

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

Segregación transgresiva en familias  $F_{2:7}$  de triticales  
forrajero (*X Triticosecale* Wittmack) en diferentes  
ambientes del Norte de México.

Por:

**JOSÉ LUIS VELASCO LÓPEZ**

**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**

Segregación transgresiva en familias F<sub>2:7</sub> de triticale forrajero (X  
*Triticosecale* Wittmack) en diferentes ambientes del Norte de  
México.

TESIS

Por:

**JOSÉ LUIS VELASCO LÓPEZ**

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

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO**

Comité Particular

Asesor Principal

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río

Asesor

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor

M.C. Modesto Colín Rico

Asesor

Dr. Luis Iparra Jimenéz

Asesor

Dr. Juan Plutarco Munguía López

Dr. Fernando Ruiz Zárate  
Subdirector de Postgrado  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por permitir lograr mis metas y objetivos, a mi madre quien siempre es mi inspiración en seguir con mis metas.*

*Al Dr. A. Javier Lozano del Río por permitirme trabajar en su línea de investigación, al comité de asesores que aportaron en la revisión del trabajo de investigación.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por los recursos otorgados para obtener el grado de maestría.*

*A mi “Alma Terra Mater” que me permitió incorporarme al programa de Fitomejoramiento, formarme profesionalmente y poder aportar en el desarrollo del campo mexicano.*

*A mis amigos Javier, Amós, Guadalupe, que con su trabajo permitieron sacar adelante esta investigación.*

*A Mayra A. por su apoyo y cariño en todo momento.*

*A todos mis amigos de postgrado Antonio M., Mayra, Pilar, Alondra, Agustín, Antonio N., que siempre me ayudaron en esclarecer diversas dudas, durante los cursos.*

## *DEDICATORIA*

*Este logro se lo dedico con mucho cariño a Dios, a mi madre María Idalia López Solís y a mi abuela María de la Luz Solís, por su amor y apoyo incondicional.*

Segregación transgresiva en familias  $F_{2:7}$  de triticale forrajero (*X Triticosecale* Wittmack) en diferentes ambientes del Norte de México.

Por:

JOSÉ LUIS VELASCO LÓPEZ

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2013

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río – Asesor

**Palabras clave:** familias, mejor progenitor, transgresión positiva, triticale.

La segregación transgresiva en plantas autógamias es importante para la derivación de nuevas variedades con mejores características que sus progenitores. El objetivo de esta investigación fue evaluar la segregación transgresiva en 26 familias  $F_{2:7}$  de triticale provenientes de diferentes cruces entre progenitores femeninos de hábito primaveral e intermedio y un progenitor masculino común de hábito invernal, para 18 características; dentro de estas, la producción de biomasa de hojas, biomasa total y rendimiento de grano, bajo siete ambientes contrastantes, e identificar las familias que registren una mayor productividad bajo estrés ambiental. Se

realizaron análisis individuales y combinados entre ambientes, además de sus correspondientes pruebas de comparación de medias para cada una de las variables estudiadas, utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Steel y Torrie, 1992). Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) y significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos para todas las características en los siete ambientes. El análisis combinado registró diferencias estadísticas entre ambientes y entre tratamientos para las 18 variables; la prueba de medias entre ambientes también registró diferencias en todas las variables excepto para la variable biomasa de hojas. En general, el estudio reportó diferentes variables para las cuales se registraron más de 50% de familias transgresivas positivas; algunas familias mostraron transgresión positiva comparándolas con su mejor progenitor para diferentes variables y mantuvieron su transgresión en la mayoría de los ambientes. Se concluye que la segregación transgresiva ocurre en las familias avanzadas  $F_{2:7}$  de triticale utilizadas en este estudio para diferentes variables de interés y es una herramienta importante para el mejoramiento de este cultivo, particularmente para la identificación de genotipos superiores con mejor adaptación y productividad bajo condiciones de estrés hídrico ambiental.

## ABSTRACT

Transgressive segregation in families  $F_{2:7}$  of forage triticales (*X Triticosecale* Wittmack) in different environments of Northern Mexico.

by:

JOSÉ LUIS VELASCO LÓPEZ

MASTER OF SCIENCE IN PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DECEMBER 2013

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río - Advisor

Key words: family, best parent, positive transgression, triticales.

