó un metro lineal de un surco interno de cada parcela con competencia completa (0.30 m^2), se trilló con una máquina estacionaria (Pullman), se registró el peso en gramos y se transformó posteriormente a toneladas por hectárea (t ha^{-1}).
- **Biomasa seca foliar a madurez fisiológica (BHOJMF):** se determinó en cada unidad experimental cortando una muestra de 60 cm de un surco interno con competencia completa (0.18 m^2) a una altura aproximada de 2 cm sobre la superficie del suelo. De esta muestra, se separaron las hojas, tallos y espigas, secándolas en asoleadero y pesándolas posteriormente en g/parcela; el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea (t ha^{-1}).
- **Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF):** se determinó al sumar los pesos secos de hojas, tallos y espigas para cada muestra, posteriormente se transformó a producción de forraje seco total en toneladas/hectárea (t ha^{-1}).

Variables fisiológicas:

- **Días a madurez fisiológica (MF):** se calculó en días a partir de la fecha del riego de siembra hasta la etapa donde cuando menos el 50% de las plantas de cada parcela mostraban un color amarillo en la parte distal del pedúnculo, junto a la parte basal de la espiga.

- **Contenido de clorofila:** se estimó en la hoja bandera de cinco plantas al azar con competencia completa de cada unidad experimental, tanto en la etapa de espigamiento (CLOROESP) como en la madurez fisiológica de los genotipos (CLOROMF), utilizando un clorofilímetro SPAD-502 (Minolta Corp., Ramsey, N.J.).
- **Stay Green(SG):** se evaluó en forma visual como porcentaje del área verde de la hoja bandera en la etapa de madurez fisiológica de cinco plantas al azar con competencia completa de cada unidad experimental.

Indices relacionados con la tolerancia a sequía:

- **Indice de susceptibilidad al estrés de sequía (SSI):**

Se estimó con la fórmula propuesta por Fischer y Maurer (1978):

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Ys}{Yi}\right)}{1 - \left(\frac{Yms}{Ymi}\right)}$$

Donde:

Ys es el rendimiento del genotipo bajo estrés, Yi es el rendimiento del genotipo bajo riego, y Yms y Ymi son los rendimientos medios de todos los genotipos bajo estrés y no estrés, respectivamente. Los genotipos con un SSI menor a la unidad se consideran resistentes a la sequía, ya que su reducción en el rendimiento en condiciones de sequía es menor a la reducción promedio de todos los genotipos.

Los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias de las variables estudiadas se realizaron con el paquete estadístico SAS 8.1 (1999). Los análisis de correlación fenotípica y las gráficas fueron realizados con el paquete estadístico Statistica 6.1 (2001).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de los análisis de varianza para las variables estudiadas.

Se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en la mayoría de las variables en estudio en todos los ambientes de evaluación (Cuadros A1, A3, A5, A7 y A9). No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables RDTO, BHOJMF y BTOTMF en dos de los tres ambientes de Zaragoza (sin estrés y estrés moderado). Estas mismas variables registraron diferencias estadísticas entre los genotipos en los ambientes de Navidad (estrés severo), con excepción de BHOJMF en el ambiente 5 (Cuadros A2, A4, A6, A8 y A10).

Los análisis de varianza combinados (Cuadro 4.1), registraron diferencias altamente significativas en las fuentes de variación ambientes, tratamientos y en la interacción ambientes x tratamientos en todas las variables estudiadas, confirmando las diferencias entre los ambientes y la diversidad genética entre los tratamientos, así como el comportamiento diferencial de los genotipos en el caso de la interacción ambientes x tratamientos. Los coeficientes de variación oscilaron entre 1.3 y 28.3 %.

Resultados de las pruebas de comparación de medias del análisis combinado entre ambientes.

En el Cuadro 4.2, se presentan los resultados de la prueba de comparación de medias entre los ambientes del análisis combinado para las variables estudiadas, donde se observa una clara tendencia en la reducción de los valores de todas las características evaluadas al incrementarse las condiciones ambientales desfavorables, particularmente al aumentar los déficits de humedad, confirmando a los ambientes de Zaragoza como los de mayor

potencial para la expresión de las diferentes características, en comparación con los ambientes de Navidad, que confirmaron ser los más desfavorables. Lo anterior concuerda con lo señalado por Richards et al, (2002), que mencionan que en ambientes con condiciones de sequía severa, como fue el caso de Navidad, es un reto difícil para los mejoradores lograr incrementos en el rendimiento y por ende en sus componentes, mientras que en ambientes favorables las ganancias en rendimiento pueden ser mucho mayores. Por otra parte, Ramírez y Kelly (1998), mencionan que el mejoramiento para resistencia a sequía es complicado, por la carencia de técnicas rápidas y reproducibles y la incapacidad de crear rutinariamente condiciones de estrés hídrico constantes y repetibles cuando se pretende evaluar eficientemente una gran cantidad de genotipos. Aunque no se presentan datos de temperatura de los ambientes donde se realizaron las evaluaciones, estas fueron mayores al final del ciclo de cultivo, tanto en Navidad como en Zaragoza, y particularmente en esta última localidad. A este respecto, Wardlaw et al, (1989), mencionan que en ambientes mediterráneos similares a los de este estudio, el estrés por altas temperaturas es un importante factor después de la antesis.

En general, en este estudio, los valores máximos en promedio de los genotipos de las variables evaluadas se registraron en el ambiente 1 de Zaragoza, el cual no tuvo restricciones de humedad ni de fertilización, por lo que se le consideró como el ambiente óptimo en este estudio. El ambiente 5 de Navidad (déficit hídrico severo, sin fertilización), registró en promedio de los genotipos los valores más bajos en la mayoría de las variables, por lo cual se le consideró como el ambiente más desfavorable. En el Cuadro 4.3 se presentan los porcentajes de reducción de los valores medios de cada una de las variables en el ambiente más desfavorable (5) al compararlos con el ambiente más favorable (100 %), observándose que con respecto a las variables morfofisiológicas, las mayores reducciones se registraron en el peso de granos por espiga (PGESP, 36 %), peso seco de espiga (PSESP, 44.5 %), número de granos por espiga (GRAESP, 54.1 %), peso seco de hoja bandera (PSHOJ, 55.0 %) y el peso

seco del pedúnculo (PSPED, 55.2 %). Con respecto a las variables de rendimiento, estas registraron los mayores porcentajes de reducción, confirmando la significativa diferencia entre los ambientes; en el rendimiento de grano (RDTO), fue de 27.0 %, concordando por lo señalado por Ehdaie y Shakiba (1996), que mencionan que el estrés por sequía durante el llenado de grano reduce dramáticamente el rendimiento de grano.

Para las características que inciden en la producción de forraje de forraje, la biomasa foliar a madurez fisiológica (BHOJMF, 31.1%) y el rendimiento de biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF, 23.4%), resultaron las características más adversamente afectadas al aumentar el estrés ambiental, concordando por lo señalado por diversos autores, que reportan entre otras, una aceleración del desarrollo de la planta y la subsecuente reducción en su tamaño (Midmore *et al.*, 1984; Shpiler y Blum, 1986). El Cuadro 4.4 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes para las características evaluadas, confirmando la diferente expresión de las mismas en los genotipos evaluados, debido a su constitución genética y a su respuesta individual a los cambios ambientales, ejemplificada por la significativa interacción ambientes x tratamientos en todas las características, particularmente en el rendimiento de biomasa foliar y total (BHOJMF y BTOTMF) y en el rendimiento de grano (RDTO), (Figuras A1, A2 y A3), registradas en el análisis de varianza (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1.- Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado entre ambientes.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
AMB	4	67410.0 **	1784.460**	231.709**	12.769**	1638.18 **
REP(AMB)	10	13.73 **	29.170**	1.734**	0.075 ns	5.019*
TRAT	32	185.56 **	28.902**	4.313**	0.336**	11.342**
AMB*TRAT	128	34.144 **	8.112*	0.716**	0.076**	3.897**
ERROR	320	2.797	6.068	0.396	0.045	2.380
TOTAL	494					
CV		1.3%	7.1%	5.4%	15.4%	13.3%
MEDIA		121.5	34.2	11.5	1.377	11.5

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	RDTO
AMB	4	13.154**	17664.9**	45.176 **	3603.20**	106.44 **
REP(AMB)	10	0.044 ns	45.67 *	0.094 **	21.098 **	0.406 *
TRAT	32	0.220**	97.38 **	0.236 **	76.66**	1.593 **
AMB*TRAT	128	0.051**	34.05**	0.074**	15.39**	0.418 **
ERROR	320	0.027	21.46	0.0380	7.601	0.199
TOTAL	494					
CV		12%	10.1%	12.7%	8.6%	22.7%
MEDIA		1.369	45.8	1.536	32.0	1.962

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
AMB	4	94.077 **	5940.06**	1207.35 **	63.214 **	70.092 **
REP(AMB)	10	0.323 ns	10.242 ns	37.77 **	13.555 **	46.135 **
TRAT	32	0.550 **	32.760 **	58.96 **	21.221 **	72.604 **
AMB*TRAT	128	0.547 **	18.492 **	11.79 **	12.229 **	44.414 **
ERROR	320	0.334	7.285	7.323	3.978	14.043
TOTAL	494					
CV		28.3%	19.9	4.9%	18.3%	18.8%
MEDIA		2.040	13.510	54.8	10.8	19.9

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

Cuadro 4.2.- Resultados de las pruebas de comparación de medias entre los ambientes de las variables evaluadas en el análisis combinado.

AMB	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	150.1 a	38.3a	12.8 ^a	1.742 ^a	15.493 ^a
2	147.7 b	37.3b	12.6ab	1.602b	14.319b
3	91.4 e	36.0c	12.4b	1.559b	13.537c
4	110.0 c	29.7d	9.9c	1.021c	7.376d
5	108.1 d	29.5d	9.7c	0.962c	6.902d
DMS	0.652	0.960	0.245	0.083	0.601

AMB	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.691 a	57.6a	2.195 ^a	38.1a	3.133 ^a
2	1.639 a	56.4a	2.036b	36.1b	2.574b
3	1.567b	52.5b	1.829c	34.7c	2.366c
4	1.017c	31.4c	0.829d	26.2d	0.890d
5	0.931d	31.2c	0.791d	24.9e	0.847d
DMS	0.064	1.806	0.076	1.075	0.174

AMB	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	ST
1	3.011 a	21.647 a	58.3 a	11.5 a	21.1 a
2	2.883 a	18.838 b	57.1 b	11.2 a	20.2 ab
3	2.269b	16.545 c	56.5 b	11.1 a	19.8 ab
4	1.101c	5.452 d	51.9 c	10.9 a	19.2 b
5	0.937c	5.069 d	50.3 d	9.5 b	19.0 b
DMS	0.225	1.052	1.055	0.777	1.461

Cuadro 4.3.- Reducción en porcentaje de los valores medios de cada una de las variables considerando el ambiente óptimo (1), como el 100 %.

AMB	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	150.1 a	38.3a	12.8 ^a	1.742 ^a	15.493 ^a
5	108.1 d	29.5d	9.7 ^c	0.962 ^c	6.902 ^d
%	42.0	8.8	3.1	0.780	8.591

AMB	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.691 a	57.6 a	2.195 ^a	38.1 a	3.133 ^a
5	0.931 ^d	31.2 c	0.791 ^d	24.9 e	0.847 ^d
%	0.760	26.4	1.404	13.2	2.286

AMB	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	ST
1	3.011 a	21.647 a	58.3 a	11.5 a	21.1 a
5	0.937 c	5.069 d	50.3 d	9.5 b	19.0 b
%	2.074	16.578	8.0	2.0	2.1

Resultados de los análisis de regresión simple entre las principales variables de interés a través de los ambientes.

Los análisis de regresión entre las principales variables morfológicas y fisiológicas y el rendimiento mostraron en forma general una relación positiva y significativa ($P < 0.05$) que permitió identificar las principales características ligadas positivamente al rendimiento, tanto de biomasa como de grano. Con respecto a las características morfológicas, la longitud y el peso seco del pedúnculo registraron una relación positiva y significativa con el rendimiento de grano ($R^2 = 0.53$; Figuras 4.1 y 4.2).

Wardlaw (1990), reporta que el pedúnculo, localizado en el primer entrenudo bajo la espiga, tiene una diversidad de funciones críticas en la productividad de los cereales. El desarrollo del sistema vascular en el pedúnculo es esencial para transportar los fotosintatos para el llenado de grano (Wardlaw, 1990). El aumento en la longitud de la parte expuesta del pedúnculo reduce el riesgo de infecciones foliares en la espiga al aumentar la distancia entre las hojas superiores y la misma (Gebbing, 2003). Bajo estrés de sequía o temperaturas altas, este órgano (y en particular la parte expuesta), mantiene significativamente un mayor potencial hídrico que la hoja bandera (Wardlaw, 2002).

La parte superior del pedúnculo desarrolla un metabolismo autotrófico de carbohidratos como en la hoja cuando está expuesto a alta irradiación, contribuyendo en una alta proporción a la fotosíntesis del tallo (Wardlaw, 1965; Wang et al, 2001; Evans y Rawson, 1970). También Kong et al (2010), concluyen que los pedúnculos expuestos poseen ventajas anatómicas, ultraestructurales y fisiológicas sobre la hoja bandera para la fotosíntesis. Concluyen que los pedúnculos expuestos tienen una fuerte capacidad fotosintética y proporciona asimilados para el desarrollo de los granos durante la etapa de llenado.

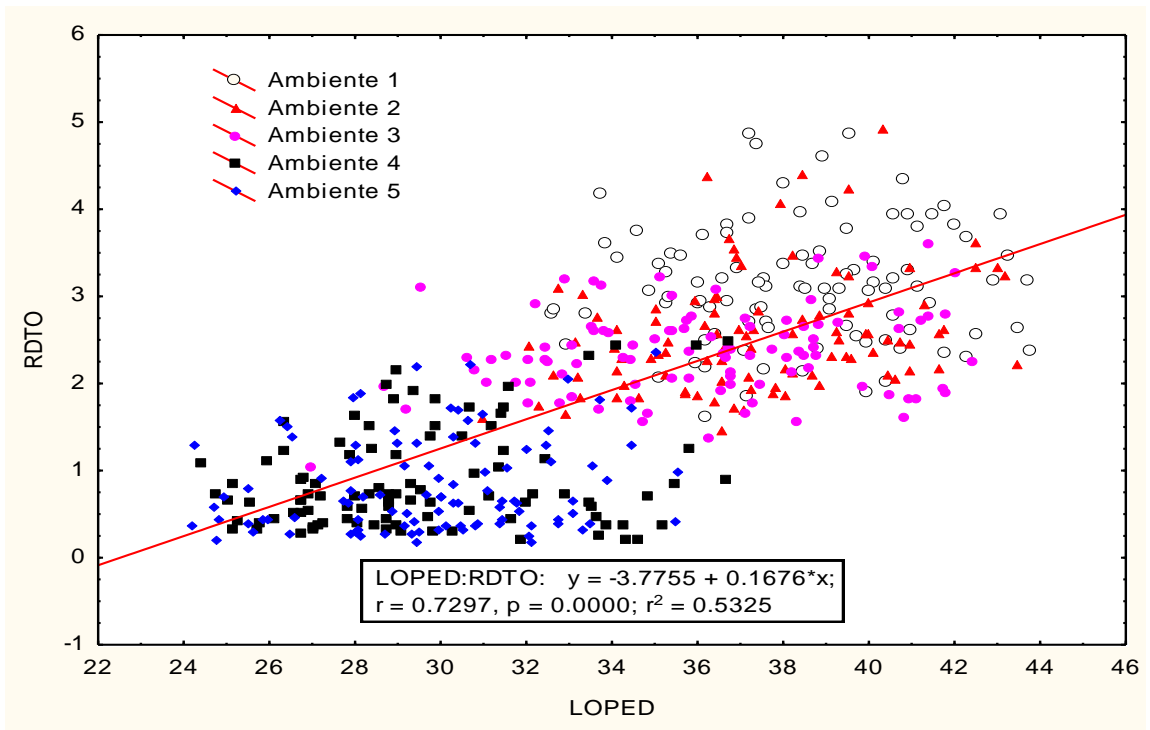


Figura 4.1. Relación entre la longitud del pedúnculo y el rendimiento de grano.

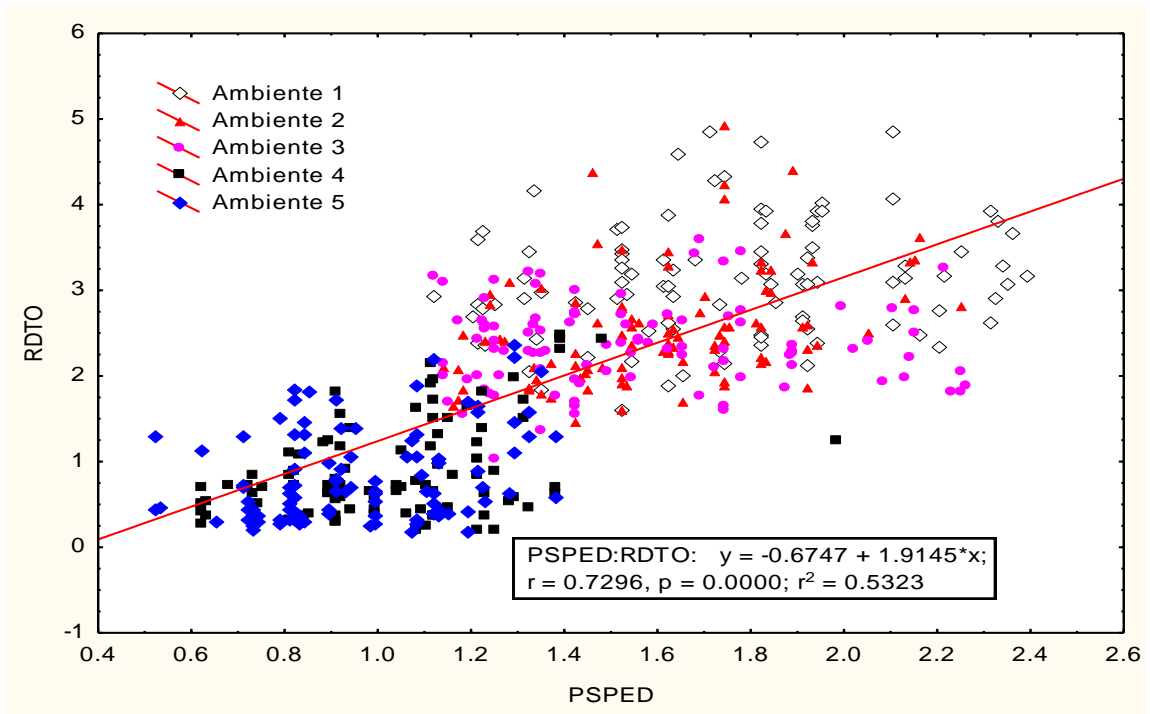


Figura 4.2. Relación entre el peso seco de pedúnculo y el rendimiento de grano.

En este estudio, adicionalmente, el peso seco y la longitud de la espiga y el peso seco de la hoja bandera, mostraron también una relación positiva y significativa con el rendimiento de grano ($R^2 = 0.67, 0.49$ y 0.48 , respectivamente); Figuras 4.3, 4.4 y 4.5. Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por Fischer y Maurer (1978) y Villegas et al (2007), en trigo duro, ya que señalan que el peso del pedúnculo, el peso y longitud de la espiga y la longitud de las aristas estuvieron significativamente relacionadas con el rendimiento de grano.

También, los resultados de este estudio apoya los hallazgos de algunos autores (Kaul, 1974; Briggs y Aytenfisu, 1980) que señalan que los tejidos verdes encima del nudo de la hoja bandera son los principales responsables de la producción de carbohidratos que llenan los granos, ya que las hojas inferiores pierden rápidamente su capacidad de asimilación y mueren pronto bajo condiciones de sequía.