Transgressive segregation in self-pollinated plants is of importance for the derivation of new varieties with better characteristics. The objective of this research was to evaluate the transgressive segregation in 26  $F_{2:7}$  triticales families originated from different crosses between female parents of spring and intermediate

habit and a common male parent of winter habit, for 18 characteristics, within these, biomass production of leaves, total biomass and grain yield, under seven different environments, and identify families that present increased productivity under environmental stresses. Were conducted individual and combined analysis of variance and means comparison tests by environment and combined between environments for each variable, using the Tukey test at 5% probability (Steel and Torrie, 1992). The analysis of variance showed significant differences highly significant ( $P < 0.01$ ) and ( $P < 0.05$ ) between treatments for total biomass and grain yield in the seven environments. The combined analysis showed statistical differences between environments and treatments for eighteen variables, the mean test also showed differences between environments in the eighteen variables, and combined test means between treatments showed no statistical differences for the variable leaf biomass. The study reported different variables for which more than 50% positive transgressive families were recorded; some families showed positive transgression comparing them with their best parent for different variables, and maintaining in most environments. We conclude that transgressive segregation occurs in advanced families F2: 7 triticale used in this study for different variables of interest and is an important tool for the improvement of this crop, particularly for the identification of superior genotypes with better adaptation and productivity under environmental conditions of water stress.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
Generalidades de la segregación transgresiva .....	4
Importancia .....	6
Segregación transgresiva para rendimiento y características morfológicas.....	6
Predicciones de segregación transgresiva por marcadores moleculares.....	8
Causas Genéticas.....	9
Causas Ambientales .....	10
Ejemplos de segregación transgresiva .....	10
Pruebas para segregación Transgresiva .....	11
Frecuencia y distribución taxonómica de la segregación transgresiva en plantas .....	12
La naturaleza de la segregación transgresiva en plantas .....	12
Bases genéticas de la segregación transgresiva.....	13
Predicciones para segregación transgresiva .....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
Localización de los sitios experimentales .....	18
Material genético utilizado. ....	18
Establecimiento de los Experimentos. ....	19
Condiciones de los ambientes .....	19
Tamaño de parcela .....	21
Control de plagas, enfermedades y malezas.....	21
Diseño experimental utilizado en campo .....	21
Análisis estadísticos.....	21

Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre ambientes. ....	22
Comparación de medias .....	22
Correlaciones fenotípicas .....	23
Variables morfológicas y agronómicas registradas.....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
Análisis de varianza .....	27
Prueba de comparación de medias entre ambientes.....	27
Prueba de comparación de medias entre tratamientos combinados entre ambientes .....	28
Frecuencia de genotipos transgresivos para características morfológicas y componentes de rendimiento:.....	36
Análisis de correlaciones fenotípicas por ambiente .....	40
Identificación de familias transgresivas sobresalientes en características asociadas al rendimiento de biomasa y grano. .....	53
Biomasa de hojas (BHOJMF) .....	53
Biomasa total (BTOTMF) .....	53
Rendimiento de grano.....	53
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>59</b>
<b>VI. APÉNDICE .....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 3.1.</b> Material genético utilizado en el experimento. Ciclos otoño-invierno 2012-2013 y verano 2013. ....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Manejo agronómico de los ambientes .....	20
<b>Cuadro 4.1a.</b> Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinado entre ambientes para las variables evaluadas. ....	30
<b>Cuadro 4.1b.</b> Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinado entre ambientes para las variables evaluadas .....	31
<b>Cuadro 4.2a.</b> Resultados de la prueba de comparación de medias por ambientes para las variables evaluadas.....	32
<b>Cuadro 4.2b.</b> Resultados de la prueba de comparación de medias por ambientes para las variables evaluadas.....	33
<b>Cuadro 4.3a.</b> Resultados de la prueba de comparación de medias combinado entre ambientes por variedades en las variables estudiadas. ....	34
<b>Cuadro 4.3b.</b> Resultados de la prueba de comparación de medias combinado entre ambientes por variedades en las variables estudiadas .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP) y longitud de aristas (LONARI).....	48
<b>Figura 4.2.</b> Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP) y peso seco de hoja bandera (PSHOJ).....	49
<b>Figura 4.3.</b> Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para días a madurez fisiológica (MF), peso de granos por espiga (PGRESP) y peso de mil granos (P1000G). .....	50
<b>Figura 4.4.</b> Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para espigas por metro cuadrado (ESPM2), granos por espiga (GRESPE) e índice de cosecha (IC) .....	51
<b>Figura 4.5.</b> Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para altura (ALT), biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF) y biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESMF) .....	52
<b>Figura 4.6.</b> Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para rendimiento de grano (REND), biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF) y biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF).....	56

## ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

<b>Cuadro A1.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 1 .....	70
<b>Cuadro A2.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 2 .....	70
<b>Cuadro A3.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 3 .....	71
<b>Cuadro A4.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 4 .....	78
<b>Cuadro A5.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 5 .....	79
<b>Cuadro A6.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 6 .....	80
<b>Cuadro A7.</b> Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 7. ....	81
<b>Cuadro A8.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 1 .....	82
<b>Cuadro A9.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 2 .....	83
<b>Cuadro A10.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 3 .....	84
<b>Cuadro A11.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 4 .....	85
<b>Cuadro A12.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 5 .....	86
<b>Cuadro A13.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 6 .....	87

<b>Cuadro A14.</b> Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 7 .....	88
<b>Cuadro A15.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 1.....	89
<b>Cuadro A16.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 2.....	89
<b>Cuadro A17.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 3.....	89
<b>Cuadro A18.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 4.....	89
<b>Cuadro A19.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 5.....	89
<b>Cuadro A20.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 6.....	89
<b>Cuadro A21.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 7.....	89
<b>Cuadro A22.</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas del combinado entre ambientes.....	89

## I. INTRODUCCIÓN

En el mejoramiento de plantas autógamas, se busca la obtención de nuevas variedades a partir de cruzamientos entre progenitores que generen características importantes como un alto potencial de rendimiento, tanto de grano como de biomasa y resistencia o tolerancia a factores bióticos/abióticos. Estas características dependerán de la frecuencia de alelos complementarios presentes en las líneas progenitoras y de la capacidad del mejorador de realizar las cruas más convenientes para seleccionar genotipos superiores (Yadav *et al.*, 1998). En poblaciones segregantes, las características cuantitativas presentan una distribución normal; algunos individuos pueden presentar extremos superiores o inferiores de la distribución. A los individuos que presentan diferencias extremas en características morfológicas, agronómicas o fisiológicas, respecto a sus progenitores y al resto de la población, se les conoce como segregantes transgresivos (Grant, 1975; De Vicente y Tanksley, 1993). La ocurrencia de transgresión es común en las plantas, ya que diversos caracteres exhiben transgresión, principalmente en características morfológicas (65%), mientras que el porcentaje restante se divide entre diferentes características como fertilidad, fisiología, ciclo de vida, tolerancia a estrés bióticos/abióticos, etc. (Jinks y Ponní, 1980). En cruas realizadas en diferentes cultivos agrícolas se han reportado transgresivos en características agronómicas importantes, como el rendimiento de grano. La explotación de segregantes transgresivos que superen al mejor progenitor ha sido considerada una valiosa herramienta en cereales autógamos como la avena (Cowen y Frey, 1987); arroz (Mao *et al.*, 2011) y trigo de primavera (Yadav *et al.*, 1992). Así la estrategia del mejorador es encontrar y poder manipular la variación genética transgresiva que puede ser utilizada para identificar materiales superiores en

diferentes características importantes en los cultivos agrícolas. De acuerdo con lo anterior, se realizó el presente estudio con los siguientes:

## **OBJETIVOS**

Evaluar la segregación transgresiva para diferentes características agronómicas, morfológicas y particularmente, de producción de biomasa foliar, biomasa total y rendimiento de grano, en 26 familias  $F_{2:7}$  de triticales, bajo diferentes condiciones ambientales e identificar familias sobresalientes.