Consideran asimismo que la hoja bandera aporta la mayor contribución al rendimiento de grano por su corta distancia a la espiga y el hecho de que permanece verde por más tiempo que el resto de las hojas. Los carbohidratos son removilizados desde el pedúnculo de la espiga y la hoja bandera durante el llenado de grano (Zamski y Grunberger, 1995).

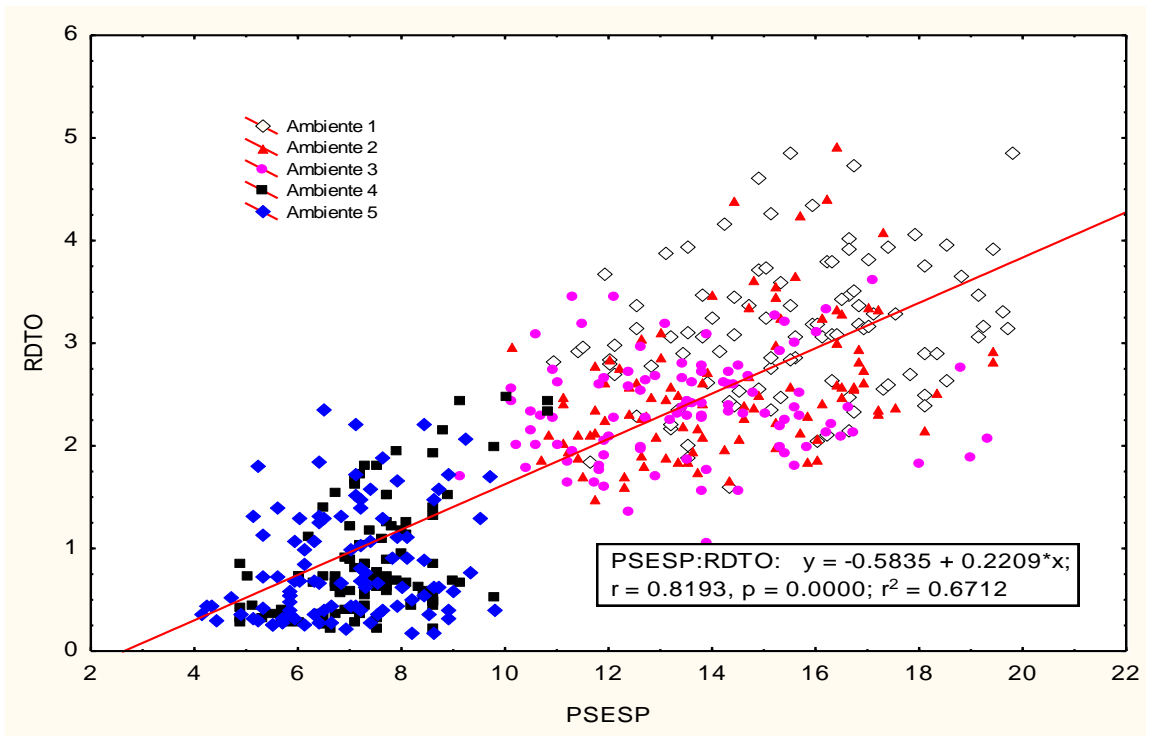


Figura 4.3. Relación entre el peso seco de la espiga y el rendimiento de grano.

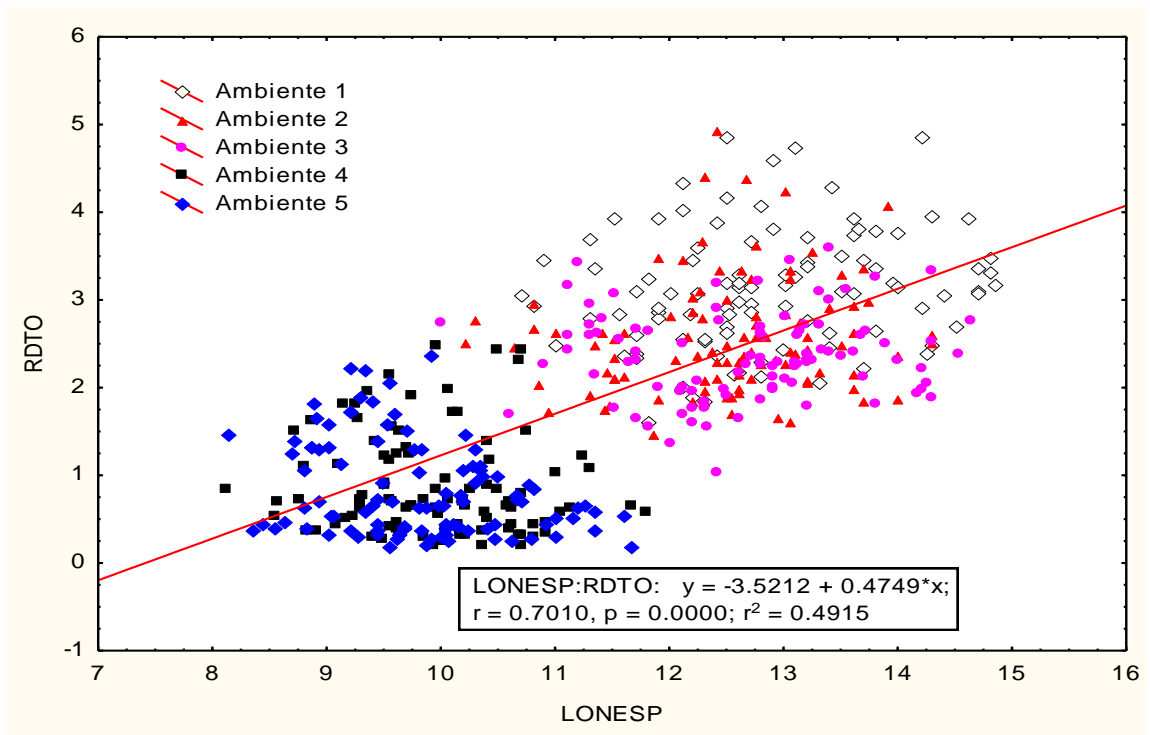


Figura 4.4. Relación entre la longitud de espiga y el rendimiento de grano.

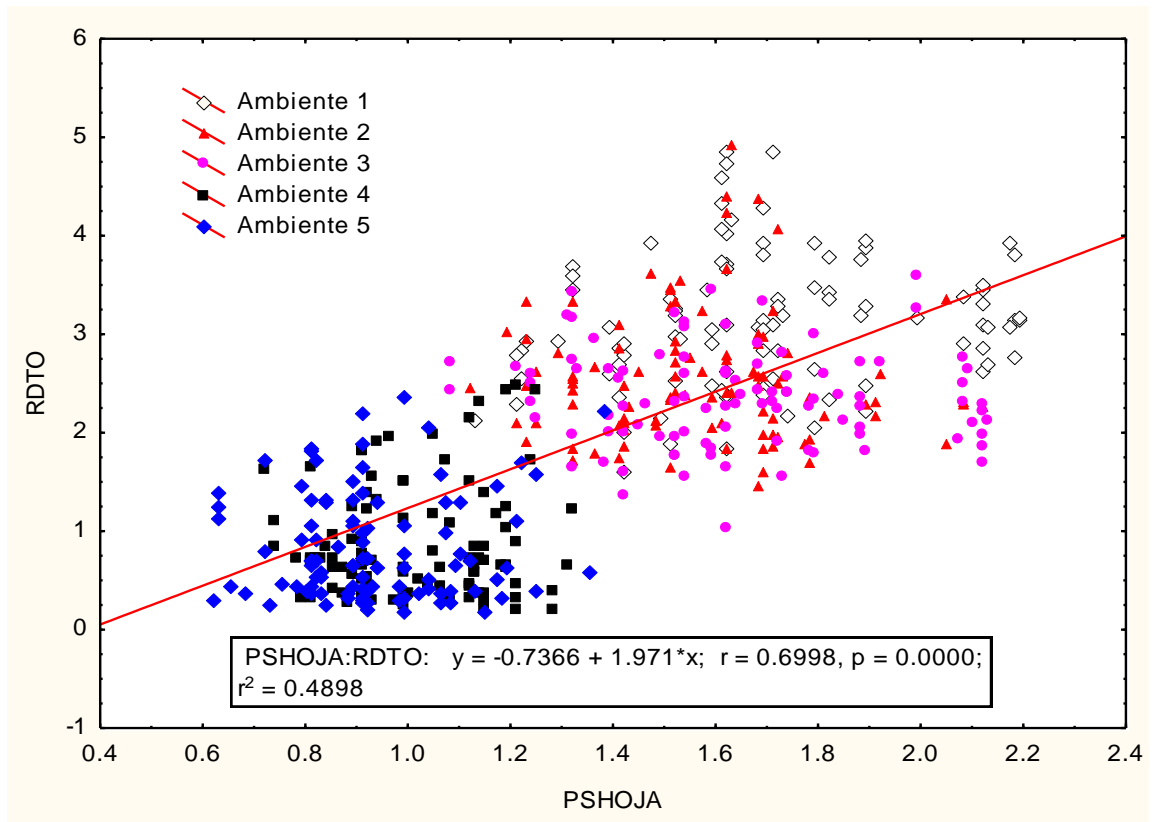


Figura 4.5. Relación entre el peso seco de la hoja bandera y el rendimiento de grano.

Con respecto a la relación entre la producción de biomasa y el rendimiento de grano, se registraron asociaciones positivas entre la biomasa seca foliar y la biomasa seca total y con el rendimiento de grano ($R^2 = 0.46$ y 0.64 , respectivamente); Figuras 4.6, y 4.7, el cual es un aspecto muy importante para los objetivos de este estudio, ya que su enfoque principal está orientado al desarrollo de nuevas variedades con mayor producción de biomasa foliar y total para uso forrajero; sin embargo, también es muy importante un adecuado rendimiento de grano de las variedades sobresalientes para la producción de semilla. (Reynolds *et al.*, 2009).

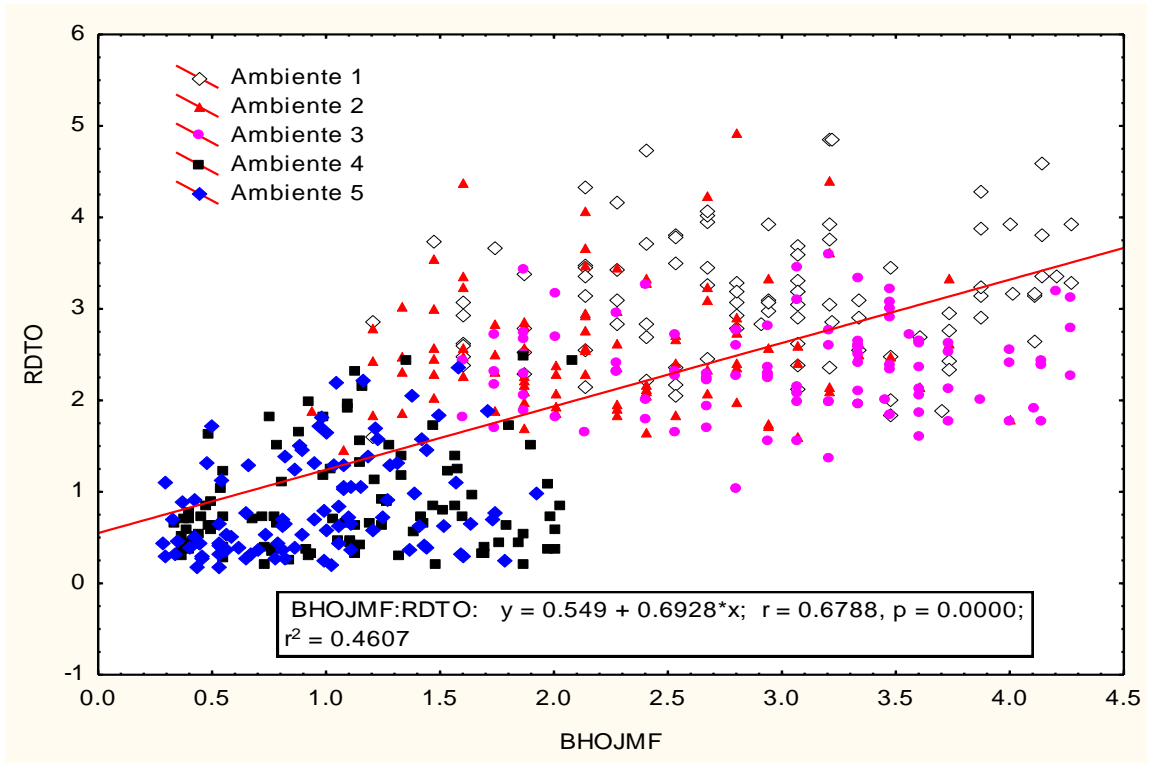


Figura 4.6. Relación entre la biomasa foliar y el rendimiento de grano.

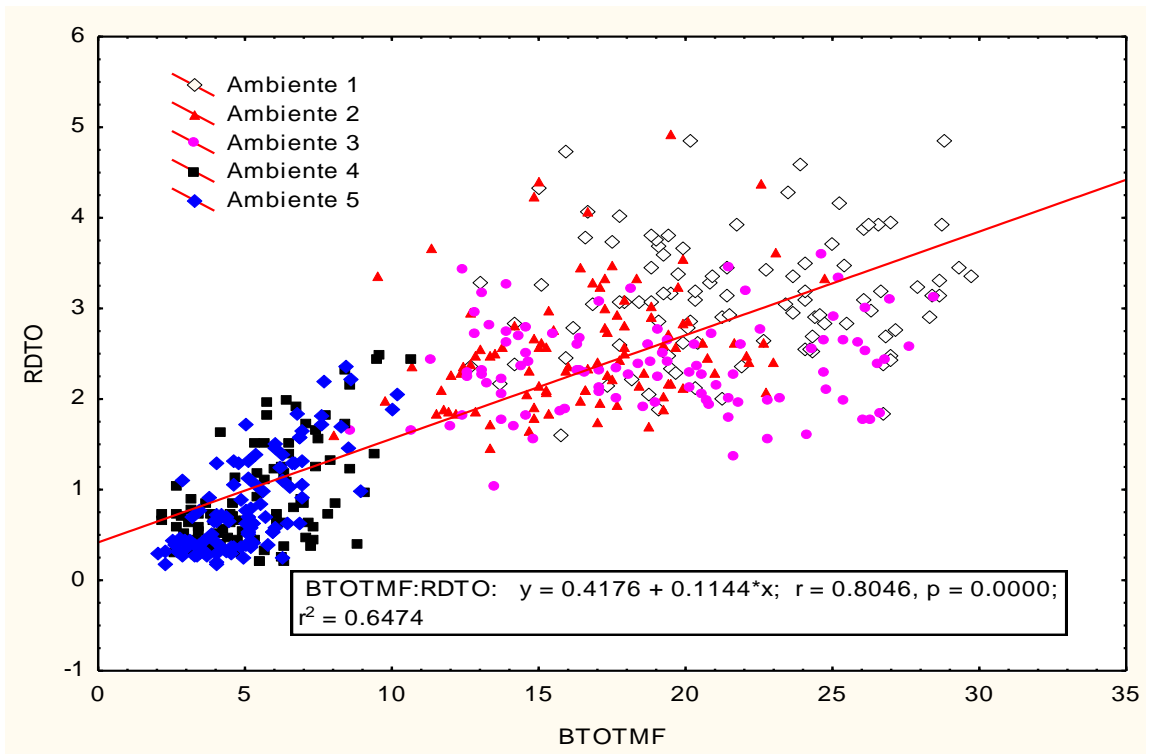


Figura 4.7. Relación entre la biomasa total y el rendimiento de grano.

El análisis de regresión entre el contenido de clorofila en la etapa de espigamiento (CLOROESP) y el rendimiento de grano mostró una relación positiva pero de baja magnitud ($R^2 = 0.26$, Figura 4.8), asimismo, mostró también una relación positiva con el rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF) y la biomasa total (BTOTMF), $R^2 = 0.24$ y 0.33 , respectivamente. Por otra parte, no se registró ninguna asociación entre el contenido de clorofila en madurez fisiológica (CLOROMF) con el rendimiento de biomasa foliar, total y de grano. Independientemente de la baja magnitud de los coeficientes de determinación registrados entre estas características, diversos autores han señalado que las lecturas con el clorofilímetro pueden representar un útil criterio de selección en programas de mejoramiento cuyo objetivo es incrementar la tasa y duración de la fotosíntesis foliar, ya que un menor contenido de clorofila es un indicador de la senescencia temprana, y está positivamente correlacionado con el rendimiento de grano en trigo (Araus *et al.*, 1997; Rharrabti *et al.*, 2001).

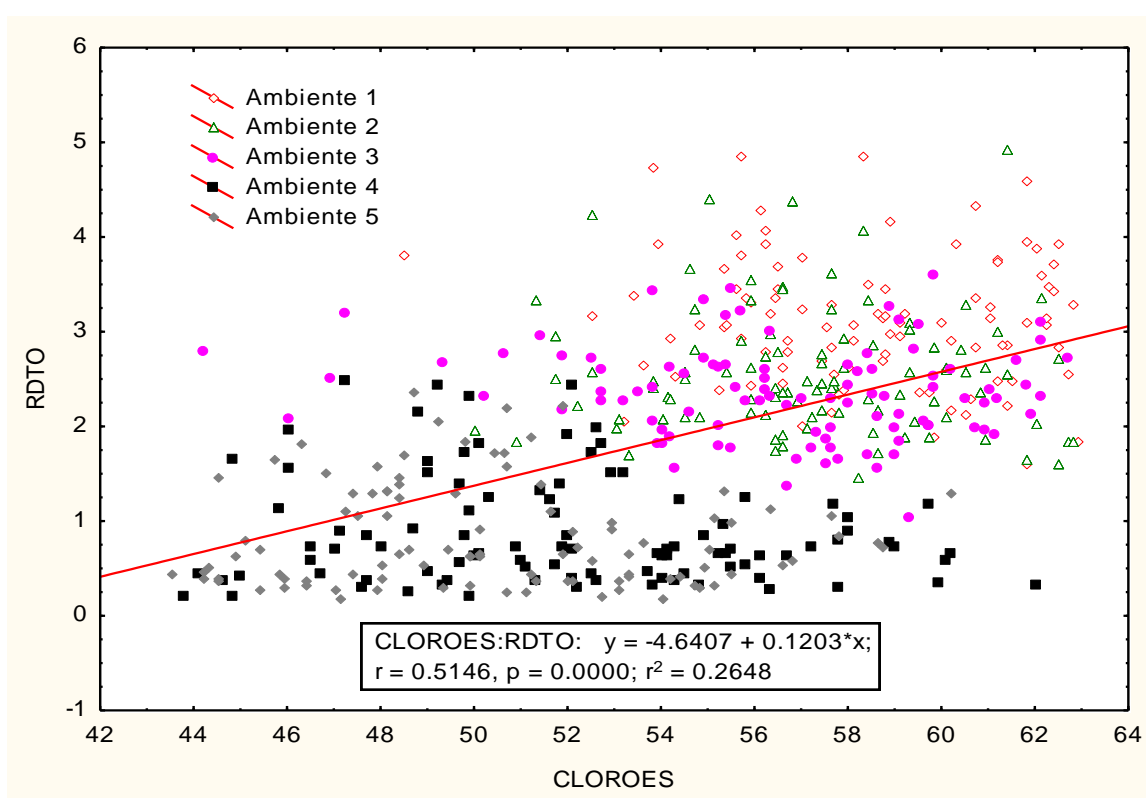


Figura 4.8. Relación entre las lecturas del clorofilímetro en espigamiento y el rendimiento de grano.

Con respecto al carácter “stay green”, los resultados de este estudio no reportaron ninguna asociación entre esta característica con el rendimiento de biomasa foliar, biomasa total o el rendimiento de grano. Estos resultados no concuerdan con los reportes de diversos autores que señalan que el mantenimiento del área foliar verde (stay-green) es una herramienta prometedora (Jordan et al, 2012), debido posiblemente a que los ambientes con menos condiciones favorables como fueron los de Navidad, N.L., estuvieron sujetos a un estrés de humedad muy severo que no permitió una mayor expresión del carácter de los genotipos, ya que Van Oosterom et al, (1996), mencionan que el stay-green es genética y fisiológicamente complejo, y puede exhibir una amplia gama de patrones de expresión y sensibilidad ambiental dependiendo del genotipo.

Por otra parte, Thomas y Smart, (1993) y Borrell *et al.* (2000a), mencionan que en algunos tipos de stay green, la clorofila puede permanecer casi indefinidamente, pero al realizar medidas de fotosíntesis, se muestra que la senescencia está avanzando normalmente bajo la superficie que retiene el pigmento, es decir, la persistencia del pigmento no está asociada a la fotosíntesis real.

En estos tipos el stay-green es cosmético; esto es, las plantas son verdes pero carecen de capacidad fotosintética. Esto puede deberse a una pérdida en la capacidad fotosintética que acompaña normalmente a la senescencia, lo que pudo suceder en los ambientes antes mencionados. Por otra parte, en este estudio se encontró una alta relación positiva entre las lecturas del clorofilímetro en madurez fisiológica y el stay-green ($R^2=0.87$, Figura 4.9); sin embargo, particularmente el porcentaje de stay green no estuvo asociado a un mayor rendimiento de grano o de biomasa.

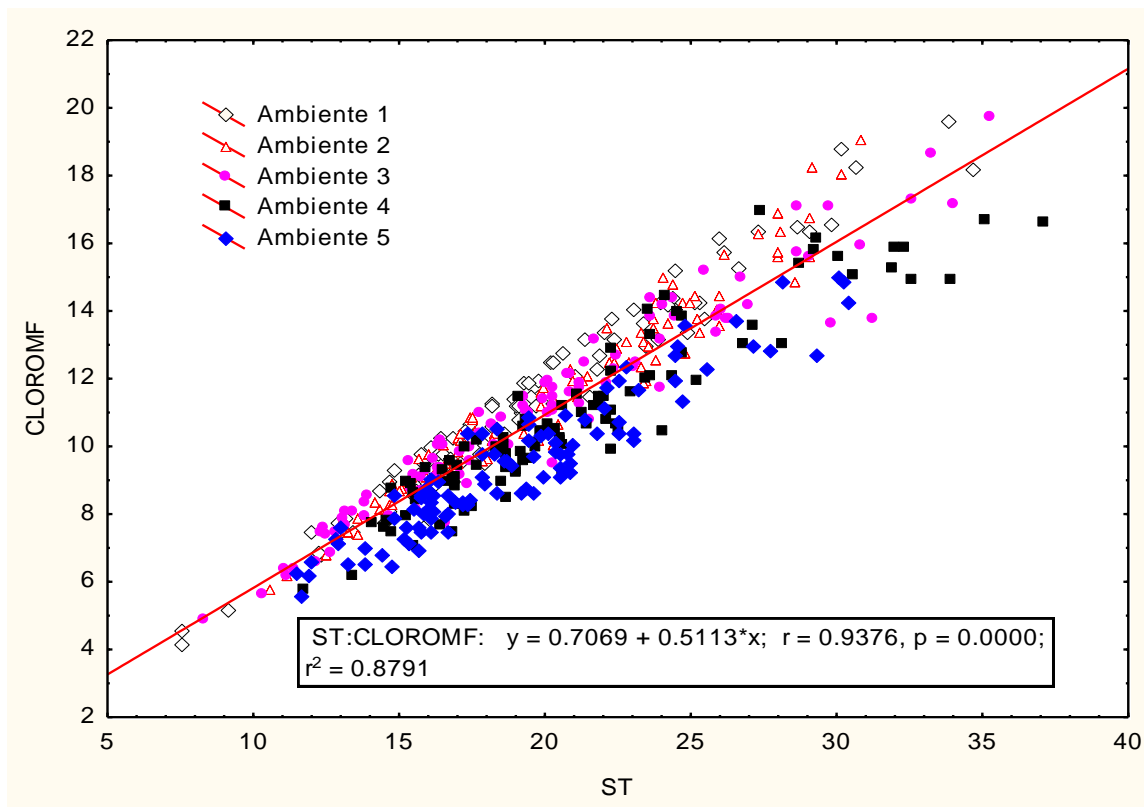


Figura 4.9. Relación entre las lecturas del clorofilímetro en madurez fisiológica y el porcentaje de stay green.

Resultados de los análisis de varianza para el índice de susceptibilidad a la sequía (SSI).

En el análisis de varianza del índice de susceptibilidad a sequía (SSI) utilizando las variables de rendimiento (Cuadro 4.5), se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las variables rendimiento (RDTO) y biomasa total (BTOT); para la variable biomasa de hoja (BHOJ), únicamente se registraron diferencias significativas. Este índice clasifica a los genotipos con valores inferiores a la unidad, como genotipos tolerantes o resistentes a la sequía. De acuerdo con los resultados de la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.6), de este índice aplicado al rendimiento de grano (RDTO), se reportaron 13 genotipos con valores menores a la unidad; los genotipos más

precoces, correspondieron a los progenitores femeninos de hábito primaveral e intermedio (Figura 4.10), resultados lógicos, ya que estos genotipos, por su precocidad, escapan a las condiciones de sequía terminal en comparación con los genotipos más tardíos, lo que les permite tener un mayor rendimiento de grano. Un comportamiento similar se reportó en los mismos genotipos en el caso de su índice de susceptibilidad cuando este se utilizó aplicado al rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF), ya que por su ciclo más corto fue menos afectada su estructura foliar por efecto del estrés de sequía en los ambientes con los mayores déficits de humedad (Cuadro 4.6, Figura 4.11). Cuando el índice de susceptibilidad se calculó con el rendimiento de biomasa total (BTOTMF), los resultados se invirtieron en comparación con el rendimiento de grano y el de biomasa foliar, ya que los genotipos correspondientes a las familias derivadas de las cruzas registraron en su mayoría valores de SSI menores a la unidad, confirmando su mayor producción de forraje total bajo condiciones más desfavorables en comparación con los genotipos más precoces de ciclo más corto (Cuadro 4.6, Figura 4.12). Los resultados anteriores son muy importantes, ya que los genotipos con bajos valores de SSI se consideran tolerantes al estrés, ya que estos muestran una menor reducción en el rendimiento en ambientes desfavorables comparados con la media de todos los genotipos bajo ambientes sin estrés y pueden ser seleccionados para condiciones de riego restringido presentes en diversas regiones agrícolas.

Cuadro 4.5. Resultados de los análisis de varianza para el índice de tolerancia a sequía (SSI) de las variables de rendimiento evaluadas.

FV	GL	SSI-RDTO	SSI-BHOJ	SSI-BTOT
REP	2	0.052 ns	0.089 ns	0.018 ns
TRAT	32	0.133**	0.011*	0.049**
ERROR	64	0.022	0.060	0.010
TOTAL	98			
CV %		15.0	25.5	9.9

Cuadro 4.6 Resultados de la prueba de comparación de medias entre genotipos para el índice de susceptibilidad a la sequia (SSI).

GENOTIPOS	SSI-RDIO	SSI-BHOJ	SSI-BTOT
1	1.0607 abcd	1.0383 ab	1.00233 bcde
2	1.0737 abcd	0.9970 ab	1.05667 abcde
3	1.0490 abcd	0.9927 ab	0.96900 bcde
4	0.9977 abcde	0.9260 ab	0.99133 bcde
5	1.1077 abcd	1.1723 ab	1.03267 abcde
6	0.8997 abcde	0.9587 ab	0.97633 bcde
7	1.2507 a	1.1653 ab	0.89633 e
8	0.9600 abcde	1.0103 ab	0.96000 bcde
9	1.0093 abcde	0.9643 ab	1.10200 abcde
10	1.0647 abcd	0.8757 ab	0.92767 e
11	0.9097 abcde	1.2493 a	0.98667 bcde
12	1.1140 abcd	0.9007 ab	1.07767 abcde
13	0.8263 abcde	1.0677 ab	1.05300 abcde
14	1.2170 ab	1.3147 a	0.86500 e
15	1.1003 abcd	1.2517 a	0.92800 de
16	1.1540 abcd	1.1567 ab	0.91033 e
17	1.0153 abcde	0.8323 ab	1.01767 bcde
18	1.0847 abcd	0.8830 ab	0.93200 cde
19	1.2483 a	1.0380 ab	0.93133 cde
20	0.9490 abcde	0.9557 ab	0.99967 bcde
21	1.1590 abcd	1.0773 ab	0.93400 cde
22	1.1657 abc	0.9773 ab	0.98800 bcde
23	1.1260 abcd	0.9937 ab	0.99967 bcde
24	1.1643 abc	1.2420 a	0.86000 e
25	0.7567 bcdef	0.9050 ab	1.18667 abcde
26	0.9547 abcde	0.6790 ab	1.17100 abcde
27	0.5487 ef	0.4110 b	1.35467 a
28	0.6810 cdef	0.8480ab	1.25467 abcd
29	0.8133 abcde	0.7880 ab	1.28200 ab
30	0.6747 def	0.8620 ab	1.10400 abcde
31	1.0703 abcd	0.6903 ab	1.17267 abcde
32	0.3220 f	0.5440 ab	1.26333 abc
33	1.2297 ab	0.9073 ab	0.90900 e

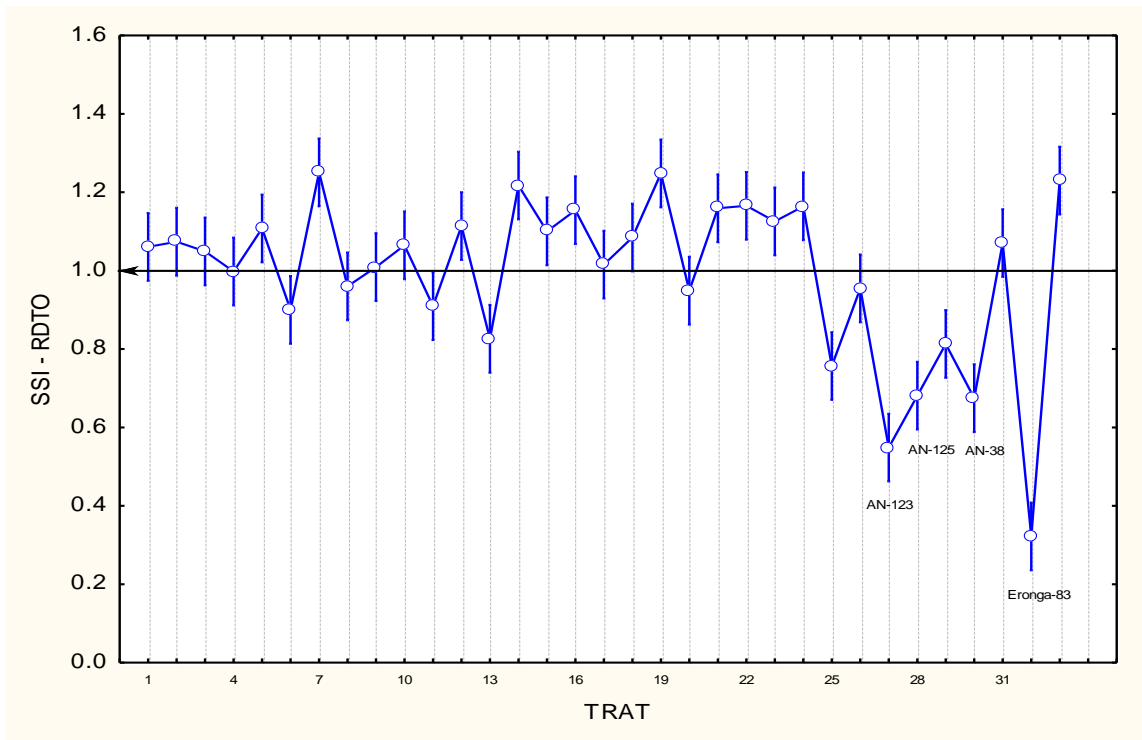


Figura 4.10. Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de grano (RDTO) de los genotipos evaluados.

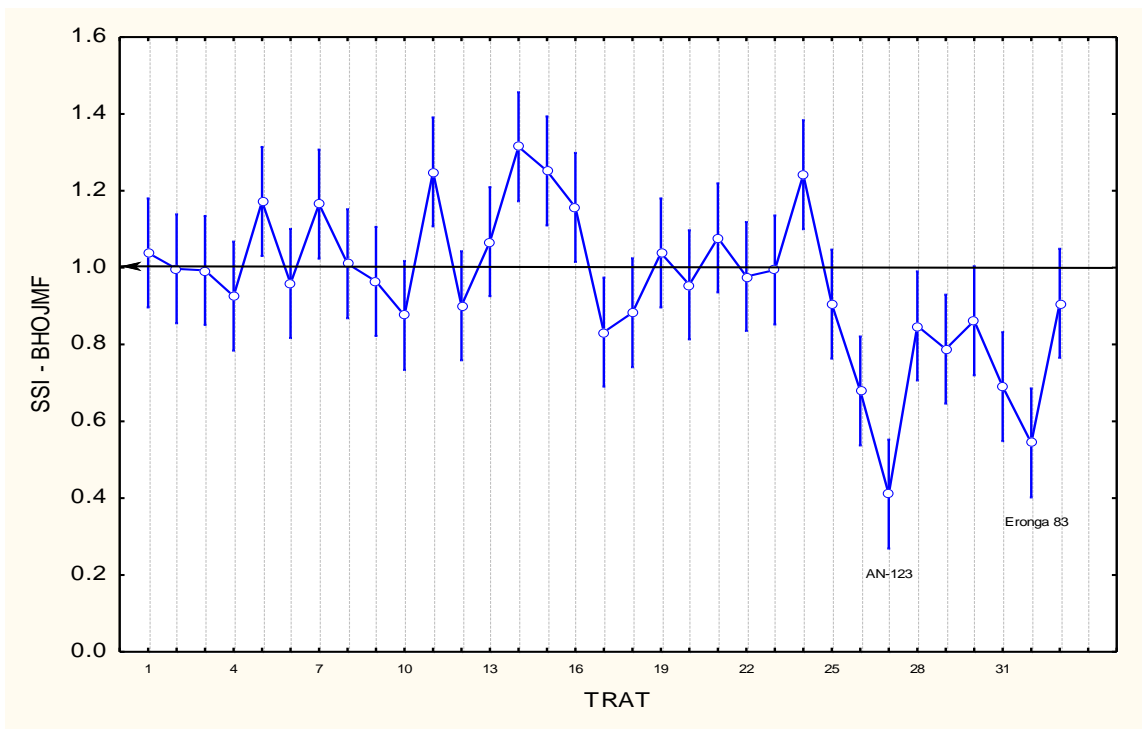


Figura 4.11. Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF) de los genotipos evaluados.

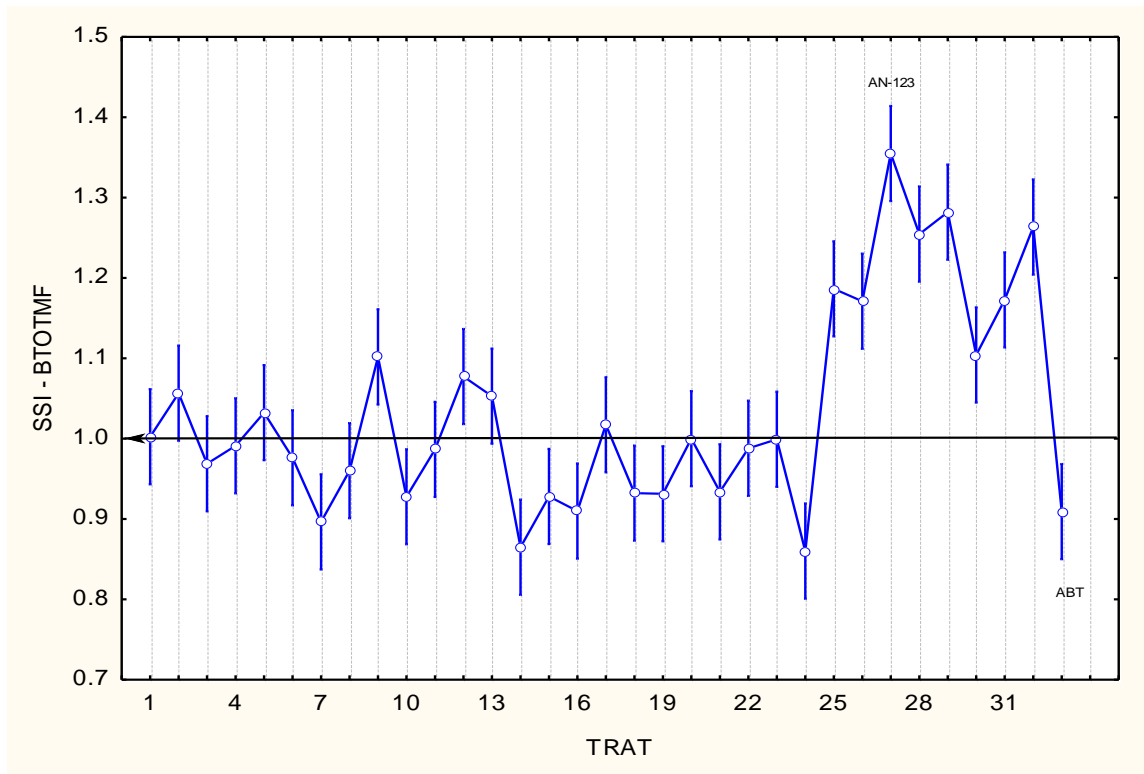


Figura 4.12. Representación gráfica de los valores de SSI para el rendimiento de biomasa total (BTOTMF) de los genotipos evaluados.

IV. CONCLUSIONES

En base a las condiciones bajo las cuales se realizó esta investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los genotipos evaluados fueron significativamente contrastantes entre sí, particularmente con respecto a su régimen de humedad, lo que influyó en forma determinante en el comportamiento diferencial de los genotipos en todas las características evaluadas.
- La longitud y peso del pedúnculo y el peso de la hoja bandera son características que pueden utilizarse en la selección indirecta para rendimiento de biomasa y grano en todos los ambientes, particularmente en ambientes con déficits de humedad, en base a su significativa y positiva asociación.
- Los genotipos de hábito primaveral (progenitores) registraron un mayor rendimiento de grano bajo condiciones de estrés de humedad en comparación con el resto de los tratamientos, debido posiblemente a que escaparon de los efectos de la sequía terminal
- En general, los genotipos de hábito intermedio (familias) registraron un mayor rendimiento de biomasa total bajo condiciones de estrés de humedad en comparación con el resto de los tratamientos.
- Cuando se utilizó la regresión entre el carácter stay green y el rendimiento, no fue posible detectar algún tipo de asociación positiva entre los mismos.

- El uso del índice de susceptibilidad al estrés (SSI), es una útil herramienta en la selección de genotipos con tolerancia a la sequía en estudios con ambientes contrastantes de humedad.

V. LITERATURA CITADA

A. Borrell, G. Hammer and E. Van Oosterom. 2001. Stay-green: A consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. *Ann. Appl. Bio.* 138: 91-95.

Acevedo, E. 1991. Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. In Acevedo, E. (ed): *Physiology-Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediteranean Environments*. Le Colloque No. 55, pp 273-305, INRA, Paris.

Adamsen, F.J., Pinter, P.J., Barnes, E.M., LaMorte, R.L., Wall, G.W., Leavitt, S.W., Kimball, B.A. 1999. Measuring wheat senescence with a digital camera. *Crop Sci.* 39: 719-724.

Alejar, A.A., T.S. Park, B.S. Vergara, and R.M. Visperas. 1995. The effect of source-sink imbalance on rice leaf senescence and yield. In: P. Mathis (eds), *Photosynthesis: from light to biosphere*, Vol.V, pp. 723-726, Kluwer Academic Press, Dordrecht, the Netherlands.

Al-Katib, K., Paulsen, G.M., 1984. Mode of high temperature injury to wheat during grain development. *Plant Physiol.* 61, 363-368.

- Amani, I., Fischer, R.A., Reynolds, M.P., 1996. Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. *J. Agron. Crop Sci.* 176: 119-129.
- Ammar, K., Mergoum, M. Rajaram, S. 2004. The history and evolution of triticale. In: Mergoum, M. Mergoum H. (eds.): *Triticale Improvement and production*. FAO, 2-9.
- Araus J.L., Bort J, Brown R.H., Bassett C.L., Cortadellas N. 1993. Immunocytochemical localization of phosphoenolpyruvate carboxylase and photosynthetic gas-exchange characteristics in ears of *Triticum durum* Desf. *Planta*. 191(4):507-514.
- Araus, J.L., Amaro, T, Zuhair, Y., and Nachit M.M. 1997. Effect of leaf structure and water status on carbon isotope discrimination in field-grown durum wheat. *Plant Cell Environ.* 20:1484-1494.
- Araus, J.L., G.A. Slafer, C. Royo, and D.D. Seeert. 2008. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Science*. 27: 377-412.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C₃ cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.* 89, 925-940.
- Araus, J.L., J. Bort, S. Ceccarelli & S. Grando, 1997. Relationship between leaf structure and carbon isotope discrimination in field grown barley. *Plant Physiol Biochem.* 35:533-541.
- Aschan G, Pfanz H. 2003. Non-foliar photosynthesis-a strategy of additional carbon acquisition. *Flora*. 198 (2): 233-245.

- Ayeneh, A., M. van Ginkel, M.P. Reynolds, and K. Ammar. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Res.* 79: 173-184.
- Bansal, K. C., and S. K. Sinha. 1991. Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species I. Total dry matter and grain yield stability. *Euphytica* 56: 7-14.
- Banzinger, M., G. O. Edmeades, and H.R. Lafitte, 1999. Selection for drought tolerance increases maize yields across a range of nitrogen levels. *Crop Sci.* 39: 1035-1040.
- Baret, F., and G. Guyot. 1986. Monitoring the ripening period of wheat canopies using visible and near infra red radiometry. *Agronomie* 6:509-516.
- Beharav, A., A., Cahaner, and M.J. Pinthus. 1998. Genetic correlations between culm length, grain yield and seedling elongation within tall (*rht+1*) and semidwarf (*Rth1*) spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Eur. J. Agron.* 9, 35-40.
- Berdahl, J. D., D. C. Rasmusson, and D. N. Moss. 1972. Effect of leaf area on photosynthetic rate, light penetration and grain yield in barley. *Crop Sci.* 12: 177-180.
- Berry, J., Bjorkman, O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Ann. Rev. Plan Physiol.* 31: 491-532.
- Betran, F.J., Beck, D., Banziger, M., Edmeades, G.O. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 43: 807-817.

- Blackmer, T.M., and J.S. Schepers. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *J. Prod. Agric.* 8:56-60.
- Blum, A. 1980. Genetic improvement of drought adaptation. In: N. C. Turner and P. J. Kramer (eds). *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. 450-452. John Wiley and Sons, New York.
- Blum, A.. 1986. The effect of heat stress on wheat leaf and ear photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 37 (174), 111-118.
- Blum, A.. 1988. *Plant Breeding for Stress Environments*. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 72.
- Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20:135-148.
- Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential –are they compatible, dissonant, or mutually exclusive. *Aust. J. Agric. Res.* 56: 1159-1168.
- Bolaños J, Edmeades G.O. 1996. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field Crops Research* 48:65-80.
- Borrell A K, Hammer G L, Douglas A C L. 2000a. Does maintaining green leaf area sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science* 40:1037-1048.
- Borrell, A. K., and A.C.L. Douglas. 1996. Maintaining green leaf in grain sorghum increases yield in a water limited environment. *Aias Occasion. Publ.* 93, 315-322.

- Bots, M Mariani, C. 2005. Pollen viability in the field. Research report COGEM2005-05. University of Nijmegen. The Netherlands.
- Boyer, J., 1971. Recovery of photosynthesis in sunflower after a period of low leaf water potential. *Plant Physiol.* 47, 816-820.
- Briggs, K. G., and A. Aytenfisu. 1980. Relationship between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheat. *Crop Sci.* 20: 350-354.
- Bruckner, L. P., and R. C. Froberg. 1987. Stress tolerance and adaptation in spring wheat. *Crop Sci.* 27: 31-36.
- Bruner, P.L., Froberg, R.C. 1987. Rate and duration of grain in spring wheat. *Crop Sci.* 27: 451-455.
- Byrne, P.F., Bolaños, J., Edmeades, G.O., Eaton, D.L. 1995. Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. *Crop Sci.* 35: 63-69.
- Campos, H., Cooper, M., Habben, J.E., Edmeades, G.O., Schussler, J.R. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crop Res.* 90: 19-34.
- Canevara, M. G., M. Romani, M. Corbellini, M. Perenzin, and B. Borghi. 1994. Evolutionary trends in morphological, physiological, agronomical and qualitative traits of *Triticum aestivum* L. cultivars bred in Italy since 1900. *Eur. J. Agron.* 3: 175-185.

- Cattivelli, L., Delogu, G., Terzi, V., Stanca, A.M. 1994. Progress in barley breeding. In: Slafer, G.A. (Ed.), Genetic Improvement of Field Crops. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 95-181.
- Cattivelli, L., F. Rizza, F.W. Badeck, E. Mazzucotelli, A. M. Mastrangelo, E. Francia, C- Mare, A. Tondelli, A.M. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*.105: 1-14.
- Ceccarelli, S. 1987. Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica* 40: 197-205.
- Ceccarelli, S., Grando, S. 1991. Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica* 57: 157-167.
- Cedola, M.C., A. Iannucci, G. Scalfati, M. Soprano, and A. Rascio. 1994. Leaf morpho-physiological parameters as screening techniques for drought stress tolerance in *Triticum durum* Desf. *J. Genet. Breed.* 48: 229-236.
- Clarke, J. M Townley-Smith, T. F. 1984. Screening and selection techniques for improving drought resistance. In Vose P.B. Blixt S. G. (eds.) *Crop Breeding: A Contemporary Basis*. Oxford, UK. Pergamon Press. pp.137-161.
- Clarke, J. M., T. F. Townley-Smith, T. N. McCaig and D. G. Green. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Sci.* 24: 537-541.
- Clarke, J.M., De Pauw, R. M., Townley-Smith, T.M. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Sci.* 32: 728-732.

- Clarke, J.M., Townley-smith, T.M., McCaig, T.N., Green, D.G. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Sci.* 24: 537-541.
- De Villiers L, Turk K, Thomas H, Howarth C. 1993. Analysis and exploitation of the staygreen character in sorghum. Overseas Development Administration Project R4885, Annual Report 1993.
- Ehdaie, B. and E.A. Hall. 1988. Differential responses of landraces and improved spring wheat genotypes to stress environment. *Crop Sci.* 28: 838-842.
- Ehdaie, B., and G. J. Waines. 1988. Yield potential and stress susceptibility of durum landraces in non-stress and stress environment. 7th Int. Wheat Genet.Symp. 2: 811-815.
- Ehdaie, B., M.R. Shakiba. 1996. Relationship of internode-specific weight and water-soluble carbohydrates in wheat. *Euphytica*, 99: 127-136.
- Evans L.T., Rawson HM. 1970. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Australian Journal of Biological Science.* 23(3): 245-254.
- Evans, L. T., J. Bingham, P. Jackson, and J. Sutherland, 1972: Effect of awns and drought on the supply of photosynthates and its distribution within wheat ears. *Ann. Appl. Biol.* 70: 67-76.
- Evans, L.T., I.F. Wardlaw, and R.A. Fischer. 1969. *Wheat*. In: L.T.Evans(ed.), *Crop Physiology: some case histories*, pp. 101-149. University Press, New York.

- Evans. J.R. 1983. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiol.* 72:297-302.
- Ferguson, H., Eslick, R.F., Aase, J.K. 1973. Canopy temperatures barely as influenced by morphological characteristics. *Agron. J.* 65: 425-428.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo C.G. (Ed), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Publication, Tainan, Taiwan.
- Fischer, R. A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
- Fischer, R. A., and T. J. Wood. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield association with morphological traits. *Aust. J. Agric.Res.* 30: 1001-1020.
- Fischer, R.A. y G. Edmeades. 2010. Breeding and cereal yield progress. *Crop Sci. (Suppl.)*, S85-S98.
- Fleury D, Jefferies S, Kuchel H, Langridge P. 2010. Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat. *Journal of Experimental Botany* 61: 3211-3222.
- Fox ,P.N.,Skovmand, B., Thompson, B.K., Braun, H.J., Cormier, R. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring tricale. *Euphytica* 47: 57-64.

- Frederick, J. R., and J.J. Camberato. 1995. Water and nitrogen effects on winter wheat in the southeastern coastal plain: II. Physiological responses. *Agron. J.* 87:527-533.
- Gates, D.M., 1964. Leaf temperature and transpiration. *Agron. J.* 56: 273-277.
- Gebbing T. 2003. The enclosed and exposed part of the peduncle of wheat (*Triticum aestivum*)- spatial separation of fructan storage. *New Phytologist.* 159 (1): 245-252.
- Giunta, F., Motzo, R., Deidda, M., 1995. Effects of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in a Mediterranean environment. *Aust. J.Agric.Res.* 46: 99-111.
- Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda. 2002. SPAD readings and associated leaf traits in durum wheat, barley and triticale cultivars. *Euphytica.* 125: 197-205.
- Golabadi, M., A. Arzani, S.A.M. Maibody. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. *Afr. J. Agric. Res.* 5: 162-171.
- Gutierrez-Rodriguez, M., M.P. Reynolds & A. Larqué-Saavedra. 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment II. Traits associated with genetic gains in yield. *Field Crops Res* 66: 51-62.
- Hafsi, M., W. Mechmeche, L. Bouamama, A. Djekoune, M. Zaharieva and P. Monneveux. 2000. Flag leaf senescence, as evaluated by numerical image analysis, and its relationship with yield under drought in durum wheat. *J. Agronomy & Crop Science.* 185: 275-280.
- Hall, A.E. 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments? In: T.J. Close and

- Bray, E.A., (Eds.), Plant responses to cellular dehydration during environmental stress. Pp. 1-10.
- Hatfield, J.L., Pinter Jr., P. J., Chasserary, E., Ezra, C.E., Reginato, R.J., Idso, S.B., Jackson, R.D. 1984. Effects of panicles on infrared thermometer measurements of canopy temperature in wheat. *Agric. For. Meteorol.* 32: 97-105.
- Heinrich, G. M., C. A. Francis., and J. D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Sci.* 23: 209-212.
- Hesketh, J.D., W.L. Ogren, M.E. Hageman & D.B. Peters. 1981. Correlations among leaf CO₂-exchange rates, areas and enzyme activities among soybean cultivars. *Photosynth. Res* 2:21-30.
- Hochman, Z. 1982. Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. *Field Crops Res.* 5: 55-67.
- Huang, B. 2000. Role of root morphological and physiological characteristics in drought resistance of plants. In: Wilkinson, R.E. (Ed.), *Plant Environment interactions*. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 36-64.
- Idso, S.B., P.J. Pinter, Jr., R.D. Jackson, and R.J. Reginato. 1980. Estimation of grain yields by remote sensing of crop senescence rates. *Remote Sensing Environ.* 9:87-91.
- Inoue, T., Inanaga, S., Y. Sugimoto, An, P. Eneji, A. E. 2004. Effect of drought on ear and flag leaf photosynthesis of two wheat cultivars differing in drought resistance. *Photosynthetica* 42: 559-565.

- Jenner, C.F., 1991. Effects of exposure of wheat ears to high temperature on dry matter accumulation and carbohydrate metabolism in the grain of two cultivars. I. Immediate responses. *Aust. J. Plant Physiol.* 18: 165-177.
- Johnson, R.C., and E.T. Kanemasu. 1983. Yield and development of winter wheat at elevated temperatures. *Agron J.* 75:561-565.
- Johnson, R.R., Frey, N.M., Moss, D.N. 1974. Effects of water stress on photosynthesis and transpiration of flag leaves and spikes of barley and wheat. *Crop Sci.* 14: 724-731.
- Johnson, R.R., Willmer, C., Moss, D.N. 1975. Role of awns in photosynthesis and respiration and transpiration of barley spikes. *Crop Sci.* 15: 217-221.
- Jordan D.R. Hunt C.H., Cruickshank A.W., Borrell, A.K., Henzell R.G. 2012. The relationship between the stay-green trait and yield in elite sorghum hybrids grown in a range of environments. *Crop Science* 52: 1153-1161.
- Kaul, R. 1974. Potential net photosynthesis in flag leaves of severely drought-stressed wheat cultivars and its relationship to grain weight. *Can. J. Plant Sci.* 53: 811-815.
- Kaya, Y., A. Topal, E. Gonulal, and R. Z. Arisoy. 2002. Factor analysis of yield traits in genotypes of durum wheat (*Triticum durum*). *Indian J. Agric. Sci.* 72: 30.1-30.3.
- Kong, L., F. Wang, B. Feng, S. Li, J. Si, B. Zhang. 2010. The structural and photosynthetic characteristics of the exposed peduncle of wheat (*Triticum aestivum* L.): an important photosynthate source for grain-filling. *BMC plant Biology.* 10: 141.

- Larsson, S., and A. G. Gorny. 1988. Grain yield and drought resistance indices of oat cultivars in field rain shelter and laboratory experiments. *J. Agron. Crop Sci.* 161: 277-286.
- Laza, M.R.C., S. Peng,, F.V. Garcia & K.G. Cassman. 1996. Relationship between chlorophyll meter readings and photosynthetic rate in rice leaves. *Philippine J. Crop. Sci. (Philippines)* 19:82.
- Lazar, M. D., C. D. Salisbury, and W. D. Worrall. 1995. Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines. *Field Crops Res.* 41: 147-156.
- Lelley, T. 2006. Triticale: A low-input cereal with untapped potential. In: Singh, R. J. Jauhar, P.P (eds.) *Genetic Resources Chromosome Engineering and Crop Improvement. Vol.2: Cereals.* Boca Raton (FL): CRC Press, Taylor Francis Group, FL. Pp. 395-430.
- Lilley, J.M., Fukai, S. 1994. Effect of timing and severity of water deficit on four diverse rice cultivars. III. Phenological development, crop growth and grain yield. *Field Crops Res.* 37: 225- 234.
- Liu, H. S. Li, F.M. 2005. Root respiration, photosynthesis and grain yield of two spring wheat in response to surface soil drying. *Plant Growth Regul.* 45: 149-154.
- Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M. D., Falcon, W. P., and Naylor, R.L. 2008. Priorizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Nature* 319: 607-610.
- Lonbani, M y A. Arzani. 2011. Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research.* 9 (1-2): 315-329.

- Ludlow, M.M., Muchow, R.C., 1989. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agronomy* 43:107-153.
- Ma, B.L., Morrison & H.D. Voldeng. 1995. Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean. *Crop Sci* 35: 1411-1414.
- Mi, G.H., L. Tang, and F.S. Zhang. 1999. Nitrogen uptake and translocation during grain formation of two wheat cultivars with contrasting maturity appearance. *J. China Agric. Univ.* 4: 53-57.
- Midmore, D.J., Cartwright, P.M., Fischer, R.A., 1984. Wheat in tropical environments. II. Growth and grain yield. *Field Crops Res.* 8: 207-227.
- Minhas, A. S., A. S. Randhawa, and K. Chand. 1978. Effect of awns and leaf-blades on the grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L. Em Thell.). *J. Res. Punjab Agric. Univ.* 15: 1-7.
- Mitra, J., 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Curr. Sci.* 80: 758-762.
- Mitra, R., and C.R. Bhatia. 1984. Flag leaf senescence in high grain protein wheat genotypes. In: *Cereal Grain Protein Improvement*, pp. 333-344. IAEA, Vienna.
- Monje, O.A. & B. Bugbee. 1992. Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: a comparison of two types of meters. *Hortscience.* 27:69-71.
- Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35: 299-319.

- Motzo, R., and F. Giunta. 2002. Awnedness affects grain yield and kernel weight in near-isogenic lines of durum wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 1285-1293.
- Nasir Ud-Din, Carver, B.F., Clutte, A.C. 1992. Genetic analysis and selection for wheat yield in drought-stressed and irrigated environments. *Euphytica* 62: 89-96.
- Ozkan, H., I. Genc, T. Yagbasanlar, and F. Toklu. 1999. Stress tolerance in hexaploid spring triticale under Mediterranean environment. *Plant Breed.* 118: 365-367.
- Ozkan, H., T. Yagbasanlar, and I. Genc. 1998. Tolerance and stability studies on durum wheat under drought and heat stress conditions. *Cereal Res. Comm.* 26: 405-412.
- Pajevic, S., B. Krstic, Z. Stankovic, M. Plesnicar, and S. Dencic. 1999. Photosynthesis of flag leaf and second wheat leaves during senescence of flag leaves and roots in winter wheat leaves during senescence. *Cereal Res. Commun.* 27: 155-162.
- Pan, Q.M., Z.W. Yu, Q.Z. Tian, Y.F. Wang, W.X. Liu, and R.Y. Wang. 1998. Effects of nitrogen top dressing stage on the senescence of flag leaves and roots in winter wheat under super-high-yielding level. *Acta Agron. Sinica* 24: 924-929.
- Passioura, J.B. 2012. Phenotyping for drought tolerance in grain crops: When is it useful to breeders?. *Functional Plant Biology.* 39: 851-859.
- Patterson, T.G., and D.N. Mos. 1979. Senescence in field-grown wheat. *Crop Sci* 19: 635-640.

- Perry, M. W., Siddique, K.H.M., Wallace, J. F. 1987. Predicting phenological developments for Australian wheats. *Aus. J. Agric. Res.* 38: 809-819.
- Rajaram, S., Van Ginkel, M. 2001. Mexico, 50 years of international wheat breeding. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.), *The World Wheat Book: A History of wheat Breeding*. Lavoisier Publishing, Paris, France, pp. 579-604.
- Rathjen, A. J. 1994. The biological basis of genotype x environment interaction: its definition and management. In: *Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia*, Adelaide, Australia.
- Rebetzke, G. J. and R.A. Richards. 1999. Genetic improvement of early vigour in wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 50: 291-301.
- Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I., Fischer, R.A. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 717-730.
- Reynolds, M.P., Delgado, M.I., Gutierrez-Rodriguez, B.M., Larqué-Saavedra, A. 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I. Genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Res.* 66: 37-50.
- Reynolds, M.P., S. Rajaram & K.D. Sayre. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. *Crop Sci* 39:1611-1621.
- Reynolds, M., M.J. Foulkes, G. A. Slafer, P. Berry, M.A.J. Parry, J.W. Snape, W.J. Angus. 2009. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany.* 60: 1899-1918.

- Rharrabti, Y., Villegas, D., Garcia del Moral, L. F., Aparicio, N., El-Hani, S., and Royo, C. 2001. Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *Plant Breeding* 120:382-388.
- Richards, R.A.. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regul.* 20: 157-166.
- Richards, R.A., G. J. Rebetzke, A.G. Condon, and A. F. Herwaarden. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.* 42: 111-121.
- Rijsberman, F.R.2006. Water scarcity: Fact or fiction? *Agric. Water Manage.* 80: 5-22.
- Rizza, F., Badeck, F. W., Cattivelli, L., Lidestri, O., Fonzo Di, N., Stanca, A. M. 2004. Use of a water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop Sci.* 44: 2127-2137.
- Rosielle, A.A., J. Hamblin, 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Sci.* 21: 943-946.
- Rosyara UR, Sharma RC, Shrestha SM, Duveiller E. 2005. Yield and yield components response to defoliation of spring wheat genotypes with different level of resistance to *Helminthosporium* leaf blight. *Journal of the institute of Agriculture and Animal Science.* 26:43-50.
- Royo, C., Abaza, M., Blanco, R., Garcia del Moral, L.F. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing, and simulated drought stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 1051-1059.

- Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco, D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. *Europ. J. Agronomy*. 20: 419-430.
- Royo, C., Soler, C., Romagosa, I. 1995. Agronomical and morphological differentiation among winter and spring triticales. *Plant Breeding* 114: 413-416.
- Saini H. S., Aspinall, D. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ann. Bot.* 48: 623-633.
- Santiveri, F., C. Royo, I. Romagosa. 2002. Patterns of grain filling of spring and winter hexaploid triticales. *European Journal of Agronomy*. 16: 219-230.
- Schnyder H. 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review. *New Phytologist*. 123 (2): 233-245.
- Seligman, N.G., R.S.B.J. Loomis., and A. Abshahi. 1983. Nitrogen nutrition and canopy temperature in field-grown spring wheat. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 101:691-697.
- Shakhatreh, Y., O. Kafawin, S. Ceccarelli, and H. Saoub. 2001. Selection of barley lines for drought tolerance in low-rainfall areas. *J. Agron. Crop Sci.* 186: 119-127.
- Shpiler, L., and A. Blum. 1986. Differential reaction of wheat cultivars to hot environments. *Euphytica*. 35: 483-492.
- Simane, B., Peacock, J.M., Struik, P.C. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among droughtresistant and susceptible

cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum). *Plant Soil* 157: 155-166.

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi., K. Poustini., V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research*. 98: 222-229.

Slafer, G. A., Araus, J.L., and Richards, R.A. 1999. Physiological traits to increase the yield potential of wheat. In: wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. Pp. 379-415. Satorre E. H., and Slafer G.A. Eds, Food Product Press, New York.

Slafer, G.A., Whitechurch, E.M. 2001. Manipulating wheat development to improve adaptation and to search for alternative opportunities to increase yield potential. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., McNab. A. (Eds.), *Application of Physiology on Plant Breeding*. CYMMIT, Mexico, DF, pp. 160-170.

Slatyer, R.O. 1973. The effect of internal water status on plant growth, development and yield. In: Slatyer, R.O.(Ed.), *UNESCO Proceedings of the Uppsala Symposium. Plant response to climatic factors*, Paris, France, pp. 177-188.

Spano, G. N. Di Fonzo, C. Perrotta, C. Platani, G. Ronga, D. W. Lawlor, J.A. Napier and P.R. Shewwry. 2003. Physiological characterization of “staygreen” mutants in durum wheat. *Journal of Experimental Botany*. (54) 386:1415-1420.

Spiertz, J.H.J.,B.A. Ten Hag, and L.J.P. Kupers, 1971: Grow wheat. *Crops Sci*.19: 635-640.

- Talebi, R., F. Fayaz and A. M. Naji. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *General and Applied Plant Physiology*. 35 (1-2): 64-74.
- The World Bank. 2007. World Development Report 2008. Agriculture For Development. Washington DC.
<http://siteresources.Worlbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR-00-book.pdf>. 364 pp.
- Thomas H, Howarth C J. 2000. Five ways to stay green. *Journal of Experimental Botany* 51:329-337.
- Thomas H, Rogers L J. 1990. Turning over an old leaf. University of Wales. *Review Science and Technology* 6: 29-38.
- Thomas H, Smart CM. 1993. Crops that stay green. *Annals of Applied Biology*. 123:193-219.
- Tollenar, M., Wu, J., 1999. Yield in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Sci*. 39: 1604-1897.
- Van Ginkel, M., Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tian-you, C., Pargas Lara, R., Trethowan, R. M., Sayre, K., Crossa, L., Rajaram, S. 1998. Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica* 100: 109-121.
- Varughese, G. 1996. *Triticale: present status and challenges and tomorrow*. Kluwer Academic, Deventer, The Netherlands, pp. 13-20.

- Varughese, G. 1996. Triticale: Present status and challenges ahead. In: Guedes-Pinto, H., et al. (Eds.), Triticale: Today and Tomorrow. Kluwer Academic. Deventer, The Netherlands, pp. 13-20.
- Villegas, D., García del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Martos, V., Royo, C. 2007. Morphological traits above flag leaf node as indicators of drought susceptibility index in durum wheat. *J. Agronomy & Crop Science*. 193: 103-116.
- Voltas, J., Lopez-Corcoles, H., Borrás, G., 2005. Use of biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multi-environment trials. *Eur. J. Agron.* 22: 309-324.
- Wang ZM, Wei AL, Zheng DM. 2001. Photosynthetic characteristics of non-leaf organs of winter wheat cultivars differing in ear type and their relationship with grain mass per ear. *Photosynthetica*. 39(2):239-244.
- Wardlaw, I. F. 1990: The control of carbon partitioning in plants. *New Phytol.* 116: 341-381.
- Wardlaw, I.F. 2002. Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. *Annals of Botany*. 90 (3):469-476.
- Wardlaw, I.F., Dawson, A., Munibi, P. 1989. The tolerance of wheat to high temperature during reproductive growth. II. Grain development. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 15-24.
- Warrington, I.J., Dunstone, R.L., Green, L.M. 1977. Temperature effects at three development stages on yield of the wheat ear. *Aust. J. Agric. Res.* 28: 11-27.

- Weyhrich, R. A., B. F., Carver, and B. C. Martin. 1995. Photosynthesis and water-use efficiency of awned and awnleted near-isogenic lines of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 35: 172-176.
- Wiegand, C. L., Cuellar, J.A. 1981. Duration of grain filling and kernel weight of wheat affected by temperatura. *Crop Sci.* 21: 95-101.
- Wolfe, D. W., D. W. Henderson, T. C. Hsiao, and A. Alvino: 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize..I. Leaf area duration, nitrogen distribution and yield. *Agron. J.* 80:859-864.
- Wood, C.W., D.W. Reeves, and D.G. Himelrick. 1993. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield.A review. *Proc. Agron. Soc. N.Z.* 23:1-9.
- Yagbasanlar, T., and H. Ozkan. 1995. Correlation and path coefficient analyses for ear characters in triticale under Mediterranean climaticconditions. *J. Agron. Crop Sci.* 174: 297-300.
- Zamski, E., and Y. Grunberger. 1995. Short-and longeared high-yielding hexaploid wheat cultivars: which has unexpressed potential for higher yield? *Ann. Bot. Lon.* 75: 501-506.

APÉNDICE

Cuadro 4.4. - Resultados de las pruebas de comparación de Medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	121.0 hijk	35.25abcde	10.79jk	1.236 fgh	9.86gh
2	119.8 klmn	36.02abc	11.26fghij	1.42abcdefg	11.76abcdefgh
3	121.0 ghijk	32.49def	11.15ghijk	1.16gh	12.12abcdef
4	123.0 cdefgh	33.77bcdef	12.27abcd	1.40bcdefgh	12.19abcdef
5	122.6 defgh	33.74bcdef	12.30abc	1.46abcdef	12.01abcdefg
6	122.2 efghij	33.36bcdef	11.52bcdefghij	1.30defgh	11.50abcdefgh
7	124.9 bcd	34.72bcdef	12.17abcde	1.38bcdefgh	12.08abcdef
8	120.2 ijkl	31.48f	11.91abcdefgh	1.29defgh	11.54abcdefgh
9	118.9 klmn	33.82bcdef	11.99abcdefgh	1.55abcde	12.42abcde
10	122.2 efghi	34.80bcdef	12.34ab	1.44abcdefg	12.32abcde
11	123.3 cdefg	34.13bcdef	11.42defghij	1.44abcdefg	11.32abcdefgh
12	123.6 cdef	33.46bcdef	11.30efghij	1.21fgh	11.24abcdefgh
13	120.7 hijk	32.99cdef	11.60abcdefghij	1.32defgh	10.68bcdefgh
14	125.2 bc	34.04bcdef	11.46cdefghij	1.32defgh	10.93bcdefgh
15	123.4 cdef	32.75cdef	11.42cdefghij	1.10h	11.54abcdefgh
16	123.8 bcd	33.23cdef	10.96ijk	1.12h	10.30efgh
17	121.2 fghij	33.68bcdef	12.05abcdef	1.30defgh	11.83abcdefgh
18	124.3 bcd	34.78bcdef	12.11abcdef	1.31defgh	11.43abcdefgh
19	123.4 cdef	32.35ef	11.67abcdefghi	1.19fgh	9.80h
20	123.6 bcd	33.74bcdef	11.94abcdefgh	1.25fgh	11.52abcdefgh
21	124.5 bcd	33.98bcdef	11.46cdefghij	1.44abcdefg	11.02bcdefgh
22	123.7 bcd	34.38bcdef	10.92ijk	1.25efgh	10.15fgh
23	127.1 ab	35.71abcde	11.39efghij	1.38bcdefgh	10.46cdefgh
24	124.0 bcd	35.92abcd	10.29k	1.42abcdefg	10.44defgh
25	117.4 no	34.48bcdef	12.40 ^a	1.71 ^a	12.79ab
26	119.8 jklm	36.75ab	12.03abcdefg	1.57abcd	12.60abc
27	113.6 q	34.82bcdef	11.27fghij	1.65ab	13.25 ^a
28	116.5 o	33.83bcdef	10.85ijk	1.35cdefgh	11.12abcdefgh
29	116.2 op	33.71bcdef	10.82ijk	1.36bcdefgh	11.90abcdefgh
30	118.0 lmno	35.09bcde	11.11hijk	1.58abcd	12.66ab
31	117.5 mno	32.84cdef	11.17ghijk	1.44abcdefg	11.62abcdefgh
32	114.pq	38.70 ^a	11.40defghij	1.62abc	12.52abcd
33	128.6 a	34.63bcdef	12.13abcdef	1.34cdefgh	11.33abcdefgh
DMS	2.340	3.446	0.881	0.298	2.158

Cuadro 4.4.- (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.23hijk	45.24bcd	1.35gh	28.76k	1.881 cdefghi
2	1.45abcdefg	43.80cd	1.56bcdefgh	34.10abcdefg	1.55fghi
3	1.29efghijk	45.25bcd	1.62abcdef	34.39abcdef	1.90cdefghi
4	1.56abc	51.82 ^a	1.62abcdef	29.60ijk	1.87cdefghi
5	1.45abcdefg	47.64abcd	1.47cdefgh	29.30jk	2.09bcdefg
6	1.42abcdefghij	49.25abc	1.70abc	33.19bcdefghi	2.05bcdefgh
7	1.43abcdefghi	46.88abcd	1.52bcdefgh	30.21hijk	2.17bcde
8	1.41abcdefghij	43.58cd	1.38efgh	30.65fghijk	1.89cdefghi
9	1.41abcdefghij	47.72abcd	1.65abcde	32.88bcdefghij	1.91cdefghi
10	1.47abcdefg	47.42abcd	1.59bcdefgh	31.86defghijk	2.07bcdefgh
11	1.30defghijk	44.92bcd	1.53bcdefgh	32.45cdefghijk	1.99bcdefgh
12	1.27fghijk	48.56abc	1.49bcdefgh	28.89k	2bcdefgh
13	1.37abcdefghij	47.76abcd	1.48cdefgh	30.47ghijk	1.95bcdefghi
14	1.48abcdef	44.40bcd	1.41defgh	30.64fghijk	1.36i
15	1.32defghijk	42.80cd	1.38efgh	30.82fghijk	1.47ghi
16	1.28fghijk	43.86cd	1.45cdefgh	31.19efghijk	1.55fghi
17	1.33cdefghijk	45.61abcd	1.68abcd	35.43abcd	1.87cdefghi
18	1.40abcdefghij	46.20abcd	1.48cdefgh	30.55fghijk	1.92cdefghi
19	1.24ghijk	42.02d	1.33h	29.94hijk	1.78cdefghi
20	1.41abcdefghij	43.50cd	1.62bcdefg	34.80abcde	2.21bcd
21	1.57ab	43.07cd	1.45cdefgh	32.53bcdefghijk	1.66defghi
22	1.20jk	43.03cd	1.37fgh	29.55ijk	1.44hi
23	1.35bcdefghij	48.98abc	1.56bcdefgh	30.90fghijk	1.82cdefghi
24	1.28fghijk	43.74cd	1.49bcdefgh	32.93bcdefghij	1.91cdefghi
25	1.60 ^a	47.53abcd	1.15bcdefgh	30.78fghijk	2.21bcd
26	1.51abcde	41.96d	1.61bcdefg	36.35ab	2.02bcdefgh
27	1.33defghijk	47.86abcd	1.76ab	36.12abc	2.30bc
28	1.20ijk	45.26bcd	1.49bcdefgh	32.10defghijk	2.31bc
29	1.11k	46.32abcd	1.58bcdefgh	32.94bcdefghij	2.16bcdef
30	1.36bcdefghij	48.98abc	1.60bcdefgh	32.49cdefghijk	2.95 ^a
31	1.26fghijk	44.28bcd	1.54bcdefgh	33.47abcdefgh	2.20bcde
32	1.19jk	50.56ab	1.89 ^a	37.25 ^a	2.55ab
33	1.53abcd	43.43cd	1.37fgh	30hijk	1.58efghi
DMS	0.230	6.482	0.273	3.857	0.624

Cuadro 4.4.- (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos del análisis combinado entre ambientes.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	ST
1	2.13 ^a	14.28abcd	53.88cdefghi	10.33bcdef	19.33bcde
2	2.28 ^a	13.36abcd	53.54defghi	12.64ab	23.53ab
3	2.15 ^a	12.70bcd	55.19cdefghi	10.15bcdef	18.33bcde
4	2.00 ^a	16.06ab	56.88abcde	10.30bcdef	18.33cde
5	2.29 ^a	14.33abcd	56.36abcdef	11.400abcdef	20.33abcde
6	2.05 ^a	14.44abcd	60.13 ^a	10.07bcdef	16.60e
7	2.29 ^a	13.62abcd	57.17abcd	12.70ab	22.53abc
8	2.09 ^a	16.02ab	53.76cdefghi	9.62cdef	17.93cde
9	1.86 ^a	11.81cd	57.37abc	10.64abcdef	18.60bcde
10	2.02 ^a	11.77cd	59.52ab	12.04abcd	20.13abcde
11	1.88 ^a	11.55cd	56.51abcdef	11.56abcde	20.46abcde
12	2.02 ^a	10.88d	55.04cdefghi	12.10abc	21.93abcd
13	2.11 ^a	14.09abcd	56.34bcdefg	9.54cdef	16.93de
14	1.99 ^a	14.78abc	55.55cdefgh	10.72abcdef	19.33bcde
15	1.64 ^a	11.74cd	52.87fghi	8.63f	16.46e
16	1.85 ^a	13.32abcd	54.03cdefghi	9.01ef	16.53e
17	2.36 ^a	14.21abcd	53.94cdefghi	10.22bcdef	18.86bcde
18	1.85 ^a	13.72abcd	55.86bcdefgh	12.08abc	21.66abcde
19	2.07 ^a	14.88abc	55.42cdefgh	10.61abcdef	19.20bcde
20	2.08 ^a	16.89 ^a	55.27cdefghi	9.28def	16.93de
21	1.77 ^a	14.09abcd	56.01bcdefgh	11.886abcd	21.33abcde
22	2.08 ^a	11.93cd	52.44hi	11.30abcdef	21.46abcde
23	2.09 ^a	14.57abcd	55.72cdefgh	12.02abcd	21.53abcde
24	2.25 ^a	13.00bcd	51.54i	10.86abcdef	21.20abcde
25	2.40 ^a	11.87cd	53.66cdefghi	12.24abc	22.93abc
26	2.27 ^a	13.11abcd	53.32efghi	10.49bcdef	19.86abcde
27	1.76 ^a	13.46abcd	54.36cdefghi	9.63cdef	18.13cde
28	1.96 ^a	12.55bcd	53.27efghi	10.44bcdef	19.80abcde
29	1.71 ^a	13.33abcd	52.57ghi	10.20bcdef	19.46abcde
30	2.05 ^a	14.55abcd	52.38hi	12.00abcd	23.00abc
31	1.84 ^a	10.98d	53.34efghi	9.46cdef	17.86cde
32	1.93 ^a	15.09abc	53.20efghi	11.74abcde	21.86abcd
33	2.04 ^a	12.72bcd	55.04cdefghi	13.36 ^a	24.66 ^a
DMS	0.809	3.776	3.78	2.79	5.24

Cuadro A1.- Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 1, Zaragoza Coah.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
REP	2	1.303*	3.712ns	0.077ns	0.054 ns	1.249ns
TRAT	32	22.043**	13.478**	2.255**	0.203**	6.970**
ERROR	64	0.386	4.142	0.422	0.058	3.684
TOTAL	98					
CV		0.4%	5.3%	5.0%	13.8%	12.3%
MEDIA		150.1	38.3	12.8	1.742	15.4

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	REND
REP	2	0.050ns	14.526 ns	0.160**	24.544*	0.302 ns
TRAT	32	0.128**	52.184**	0.108**	25.268**	0.619*
ERROR	64	0.045	15.118	0.038	6.847	0.382
TOTAL	98					
CV		12.5%	6.7%	8.8%	6.8%	19.7%
MEDIA		1.691	57.6	2.195	38.1	3.133

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
REP	2	0.141 ns	2.937 ns	13.156*	0.535 ns	5.181 ns
TRAT	32	0.647ns	29.630**	15.865**	21.425**	61.051**
ERROR	64	0.606	12.886	4.353	3.506	11.431
TOTAL	98					
CV		27%	16.5%	3.5%	16.6%	17.5%
MEDIA		2.883	21.647	58.3	11.2	19.2

ns=no significativo, * significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

Cuadro A2. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	153.0 ab	37.060 abc	12.0000 cd	1.2100 d	11.633 a
2	150.3 de	43.667 a	12.3667 bcd	2.1133 ab	17.600 a
3	150.6 cde	35.560 bc	12.2000 cd	1.3800 bcd	16.333 a
4	152.6 abc	36.393 bc	14.3333 ab	1.7233 abcd	17.167 a
5	150.0 def	38.900 abc	13.9333 abc	1.9167 abcd	16.300 a
6	153.0 ab	35.920 bc	12.5667 abcd	1.5900 abcd	14.833 a
7	150.6 cde	38.940 abc	13.7333 abc	1.7967 abcd	17.167 a
8	153.0 ab	36.420 bc	14.6667 a	1.7500 abcd	17.367 a
9	148.6 efghi	39.300 abc	13.0333 abcd	2.1700 a	17.600 a
10	149.6 defg	38.967 abc	13.6333 abc	1.6900 abcd	16.200 a
11	150.3 de	38.040 abc	12.2667 bcd	1.9267 abcd	15.267 a
12	147.6 ghij	37.200 abc	12.8667 abcd	1.7300 abcd	16.000 a
13	150.3 de	38.013 abc	13.5000 abc	1.7167 abcd	14.800 a
14	152.6 abc	39.080 abc	12.3667 bcd	1.7000 abcd	14.933 a
15	149.3 defgh	35.500 bc	12.3000 bcd	1.2500 cd	14.400 a
16	149.3 defgh	36.600 bc	11.9667 cd	1.2200 d	12.400 a
17	151.0 bcd	38.353 abc	13.1333 abcd	1.6833 abcd	15.767 a
18	152.6 abc	38.887 abc	13.3667 abc	1.8233 abcd	15.367 a
19	153.0 ab	36.340 bc	12.9667 abcd	1.4667 abcd	12.867 a
20	152.6 abc	34.227 c	12.4667 bcd	1.3267 cd	13.967 a
21	153.0 ab	38.113 abc	13.3000 abc	1.9433 abcd	15.700 a
22	150.6 cde	40.647 abc	12.0333 cd	1.8100 abcd	14.900 a
23	153.6 a	38.347 abc	12.4000 bcd	1.6633 abcd	14.033 a
24	150.6 cde	41.593 ab	11.0333 d	1.7533 abcd	13.500 a
25	149.6 defg	38.780 abc	14.6333 a	2.1200 ab	17.233 a
26	148.0 fghi	41.293 ab	13.8667 abc	2.0300 abc	17.133 a
27	143.6 kl	41.100 ab	12.1000 cd	2.1400 ab	16.700 a
28	145.6 jk	36.533 bc	12.2333 bcd	1.5400 abcd	14.000 a
29	147.0 ij	39.913 abc	12.2333 bcd	1.8700 abcd	16.533 a
30	149.0 defghi	39.500 abc	11.9000 cd	1.9100 abcd	16.300 a
31	147.3 hij	36.640 bc	12.4000 bcd	1.7900 abcd	15.533 a
32	143.3 l	41.933 ab	12.2667 bcd	1.9167 abcd	15.733 a
33	153.6 a	39.387 abc	13.6000 abc	1.8300 abcd	16.033 a
DMS	2.018	6.607	2.110	0.785	6.232

Cuadro A2. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.4733 bc	57.333 abcd	1.9070 bc	33.280 d	3.077 a
2	1.9100 abc	52.167 cd	2.1737 abc	41.690 abcd	2.730 a
3	1.4400 bc	58.167 abcd	2.5053 ab	43.053 ab	3.128 a
4	1.8533 abc	68.800 a	2.5853 a	37.797 abcd	3.0577 a
5	1.8267 abc	61.367 abcd	2.0707 abc	33.640 cd	4.0233 a
6	1.8067 abc	59.533 abcd	2.4567 ab	41.223 abcd	3.2943 a
7	1.7933 abc	66.467 ab	2.3073 abc	34.667 bcd	4.1153 a
8	2.0233 ab	58.433 abcd	2.2697 abc	38.823 abcd	3.131 a
9	1.7133 abc	61.033 abcd	2.396 abc	39.987 abcd	2.9643 a
10	1.7067 abc	61.133 abcd	2.3700 abc	38.667 abcd	3.472 a
11	1.6633 abc	57.800 abcd	2.3710 abc	40.353 abcd	3.3357 a
12	1.6567 abc	61.900 abcd	2.2703 abc	36.690 abcd	3.2533 a
13	1.8267 abc	57.333 abcd	1.9333 bc	33.773 cd	3.000 a
14	1.7700 abc	52.700 cd	1.9587 abc	37.040 abcd	2.3023 a
15	1.6100 abc	57.667 abcd	2.1377 abc	37.063 abcd	2.4153 a
16	1.4433 bc	59.500 abcd	2.3013 abc	38.703 abcd	2.8167 a
17	1.6000 abc	57.667 abcd	2.3277 abc	40.390 abcd	2.860 a
18	1.9400 abc	56.800 abcd	2.1703 abc	38.360 abcd	3.1767 a
19	1.5533 abc	55.467 bcd	2.0023 abc	36.137 bcd	3.2377 a
20	1.5533 abc	54.067 bcd	2.2780 abc	42.110 abc	3.178 a
21	2.1633 a	54.167 bcd	2.2030 abc	40.613 abcd	2.9357 a
22	1.5867 abc	54.667 bcd	1.9737 abc	36.083 bcd	2.3033 a
23	1.6900 abc	63.800 abc	2.2367 abc	34.990 bcd	2.649 a
24	1.6533 abc	56.467 abcd	2.0360 abc	35.963 bcd	3.4957 a
25	2.0167 ab	57.000 abcd	2.0673 abc	36.290 bcd	3.111 a
26	1.9267 abc	52.100 cd	2.3343 abc	44.800 a	3.3413 a
27	1.5767 abc	54.867 bcd	2.3040 abc	41.890 abc	3.1147 a
28	1.3733 bc	54.400 bcd	2.1037 abc	38.627 abcd	3.3757 a
29	1.5000 abc	57.633 abcd	2.2533 abc	39.020 abcd	3.0943 a
30	1.5333 abc	57.933 abcd	2.0317 abc	35.083 bcd	4.0603 a
31	1.4800 abc	51.233 cd	2.0027 abc	39.073 abcd	3.871 a
32	1.2733 c	61.467 abcd	2.3613 abc	39.587 abcd	2.4833 a
33	1.9267abc	50.400 d	1.7673 c	35.077 bcd	3.0013 a
DMS	0.690	12.624	0.633	8.496	2.007

Cuadro A2. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables Ambiente 1. Zaragoza. Coah.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
1	3.0247 a	23.780 a	57.1 abcd	14.2 abcde	25.0 abcd
2	3.4283 a	20.406 a	56.7 abcd	18.7 a	33.3 a
3	3.116 a	21.249 a	60.0 abcd	11.3 bcdefg	18.6 bcdefg
4	2.889 a	26.289 a	60.8 abcd	10.9 bcdefg	18 bcdefg
5	3.645 a	21.600 a	57.5 abcd	11.8 bcdefg	20.6 bcdefg
6	3.1557 a	24.220 a	62.3 a	11.8 bcdefg	18.6 bcdefg
7	3.3333 a	23.244 a	61.6 abc	13.2 abcdef	21.3 bcdefg
8	3.200 a	27.514 a	57.0 abcd	10.2 bcdefg	18 bcdefg
9	3.1557 a	19.956 a	60.7 abcd	8.8 defg	14.6 defg
10	3.489 a	23.800 a	60.9 abcd	11.7 bcdefg	19.3 bcdefg
11	2.888 a	19.333 a	59 abcd	15.4 abc	26.0 abc
12	2.844 a	16.089 a	59.2 abcd	11.9 bcdefg	20.0 bcdefg
13	2.622 a	21.511 a	60.8 abcd	9.7 cdefg	16.0 cdefg
14	3.755 a	24.767 a	61.6 abc	11.2 bcdefg	18.3 bcdefg
15	2.800a	21.778 a	54.8 cd	7.9 fg	14.3 defg
16	2.666 a	21.856 a	58.2 abcd	11 bcdefg	18.6 bcdefg
17	3.1447 a	19.933 a	55.5 bcd	10.8 bcdefg	19.3 bcdefg
18	2.000 a	21.378 a	56.1 abcd	11.4 bcdefg	20.6 bcdefg
19	2.711 a	22.437 a	59.7 abcd	11.0 bcdefg	18.6 bcdefg
20	3.111 a	26.808 a	58.3 abcd	9.1 defg	15.6 cdefg
21	2.3553 a	22.505 a	59.6 abcd	12.2 bcdefg	20.3 bcdefg
22	3.0223 a	21.644 a	56.3 abcd	13 abcdef	23.0 abcdef
23	2.2223 a	20.489 a	58.9 abcd	11.7 bcdefg	20.0 bcdefg
24	3.200 a	26.279 a	54.9 cd	11.5 bcdefg	21.0 bcdefg
25	3.3667 a	17.900 a	57.2 abcd	12.2 bcdefg	21.3 bcdefg
26	2.7553 a	16.489 a	54.4 d	6.8 g	12.6 fg
27	2.0443 a	21.067 a	57.6 abcd	7.7 fg	14.0 efg
28	2.611 a	16.833 a	59 abcd	8.5 efg	14.6 defg
29	2.5777 a	17.955 a	56 abcd	9.1 defg	16 cdefg
30	2.8477 a	27.015 a	55.9 abcd	8.8 defg	15.6 cdefg
31	2.3113 a	16.222 a	55.5 bcd	6.3 g	11.0 g
32	1.8667 a	20.522 a	59.4 abcd	16.2 ab	27.3 ab
33	2.978 a	21.511 a	62.1 ab	14.6 abcd	23.6 abcde
DMS	2.528	11.656	6.77	6.08	10.9

Cuadro A3. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 2, Zaragoza Coah.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
REP	2	0.363 ns	2.930 ns	1.469*	0.007 ns	0.416 ns
TRAT	32	21.738 **	12.347**	1.422**	0.120**	7.970**
ERROR	64	0.176	5.612	0.404	0.036	3.044
TOTAL	98					
CV		0.2%	6.344	5.092	11.912	12.185
MEDIA		147.7	37.3	12.4	1.602	14.3

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	RDTO
REP	2	0.023 ns	37.214 ns	0.034 ns	3.429 ns	0.486ns
TRAT	32	0.095**	41.784**	0.148**	34.811**	0.670**
ERROR	64	0.021	16.630	0.033	6.225	0.314
TOTAL	98					
CV		9.362	7.229	9.020	6.910	21.791
MEDIA		1.567	56.4	2.036	36.1	2.574

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
REP	2	0.250ns	5.476ns	5.053ns	7.489ns	25.282ns
TRAT	32	0.539ns	17.733**	14.643**	14.482**	44.305**
ERROR	64	0.414	8.600	5.437	4.753	13.386
TOTAL	98					
CV		28.360	17.725	4.077	18.846	18.093
MEDIA		2.269	16.545	57.1	11.5	20.2

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, res

Cuadro A4. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	148.3 ef	38.53 ab	12.0 abc	1.470abc	14.100ab
2	146.0 hi	40.98 ab	12.90abc	1.660abc	14.767ab
3	147.3 fgh	35.62 ab	12.0 abc	1.446bc	16.233ab
4	151.3 b	38.04 ab	12.9667ab	1.630abc	13.633ab
5	145.0ij	36.60 ab	13.50ab	1.646abc	15.567ab
6	150.3 bc	35.61 ab	11.9667abc	1.393bc	12.167ab
7	146.3 ghi	40.42 ab	12.6667abc	1.760abc	16.133ab
8	148.0 ef	33.72 b	13.10ab	1.463abc	13.667ab
9	146.0 hi	34.42 b	13.1667ab	1.756abc	14.900ab
10	147.3 fgh	36.21 ab	13.50ab	1.763abc	16.567ab
11	148.0ef	35.86 ab	11.6333bc	1.590abc	13.167ab
12	146.0 hi	36.17 ab	12.9333ab	1.440bc	15.333ab
13	148.0 ef	37.49 ab	12.8333abc	1.626abc	13.833ab
14	150.3 bc	36.85 ab	12.4333abc	1.506abc	11.367b
15	147.6 efg	36.27 ab	12.1667abc	1.286c	13.400ab
16	150.0 bcd	36.36 ab	12.1333abc	1.300c	12.233ab
17	148.6 def	35.48 ab	12.40abc	1.300c	13.167ab
18	150.3bc	39.42 ab	13.0667ab	1.603abc	14.433ab
19	149.0 cde	35.74 ab	12.50abc	1.593abc	13.500ab
20	150.6 b	36.53 ab	12.7667abc	1.386bc	13.567ab
21	150.0 bcd	39.59 ab	11.9667abc	1.763abc	12.967ab
22	148.0 ef	36.34 ab	11.4667bc	1.400bc	12.667ab
23	151.3 b	38.68 ab	12.30abc	1.576abc	12.000ab
24	148.0 ef	37.38 ab	10.8667c	1.473abc	12.400ab
25	148.3 ef	37.34 ab	14.0 a	1.943ab	16.900ab
26	147.3 fgh	41.17 ab	13.10ab	1.963ab	17.567 ^a
27	141.0 k	38.03 ab	12.60abc	1.993ab	17.533 ^a
28	144.0 j	36.58 ab	11.50bc	1.563abc	14.167ab
29	143.6 j	36.84 ab	11.60bc	1.503abc	13.500ab
30	147.6 efg	36.43 ab	12.60abc	1.710abc	15.933ab
31	145.6 i	35.40 ab	11.6667bc	1.643abc	14.733ab
32	142.0 k	42.64 a	12.5667abc	2.076a	15.300ab
33	153.3 a	39.39 ab	13.0333ab	1.643abc	15.133ab
DMS	1.362	7.69	2.063	0.619	5.665

Cuadro A4. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.473cde	52.867abc	1.680de	31.753ef	2.423 ^a
2	1.686abcd	58.667abc	2.288abc	39.647abcde	2.239 ^a
3	1.440cde	54.533abc	2.105abcd	39.733abcde	2.345 ^a
4	2.003 ^a	65.633 ^a	2.269abcd	34.703abcdef	2.248 ^a
5	1.683abcd	60.833abc	2.102abcd	34.543abcdef	3.268 ^a
6	1.513bcde	53.467abc	2.103abcd	39.327abcde	2.051 ^a
7	1.553abcde	62.833ab	2.203abcd	35.197abcdef	3.548 ^a
8	1.640abcde	48.067c	1.435e	30.107f	2.249 ^a
9	1.693abcd	58.800abc	2.284abc	38.823abcde	2.159 ^a
10	1.763abcd	56.667abc	2.037abcd	36.043abcdef	2.656 ^a
11	1.416cde	57.567abc	2.103abcd	36.483abcdef	2.579 ^a
12	1.450cde	61.500ab	2.040abcd	33.157def	2.519 ^a
13	1.593abcde	56.733abc	1.797bcde	31.727ef	2.313 ^a
14	1.756abcd	54.867abc	1.868bcde	33.973cdef	1.857 ^a
15	1.420cde	56.833abc	1.903bcde	33.583def	2.185 ^a
16	1.470cde	53.500abc	1.704cde	31.737ef	1.894 ^a
17	1.410cde	53.600abc	2.116abcd	39.483abcde	2.332 ^a
18	1.640abcde	54.700abc	1.967bcde	35.887abcdef	2.531 ^a
19	1.570abcde	53.633abc	1.869bcde	34.833abcdef	2.515 ^a
20	1.610abcde	51.433bc	2.213abcd	40.203abcd	3.455 ^a
21	1.956ab	52.600abc	1.812bcde	34.423abcdef	2.136 ^a
22	1.340de	55.800abc	2.126abcd	38.050abcdef	1.893 ^a
23	1.623abcde	57.567abc	1.903bcde	32.970def	2.673 ^a
24	1.333de	54.633abc	2.068abcd	37.697abcdef	2.704 ^a
25	1.730abcd	59.933abc	1.936bcde	32.230def	2.624 ^a
26	1.823abc	53.367abc	2.252abcd	42.200ab	2.834 ^a
27	1.526bcde	55.533abc	2.335ab	41.983abc	2.665 ^a
28	1.393cde	55.167abc	1.955bcde	35.423abcdef	2.856 ^a
29	1.200e	56.267abc	2.169abcd	38.570abcde	2.779 ^a
30	1.553bcde	62.000ab	1.970bcde	31.850ef	3.466 ^a
31	1.496bcde	55.367abc	2.135abcd	38.627abcde	3.169 ^a
32	1.340de	62.167ab	2.580 ^a	42.400a	3.437 ^a
33	1.623abcde	54.400abc	1.868bcde	34.233bcdef	2.350 ^a
DMS	0.476	13.241	0.596	8.101	1.821

Cuadro A4. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 2, Zaragoza. Coah.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
1	2.488 ^a	15.111a	58.200abc	11.133abc	19.333abc
2	2.711 ^a	18.622a	53bc	14.367abc	27.333ab
3	2.133 ^a	14.711a	57.367abc	10.700abc	18.667abc
4	1.822 ^a	18.444a	58.533abc	9.233c	16.000bc
5	2.622 ^a	17.911a	59.233abc	12.367abc	21.000abc
6	1.511 ^a	14.444a	60.533ab	9.367c	15.333c
7	2.844 ^a	16.711a	57.833abc	10.800abc	18.667abc
8	1.511 ^a	16.133a	56.900abc	11.100abc	19.333abc
9	1.955 ^a	12.667a	61.533a	14.433abc	23.333abc
10	2.311 ^a	12.756a	60.367ab	16.833ab	27.667ab
11	2.400 ^a	15.956a	57.433abc	11.867abc	20.667abc
12	2.622 ^a	14.444a	59.467abc	17.267a	29.000a
13	2.755 ^a	14.933a	57.367abc	10.067bc	17.333abc
14	1.689 ^a	15.822a	54.333abc	10.900abc	20.000abc
15	2.000a	15.689a	52.633c	11.367abc	21.333abc
16	2.266 ^a	15.467a	58.133abc	10.067bc	17.000bc
17	2.355 ^a	19.644a	54.667abc	12.167abc	22.33abc
18	2.177 ^a	18.711a	56.733abc	13.100abc	23.000abc
19	2.133 ^a	18.978a	59.833abc	10.433abc	17.333abc
20	1.866 ^a	21.511a	56.367abc	8.600c	15.333c
21	1.822 ^a	17.733a	57.300abc	9.867bc	17.000bc
22	3.111 ^a	16.089a	55.933abc	12.967abc	23.000abc
23	2.488 ^a	19.809a	57.600abc	11.967abc	20.667abc
24	2.533 ^a	17.378a	53.100bc	12.500abc	23.667abc
25	2.711 ^a	13.156a	55.800abc	11.233abc	20.00abc
26	2.400 ^a	18.133a	55.600abc	8.333c	14.667c
27	2.133 ^a	14.266a	60.067abc	8.400c	14.000c
28	2.133 ^a	17.467a	57.633abc	12.733abc	22.333abc
29	1.555 ^a	19.131a	57.133abc	12.100abc	21.333abc
30	2.044 ^a	12.978a	54.933abc	14.067abc	25.667abc
31	2.488 ^a	14.222a	55.533abc	7.933c	14.667c
32	3.111 ^a	21.643a	57.300abc	11.833abc	20.667abc
33	2.177 ^a	15.333a	58.733abc	11.667abc	19.667abc
DMS	2.089	9.522	7.57	7.07	11.88

Cuadro A5. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 3, Zaragoza Coah.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
REP	2	0.161 ns	8.496 ns	5.962**	0.088ns	19.173 *
TRAT	32	11.458 **	15.498 ns	1.456**	0.145**	6.731**
ERROR	64	0.203	9.815	0.510	0.078	2.927
TOTAL	98					
CV		0.4%	8.685	5.646	17.946	12.639
MEDIA		91.4	36.0	12.6	1.559	13.5

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	RDTO
REP	2	0.094ns	142.142**	0.216*	31.701*	0.472 ns
TRAT	32	0.124**	39.328*	0.086**	18.780**	0.374**
ERROR	64	0.037	21.803	0.064	9.568	0.173
TOTAL	98					
CV		11.879	8.890	13.873	8.901	17.581
MEDIA		1.639	52.5	1.829	34.7	2.366

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
REP	2	0.668ns	26.981ns	0.537ns	55.349**	172.737**
TRAT	32	0.825**	45.033**	21.681**	12.463**	56.688**
ERROR	64	0.370	12.241	10.027	5.901	19.320
TOTAL	98					
CV		20.201	18.572	5.598	21.750	22.134
MEDIA		3.011	18.838	56.5	11.1	19.8

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

Cuadro A6. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza. Coah.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	95.6 a	34.827 ^a	11.766bc	1.183a	10.367b
2	92.0 bcde	35.507 ^a	12.200abc	1.400a	12.400ab
3	92.3 bcd	36.093 ^a	12.566abc	1.450a	13.033ab
4	94.6 a	35.193 ^a	13.166abc	1.523a	14.133ab
5	91.3 cdefg	35.307 ^a	12.800abc	1.520a	13.767ab
6	92.0 bcde	36.780 ^a	12.900abc	1.456a	16.200 ^a
7	90.3 fghi	36.427 ^a	14.000ab	1.690a	15.400ab
8	93.0 b	31.880 ^a	12.100abc	1.246a	11.000ab
9	90.3 fghi	37.053 ^a	13.000abc	1.730a	14.833ab
10	90.0 ghij	41.067 ^a	13.300abc	1.903a	14.467ab
11	91.6 bcdef	36.367 ^a	13.100abc	1.753a	13.167ab
12	90.0 ghij	35.040 ^a	11.800abc	1.260a	12.500ab
13	92.6 bc	31.100 ^a	12.033abc	1.206a	11.400ab
14	92.6 bc	33.273 ^a	12.700abc	1.400a	13.367ab
15	92.0 bcde	34.853 ^a	12.500abc	1.473a	14.367ab
16	92.0 bcde	37.247 ^a	12.733abc	1.570a	12.067ab
17	92.6 bc	39.387 ^a	14.100a	1.816a	16.167 ^a
18	93.0 b	37.387 ^a	13.566abc	1.516a	13.733ab
19	95.6 a	32.573 ^a	12.133abc	1.233a	11.267ab
20	93.0 b	34.487 ^a	13.466abc	1.403a	14.300ab
21	91.3 cdefg	34.673 ^a	12.300abc	1.443a	12.267ab
22	91.0 defgh	35.553 ^a	11.766bc	1.413a	11.833ab
23	91.3 cdefg	36.453 ^a	12.300abc	1.506a	11.967ab
24	88.0 kl	38.880 ^a	11.400c	1.663a	13.567ab
25	90.3 fghi	34.773 ^a	13.633abc	2.060a	14.600ab
26	90.0 ghij	38.840 ^a	13.000abc	1.776a	14.633ab
27	87.6 l	36.533 ^a	13.166abc	1.740a	15.200ab
28	90.6 efghi	36.653 ^a	12.133abc	1.620a	12.867ab
29	88.6 jkl	34.013 ^a	12.566abc	1.503a	15.467ab
30	89.3 ijk	38.813 ^a	11.666c	1.853a	13.467ab
31	89.6 hij	37.207 ^a	11.966abc	1.906a	14.600ab
32	88.6 jkl	40.600 ^a	12.433abc	1.706a	14.767ab
33	93.0 b	35.580 ^a	13.433abc	1.530a	13.567ab
DMS	1.463	10.172	2.320	0.908	5.555

Cuadro A6. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza. Coah.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	1.393bcd	48.933 ^a	1.635 ^a	32.953a	2.315ab
2	1.753abcd	47.167 ^a	1.668 ^a	34.310a	1.665b
3	1.816abcd	51.183 ^a	1.875 ^a	36.100a	2.300ab
4	1.813abcd	55.433 ^a	1.771 ^a	31.943a	2.465ab
5	1.743abcd	57.900 ^a	1.901 ^a	32.693a	2.002ab
6	1.840abcd	60.400 ^a	2.144 ^a	35.407a	2.889ab
7	1.880abcd	54.467 ^a	2.030 ^a	37.560a	2.371ab
8	1.463abcd	47.100 ^a	1.558 ^a	32.693a	2.076ab
9	1.586abcd	54.367 ^a	2.037 ^a	37.457a	2.313ab
10	1.806abcd	57.167 ^a	2.044 ^a	35.887a	2.622ab
11	1.630abcd	49.767 ^a	1.622 ^a	32.257a	2.360ab
12	1.460abcd	57.467 ^a	1.837 ^a	32.067a	3.165 ^a
13	1.453abcd	52.300 ^a	1.787 ^a	34.070a	2.205ab
14	1.810abcd	49.733 ^a	1.715 ^a	34.487a	2.175ab
15	1.613abcd	47.467 ^a	1.602 ^a	33.753a	1.772b
16	1.616abcd	54.733 ^a	1.943 ^a	35.373a	2.090ab
17	1.836abcd	56.067 ^a	2.237 ^a	39.767a	2.844ab
18	1.723abcd	55.233 ^a	1.771 ^a	31.977a	2.559ab
19	1.260d	51.163 ^a	1.678 ^a	32.513a	2.553ab
20	1.833abcd	51.033 ^a	2.005 ^a	39.293a	2.925ab
21	1.596abcd	46.667 ^a	1.669 ^a	36.060a	2.224ab
22	1.426abcd	50.433 ^a	1.581 ^a	31.217a	2.106ab
23	1.416abcd	56.100 ^a	1.902 ^a	33.833a	2.899ab
24	1.523abcd	49.967 ^a	1.837 ^a	36.653a	2.457ab
25	2.026 ^a	54.733 ^a	1.820 ^a	33.277a	2.341ab
26	1.910abc	48.033 ^a	1.957 ^a	40.557a	2.142ab
27	1.550abcd	56.100 ^a	1.903 ^a	33.787a	2.161ab
28	1.550abcd	48.567 ^a	1.609 ^a	33.110a	1.976ab
29	1.380bcd	52.400 ^a	1.704 ^a	32.443a	2.256ab
30	1.450abcd	55.433 ^a	1.835 ^a	32.853a	3.010ab
31	1.646abcd	50.733 ^a	1.887 ^a	37.197a	2.414ab
32	1.290cd	50.733 ^a	1.959 ^a	38.607a	2.433ab
33	1.993ab	53.033 ^a	1.831 ^a	34.620a	2.011ab
DMS	0.632	15.161	0.824	10.043	1.351

Cuadro A6. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 3, Zaragoza. Coah.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
1	3.111 ^a	20.533abc	56.000ab	9.500ab	17.000bc
2	3.322 ^a	18.078abc	58.933ab	10.300ab	17.333abc
3	3.244 ^a	17.911abc	55.833ab	11.033ab	19.667abc
4	3.333 ^a	24.755ab	58.067ab	12.467ab	21.333abc
5	3.422 ^a	21.244abc	56.967ab	9.367ab	16.333bc
6	3.422 ^a	22.219abc	61.267a	9.900ab	16.000bc
7	3.409 ^a	19.987abc	61.467a	10.700ab	17.333abc
8	3.333 ^a	22.975abc	55.300ab	8.433ab	15.333bc
9	1.733 ^a	13.689bc	56.900ab	12.833ab	23.000abc
10	2.622 ^a	15.334abc	60.633a	10.267ab	17.000bc
11	2.755 ^a	12.711c	59.133ab	9.333ab	15.667bc
12	2.978 ^a	16.089abc	56.867ab	11.633ab	20.333abc
13	3.372 ^a	22.635abc	58.667ab	11.133ab	19.000abc
14	3.377 ^a	26.356a	58.633ab	11.033ab	18.667abc
15	2.577 ^a	14.178bc	58.400ab	6.367b	10.667c
16	3.333 ^a	22.133abc	57.867ab	8.767ab	15.000bc
17	3.377 ^a	21.011abc	56.300ab	9.700ab	17.000bc
18	3.466 ^a	21.811abc	56.967ab	15.333a	26.667ab
19	3.577 ^a	24.022abc	54.967ab	10.967ab	20.000abc
20	3.378 ^a	24.133ab	58.800ab	9.100ab	15.333bc
21	3.422 ^a	22.667abc	58.867ab	10.033ab	17.000bc
22	2.799 ^a	14.356bc	54.367ab	12.200ab	22.333abc
23	3.377 ^a	22.529abc	54.133ab	12.800ab	23.667abc
24	3.200 ^a	13.467bc	54.600ab	9.100ab	16.333bc
25	3.422 ^a	15.333abc	55.367ab	14.433a	26.333ab
26	3.111 ^a	18.444abc	56.467ab	12.933ab	22.667abc
27	1.866 ^a	16.000abc	54.333ab	11.200ab	21.000abc
28	2.978 ^a	15.689abc	51.700ab	13.800ab	27.000ab
29	2.533 ^a	16.622abc	54.167ab	11.000ab	20.333abc
30	3.111 ^a	16.489abc	49.533a	15.533a	31.333 ^a
31	2.000a	14.089bc	55.167ab	13.100ab	24.000abc
32	1.822 ^a	15.911abc	52.000ab	12.700ab	24.333abc
33	2.578 ^a	18.267abc	57.900ab	11.567ab	20.333abc
DMS	1.975	11.36	10.281	7.887	14.271

Cuadro A7. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 4, Navidad N L.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
REP	2	1.121 ns	63.410**	0.278ns	0.044ns	0.717ns
TRAT	32	133.5 **	11.773**	0.884**	0.098**	2.878**
ERROR	64	3.517	6.081	0.325	0.030	0.824
TOTAL	98					
CV		1.7%	8.343	5.729	17.038	12.312
MEDIA		110.0	29.5	9.9	1.021	7.3

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	RDTO
REP	2	0.005ns	29.756ns	0.036ns	31.526*	0.166*
TRAT	32	0.040**	50.004*	0.105**	28.419**	0.899**
ERROR	64	0.013	28.058	0.031	9.792	0.047
TOTAL	98					
CV		11.377	16.942	21.461	11.937	24.421
MEDIA		1.017	31.2	0.829	26.2	0.890

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
REP	2	0.460*	11.865**	167.863**	2.582ns	18.919ns
TRAT	32	0.477**	7.522**	23.445**	14.533**	57.917**
ERROR	64	0.148	1.598	9.494	2.633	12.450
TOTAL	98					
CV		34.940	23.193	5.925	14.846	16.690
MEDIA		1.101	5.452	51.9	10.9	21.1

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

Cuadro A8. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad N L.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	104.0 hijklm	34.813ab	9.460ab	1.486a	7.366bc
2	105.3 ghijkl	29.453ab	9.726ab	0.996abcd	7.000bc
3	108.0 efghijk	29.600ab	9.460ab	0.853cd	7.900abc
4	112.0 cdef	30.033ab	10.500ab	1.110abcd	8.400abc
5	114.6 cd	27.393ab	10.293ab	1.000abcd	6.900bc
6	110.0 defgh	29.380ab	9.920ab	1.106abcd	7.833abc
7	123.0 a	27.947ab	10.093ab	0.826cd	5.800c
8	105.0 ghijklm	27.480ab	9.946ab	0.996abcd	7.966abc
9	105.6 ghijkl	28.000ab	10.326ab	0.956abcd	7.400bc
10	114.3 cd	28.627ab	10.813a	1.006abcd	7.066bc
11	114.6 cd	30.200ab	10.666ab	1.210abcd	7.933abc
12	114.3 cd	28.373ab	9.186ab	0.826cd	6.133c
13	108.6 defghij	28.313ab	10.740a	1.173abcd	7.600abc
14	116.6 bc	30.527ab	9.746ab	0.926abcd	6.433bc
15	114.0 cde	27.413ab	10.000ab	0.763cd	8.266abc
16	114.0 cde	27.433ab	8.846b	0.666d	7.466bc
17	108.6 defghij	28.940ab	10.566ab	0.896bcd	7.866abc
18	113.6 cde	28.893ab	9.720ab	0.780cd	6.900bc
19	109.3 defghi	28.607ab	10.286ab	0.883bcd	5.833c
20	110.6 cdefg	30.413ab	10.513ab	1.100abcd	8.033abc
21	114.3 cd	27.020b	10.026ab	0.963abcd	7.100bc
22	114.0 cde	30.753ab	9.280ab	0.880bcd	6.466bc
23	122.3 ab	32.587ab	9.873ab	1.150abcd	6.933bc
24	116.6 bc	32.220ab	9.326ab	1.193abcd	7.000bc
25	100.0 lm	29.660ab	9.760ab	1.180abcd	7.200bc
26	106.0 fghijkl	30.527ab	10.460ab	1.050abcd	7.166bc
27	99.0 m	29.373ab	9.233ab	1.150abcd	8.333abc
28	102.0 klm	29.693ab	9.400ab	1.053abcd	7.933abc
29	102.3 klm	28.440ab	8.973ab	1.026abcd	6.800bc
30	103.6 ijklm	30.587ab	10.026ab	1.263abc	9.233ab
31	103.0 jklm	27.233b	10.380ab	0.916bcd	6.800bc
32	99.0 m	35.367 ^a	10.440ab	1.420ab	10.533 ^a
33	123.0 a	30.140ab	10.566ab	0.906bcd	5.833c
DMS	6.089	8.007	1.852	0.565	2.949

Cuadro A8. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad, N.L.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	REND
1	1.083abc	33.000a	0.768bc	23.127bc	0.926efghijkl
2	0.950abc	33.933 ^a	1.026abc	30.517ab	0.543hijkl
3	0.896abc	32.000a	0.926abc	28.787abc	1.037defghij
4	1.163ab	32.067 ^a	0.753bc	23.123bc	0.728ghijkl
5	1.050abc	24.467 ^a	0.533c	21.827bc	0.377jkl
6	0.976abc	34.467 ^a	0.946abc	27.403abc	0.975efghijk
7	1.036abc	26.333 ^a	0.580bc	22.247bc	0.499hijkl
8	1.020abc	33.133 ^a	0.886abc	26.440abc	1.086cdefghi
9	1.066abc	33.400 ^a	0.808abc	24.080abc	1.342cdefg
10	1.076abc	30.467 ^a	0.768bc	24.533abc	0.839fghijkl
11	1.126abc	27.533 ^a	0.728bc	26.307abc	0.580hijkl
12	0.860abc	29.200 ^a	0.586bc	19.963c	0.506hijkl
13	1.153ab	36.400 ^a	0.920abc	25.217abc	1.197cdefgh
14	1.000abc	31.800 ^a	0.788abc	24.733abc	0.267l
15	0.946abc	25.133 ^a	0.554bc	22.103bc	0.557hijkl
16	0.946abc	26.133 ^a	0.667bc	25.570abc	0.532hijkl
17	0.980abc	32.467 ^a	1.003abc	30.790ab	0.642ghijkl
18	0.826bc	26.333 ^a	0.652bc	24.410abc	0.704ghijkl
19	0.863abc	25.267 ^a	0.633bc	26.357abc	0.308kl
20	1.153ab	30.800 ^a	0.854abc	27.493abc	0.592hijkl
21	1.216a	30.533 ^a	0.821abc	26.737abc	0.580hijkl
22	0.943abc	29.267 ^a	0.707bc	23.603abc	0.605hijkl
23	1.083abc	36.733 ^a	1.020abc	27.730abc	0.493hijkl
24	1.016abc	25.067 ^a	0.628bc	26.373abc	0.407ijkl
25	1.096abc	37.33 ^a	1.006abc	26.970abc	1.605bcde
26	0.966abc	28.467 ^a	0.741bc	26.037abc	0.913efghijkl
27	0.946abc	36.400 ^a	1.127ab	30.930ab	1.753abc
28	0.936abc	35.133 ^a	1.001abc	28.447abc	1.703bcd
29	0.756c	31.133 ^a	0.895abc	28.387abc	1.469cdef
30	1.120abc	35.400 ^a	1.118ab	31.610ab	2.197ab
31	0.896abc	29.333 ^a	0.741bc	24.753abc	0.718ghijkl
32	1.200ab	40.267 ^a	1.353 ^a	33.597a	2.421 ^a
33	1.213a	32.333 ^a	0.814abc	24.817abc	0.283kl
DMS	0.375	17.199	0.577	10.160	0.706

Cuadro A8. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 4, Navidad, N.L.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
1	1.133abcd	6.484abcde	51.367abc	8.800de	17.000cd
2	0.853abcd	4.258bcde	51.300abc	10.300bcde	20.000cd
3	1.271abcd	5.316bcde	51.900abc	9.033de	17.667cd
4	0.898abcd	4.893bcde	56.700ab	10.700bcde	19.000cd
5	1.075abcd	5.480abcde	55.133abc	14.367abc	26.667abc
6	1.124abcd	6.156abcde	57.967 ^a	9.467bcde	16.333cd
7	1.226abcd	4.765bcde	51.667abc	16.333a	32.000ab
8	1.444abcd	7.991ab	52.467abc	10.133bcde	19.333cd
9	1.475abcd	6.733abcde	53.967abc	9.933bcde	18.667cd
10	0.506cd	2.835e	58.700 ^a	12.467abcde	21.000bcd
11	0.924abcd	5.613abcde	52.867abc	11.300abcde	21.667abcd
12	0.578bcd	3.698cde	51.767abc	8.900de	17.333cd
13	1.129abcd	6.227abcde	54.067abc	10.200bcde	19.000cd
14	0.733abcd	4.165bcde	51.100abc	11.333abcde	22.333abcd
15	0.395d	3.236cde	52.633abc	8.700de	16.667cd
16	0.502cd	4.058bcde	51.700abc	7.833e	15.000d
17	1.671abc	5.667abcde	51.500abc	9.867bcde	19.333cd
18	0.822abcd	2.884e	55.800abc	8.767de	16.000cd
19	1.217abcd	5.040bcde	52.400abc	11.467abcde	21.667abcd
20	1.160abcd	6.156abcde	49.367abc	10.233bcde	20.667bcd
21	0.769abcd	3.658cde	54.233abc	14.700ab	27.000abc
22	0.395d	2.969de	48.867abc	8.000e	16.333cd
23	1.582abcd	5.796abcde	54.267abc	13.967abcd	25.333abcd
24	1.858a	5.040bcde	46.533c	12.133abcde	26.333abcd
25	1.244abcd	6.631abcde	49.667abc	12.267abcde	25.000abcd
26	1.773ab	7.209abc	50.067abc	12.367abcde	25.000abcd
27	1.324abcd	6.995abcd	50.367abc	10.300bcde	20.333cd
28	0.995abcd	6.467abcde	50.033abc	9.067de	18.000cd
29	0.720abcd	5.756abcde	47.900bc	10.333bcde	21.667abcd
30	1.142abcd	8.133ab	51.167abc	11.733abcde	23.000abcd
31	1.235abcd	4.907bcde	50.767abc	10.433bcde	20.667bcd
32	1.689abc	9.547a	48.767abc	9.100cde	18.667cd
33	1.493abcd	5.155bcde	48.933abc	16.167a	33.000a
DMS	1.250	4.105	10.004	5.268	11.456

Cuadro A9. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 5, Navidad N L.

FV	GL	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
REP	2	65.737 **	67.302**	0.885ns	0.182**	3.539ns
TRAT	32	133.39 **	8.253*	1.161**	0.072**	2.382*
ERROR	64	9.706	4.688	0.321	0.023	1.421
TOTAL	98					
CV		2.8%	7.271	5.783	15.841	17.272
MEDIA		108.1	29.7	9.7	0.962	6.9

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P1000G	REND
REP	2	0.051ns	4.747ns	0.026ns	14.289ns	0.605**
TRAT	32	0.037**	50.322**	0.083**	30.945**	0.702**
ERROR	64	0.017	25.731	0.022	5.573	0.079
TOTAL	98					
CV		14.199	16.113	18.977	9.449	33.254
MEDIA		0.931	31.4	0.791	24.9	0.847

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

FV	GL	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
REP	2	0.097ns	3.953*	2.267ns	1.821ns	8.555ns
TRAT	32	0.249**	6.809**	30.528**	7.236**	30.301**
ERROR	64	0.133	1.096	7.303	3.099	13.628
TOTAL	98					
CV		38.984	20.657	5.364	18.494	19.419
MEDIA		0.937	5.069	50.3	9.5	19.0

ns=no significativo,* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente

Cuadro A10. Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad N L.

TRAT	MF	LONPED	LONESP	PSPED	PSESP
1	103.0 fg	31.040ab	8.733c	0.830abcd	5.833 ^a
2	105.3 cdefghi	30.533ab	9.133bc	0.973abcd	7.066 ^a
3	106.6 cdefghi	25.613b	9.546abc	0.686d	7.133 ^a
4	104.3 defghi	29.200ab	10.426abc	1.013abcd	7.633 ^a
5	112.0 abcdef	30.513ab	11.013 ^a	1.243ab	7.533 ^a
6	105.6 cdefghi	29.120ab	10.266abc	0.960abcd	6.500 ^a
7	114.3 abcd	29.893ab	10.400abc	0.846abcd	5.900 ^a
8	102.0 fg	27.913ab	9.760abc	1.036abcd	7.700 ^a
9	104.0 efghi	30.333ab	10.440abc	1.150abcd	7.366 ^a
10	110.0 abcdefg	29.160ab	10.493abc	0.870abcd	7.300 ^a
11	112.0 abcdef	30.180ab	9.453abc	0.750bcd	7.066 ^a
12	120.0 a	30.520ab	9.740abc	0.816abcd	6.233 ^a
13	104.0 efghi	30.053ab	8.920c	0.883abcd	5.766 ^a
14	114.0 abcde	30.473ab	10.066abc	1.113abcd	8.566 ^a
15	114.0 abcde	29.753ab	10.180abc	0.740cd	7.300 ^a
16	114.0 abcde	28.513ab	9.160bc	0.856abcd	7.366 ^a
17	105.3 cdefghi	26.247ab	10.080abc	0.833abcd	6.200 ^a
18	112.0 abcdef	29.327ab	10.873ab	0.846abcd	6.733 ^a
19	110.0 abcdefg	28.500ab	10.480abc	0.813abcd	5.566 ^a
20	111.3 abcdef	33.087 ^a	10.513abc	1.053abcd	7.733 ^a
21	114.0 abcde	30.540ab	9.706abc	1.103abcd	7.066 ^a
22	115.0 abc	28.620ab	10.080abc	0.783abcd	4.900 ^a
23	117.0 ab	32.513ab	10.093abc	1.046abcd	7.366 ^a
24	117.0 ab	29.553ab	8.846c	1.023abcd	5.766 ^a
25	99.0 hi	31.880ab	10.000abc	1.263a	8.033 ^a
26	108.0 bcdefgh	31.920ab	9.726abc	1.043abcd	6.533 ^a
27	97.0 i	29.100ab	9.273abc	1.250a	8.500 ^a
28	100.3 ghi	29.713ab	9.000c	0.993abcd	6.633 ^a
29	99.6 hi	29.340ab	8.766c	0.943abcd	7.233 ^a
30	100.3 ghi	30.153ab	9.373abc	1.200abc	8.400 ^a
31	102.0 fg	27.713ab	9.460abc	0.943abcd	6.466 ^a
32	97.0 i	32.960 ^a	9.326abc	1.016abcd	6.266 ^a
33	120.0 a	28.653ab	10.020abc	0.820abcd	6.100 ^a
DMS	10.115	7.030	1.840	0.494	3.870

Cuadro A10. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad, N.L.

TRAT	PSHOJ	GRAESP	PGESP	P10000G	RDTO
1	0.773abc	34.067 ^a	0.773abcdef	22.703cdef	0.666efg
2	0.976abc	27.067 ^a	0.653cdef	24.360bcdef	0.580efg
3	0.900abc	29.733 ^a	0.720bcdef	24.320bcdef	0.716efg
4	0.986abc	37.200 ^a	0.766abcdef	20.470def	0.852defg
5	0.986abc	33.667 ^a	0.786abcdef	23.800bcdef	0.791defg
6	0.973abc	38.400 ^a	0.866abcdef	22.590cdef	1.074bcdefg
7	0.913abc	24.333 ^a	0.526def	21.427cdef	0.357fg
8	0.940abc	31.200 ^a	0.786abcdef	25.217abcdef	0.950cdefg
9	1.026abc	31.000 ^a	0.746abcdef	24.080bcdef	0.778defg
10	1.000abc	31.667 ^a	0.773abcdef	24.190bcdef	0.765defg
11	0.710c	31.933 ^a	0.860abcdef	26.893abcde	1.111bcdefg
12	0.943abc	32.733 ^a	0.753abcdef	22.613cdef	0.604efg
13	0.870abc	36.067 ^a	1.000abcd	27.590abcd	1.074bcdefg
14	1.106abc	32.933 ^a	0.760abcdef	22.983cdef	0.234g
15	1.026abc	26.933 ^a	0.749abcdef	27.630abcd	0.469fg
16	0.933abc	25.467 ^a	0.640cdef	24.610abcdef	0.433fg
17	0.846abc	28.267 ^a	0.753abcdef	26.720abcde	0.716efg
18	0.903abc	37.933 ^a	0.846abcdef	22.120cdef	0.654efg
19	0.970abc	24.133 ^a	0.480ef	19.860ef	0.289g
20	0.933abc	30.200 ^a	0.753abcdef	24.927abcdef	0.938cdefg
21	0.943abc	31.400 ^a	0.782abcdef	24.837abcdef	0.444fg
22	0.720bc	25.000 ^a	0.471f	18.833f	0.334fg
23	0.946abc	30.733 ^a	0.760abcdef	24.980abcdef	0.428fg
24	0.896abc	32.600 ^a	0.910abcdef	27.977abcd	0.523efg
25	1.146ab	28.667 ^a	0.720bcdef	25.163abcdef	1.395abcde
26	0.983abc	27.867 ^a	0.786abcdef	28.183abc	0.901defg
27	1.066abc	36.400 ^a	1.166ab	32.053a	1.852abc
28	0.783abc	33.067 ^a	0.820abcdef	24.897abcdef	1.642abcd
29	0.736bc	34.200 ^a	0.900abcdef	26.287abcdef	1.222abcdef
30	1.170 ^a	34.067 ^a	1.060abc	31.063ab	2.045 ^a
31	0.826abc	34.733 ^a	0.966abcde	27.717abcd	0.864defg
32	0.873abc	38.200 ^a	1.221 ^a	32.100a	1.975ab
33	0.936abc	27.000 ^a	0.573cdef	21.257cdef	0.292g
DMS	0.429	16.470	0.488	7.664	0.915

Cuadro A10. (Continuación). Resultados de las pruebas de comparación de medias entre tratamientos de las variables. Ambiente 5, Navidad, N.L.

TRAT	BHOJMF	BTOTMF	CLOROESP	CLOROMF	SG
1	0.911a	5.502bcdef	46.667cd	8.000ab	17.333ab
2	1.097a	5.480bcdef	47.767cd	9.567ab	19.667ab
3	1.022a	4.333def	50.800abcd	8.667ab	17.000ab
4	1.080a	5.951abcdef	50.300abcd	8.200ab	16.333ab
5	0.733a	5.440bcdef	52.967abcd	9.100ab	17.000ab
6	1.062a	5.186bcdef	58.533a	9.833ab	16.667ab
7	0.671a	3.413ef	53.300abc	12.433a	23.333ab
8	0.986a	5.524bcdef	47.133cd	8.233ab	17.667ab
9	1.004a	6.031abcdef	53.767abc	7.167ab	13.333b
10	1.204a	4.128def	56.967ab	8.867ab	15.667ab
11	0.435a	4.178def	54.133abc	9.900ab	18.333ab
12	1.080a	4.093def	47.833cd	10.800ab	23.000ab
13	0.715a	5.191bcdef	50.767abcd	6.600b	13.333b
14	0.426a	2.831f	52.067abcd	9.133ab	17.333ab
15	0.431a	3.844def	45.833cd	8.800ab	19.333ab
16	0.497a	3.119ef	44.300d	7.367ab	17.000ab
17	1.298a	4.813bcdef	51.700abcd	8.500ab	16.333ab
18	0.831a	3.822def	53.667abc	11.767ab	22.000ab
19	0.760a	3.924def	50.200abcd	9.200ab	18.333ab
20	0.897a	5.844abcdef	53.500abc	9.333ab	17.667ab
21	0.511a	3.928def	50.067abcd	12.567a	25.333 ^a
22	1.093a	4.609cdef	46.700cd	10.333ab	22.667ab
23	0.822a	4.253def	53.667abc	9.633ab	18.000ab
24	0.502a	2.875f	48.567bcd	9.067ab	18.667ab
25	1.288a	6.346abcde	50.233abcd	11.033ab	22.000ab
26	1.333a	5.302bcdef	50.033abcd	12.033ab	24.333ab
27	1.435a	9.000a	49.433bcd	10.500ab	21.333ab
28	1.102a	6.302abcde	47.967cd	8.033ab	17.000ab
29	1.186a	7.191abcd	47.667cd	8.467ab	18.000ab
30	1.137a	8.151ab	50.367abcd	9.867ab	19.333ab
31	1.204a	5.480bcdef	49.667bcd	9.533ab	19.000ab
32	1.168a	7.844abc	48.467bcd	8.833ab	18.333ab
33	1.017a	3.360ef	47.533cd	12.767a	26.667 ^a

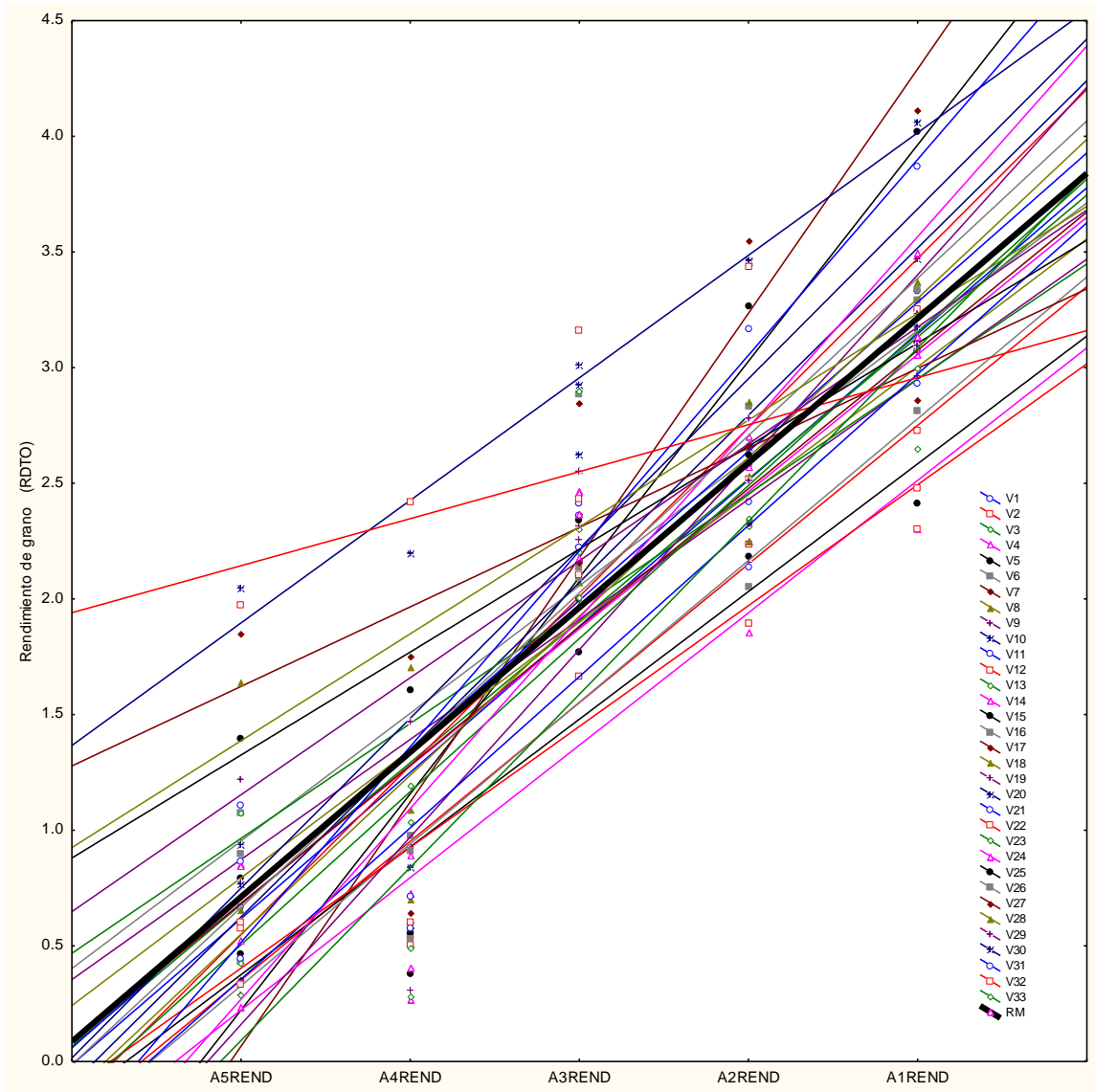


Figura A1. Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de grano (RDTO).

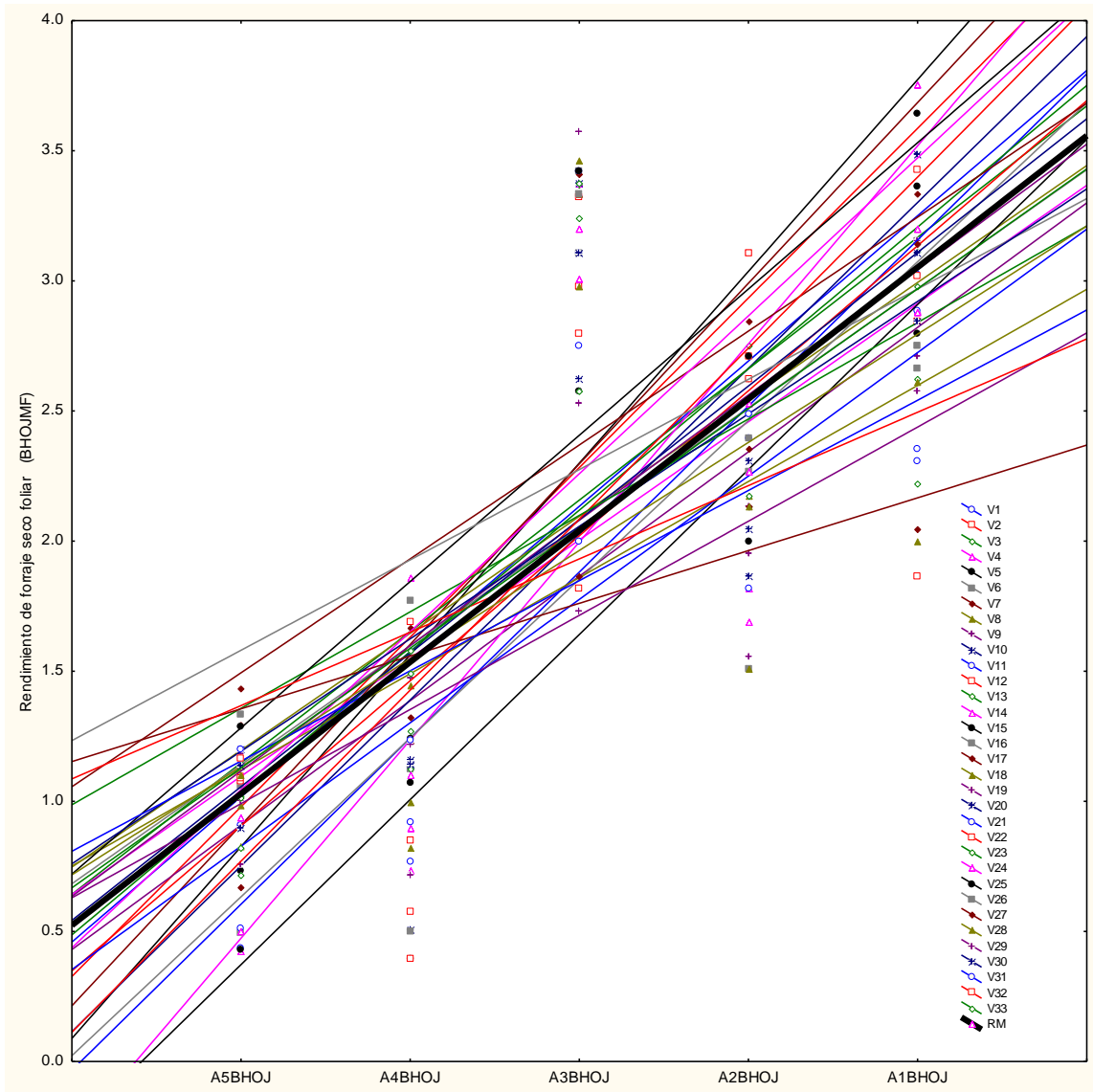


Figura A2. Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de biomasa foliar (BHOJMF).

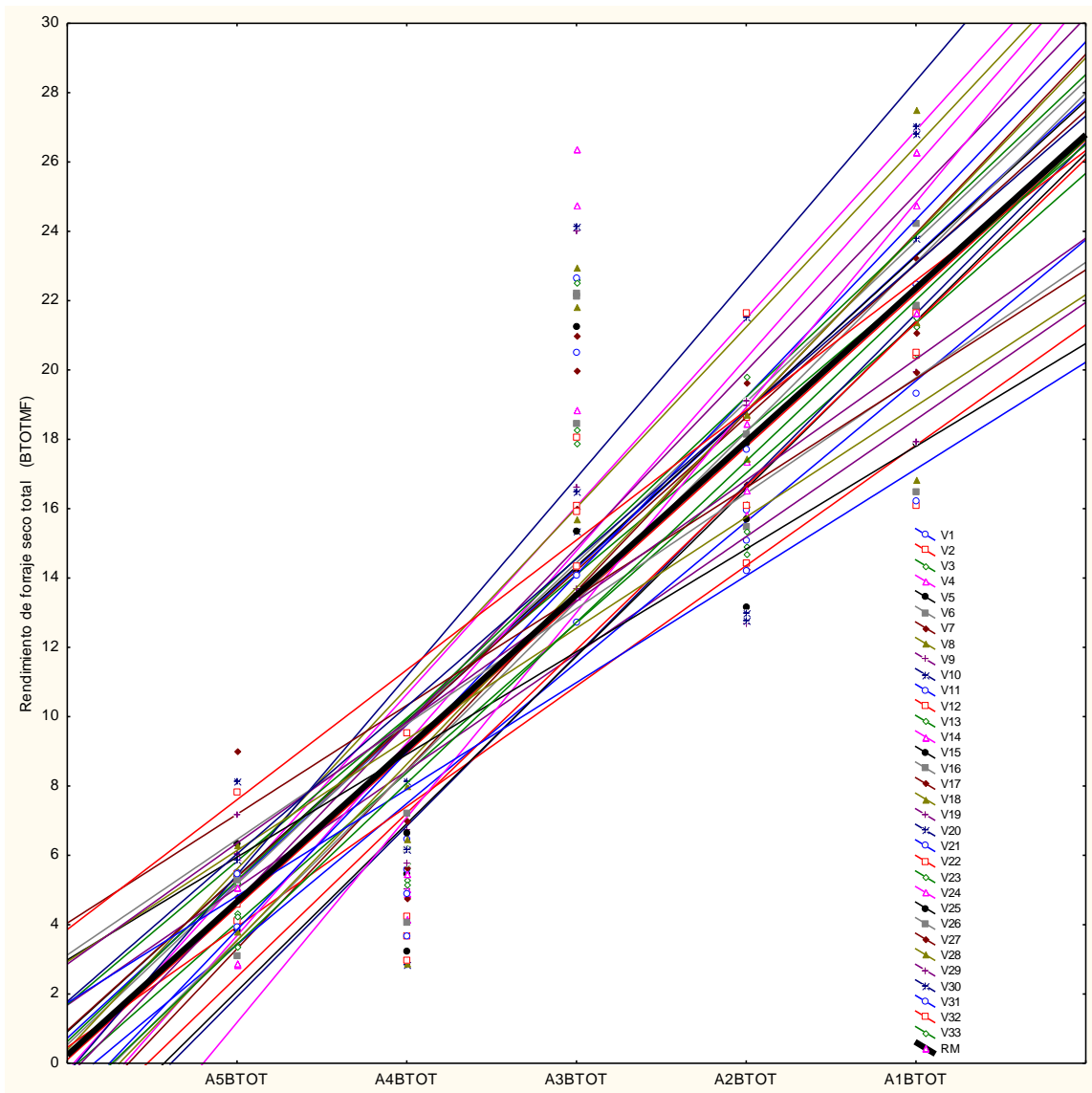


Figura A3. Representación gráfica de la interacción ambientes x tratamientos para la variable rendimiento de biomasa total (BTOTMF).