## **HIPÓTESIS**

Al menos una de las familias dentro de cada cruce presentará segregación transgresiva positiva en una o más de las características evaluadas.



## II. REVISION DE LITERATURA

La segregación transgresiva es un fenómeno común en las plantas. Muchas de las más importantes características agronómicas, tales como el rendimiento y sus componentes, son complejas, y son controladas por múltiples loci que actúan en forma cuantitativa (QTLs), y son modificados por el ambiente interno y externo de la planta (Xing *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2003; Liu *et al.*, 2008; Wan *et al.*, 2008; Mao *et al.*, 2011).

Los fenotipos de una población híbrida segregante presentan con frecuencia una distribución normal. Sin embargo, los fenotipos de los individuos en ambos lados de la distribución son con frecuencia extremos o nuevos, comparados con los de sus líneas parentales. De acuerdo a (Rieseberg *et al.*, 1999; Grant, 1975; De Vicente y Tanksley, 1993), la segregación transgresiva es la producción de progenie híbrida F<sub>2</sub> o posterior con fenotipos que caen fuera del rango de las poblaciones progenitoras de las cuales fueron derivadas.

La segregación transgresiva ha sido la regla, más que la excepción, en la mayoría de estudios de genética cuantitativa y un considerable número de características examinadas fueron transgresivas (De Vicente, 1993; Rieseberg y Ellstrand, 1993; Rieseberg *et al.*, 1999).

En programas de mejoramiento de cultivos agrícolas autógamos como el trigo, la cebada y el triticale, el principal objetivo es derivar líneas puras de alto potencial en rendimiento, que generalmente ocurre por la frecuencia y recombinación de alelos complementarios presentes en las líneas progenitoras. Sin embargo, la obtención de variedades mejoradas de alto rendimiento, ha presentado dificultades debido a que las variedades actuales han alcanzado un 'límite' en su capacidad de rendimiento. Para superar este problema, los nuevos planteamientos en el mejoramiento, pueden permitir a los mejoradores elegir las

cruzas más convenientes que puedan dar lugar a recombinantes superiores, que son de utilidad en la búsqueda de nuevas variedades (Yadav *et al.*, 1998).

### **Generalidades de la segregación transgresiva**

En genética, la segregación transgresiva es la formación de fenotipos extremos o genotipos transgresivos, observados en poblaciones híbridas segregantes, comparados con los fenotipos de las líneas progenitoras. La presencia de estos fenotipos transgresivos (extremos) puede ser positiva o negativa en términos de aptitud (Johansen y Latta, 2006). Si se combinan alelos favorables de ambos padres, el resultado será un híbrido con mayor aptitud que sus dos progenitores.

Las especies híbridas mostrará mayor variación genética y variación en la expresión de genes que sus progenitores. Como resultado, las especies híbridas tendrán algunas características que son transgresivos (extremos) en la naturaleza. La segregación transgresiva puede permitir a especies híbridas ocupar diferentes ambientes o nichos en los que las especies parentales no se presentan o no compiten en sus ambientes actuales.

Para explicar el fenómeno de la segregación transgresiva se han propuesto varias hipótesis, sin embargo, la acción complementaria de alelos aditivos y la epistasis (no aditividad, de efectos alélicos entre loci), son generalmente las más aceptadas (De Vicente, 1993; Xu *et al.*, 1998; Rieseberg *et al.*, 2003). Algunos estudios de caracteres cuantitativos en poblaciones híbridas segregantes reportan la presencia de fenotipos extremos respecto a cualquiera de sus líneas progenitoras (De Vicente y Tanksley, 1993; Rieseberg y Ellstrand, 1993; Cosse *et al.*, 1995).

La generación de estos fenotipos extremos se refiere como segregación transgresiva, y esto es un importante mecanismo por el cual se presentan adaptaciones extremas o novedosas observadas en nuevos ecotipos de híbridos o especies. Si la segregación transgresiva es frecuente, entonces el importante rol evolutivo que tiene la hibridación es explicado más fácilmente (Johansen y Latta, 2006).

Así, la segregación transgresiva es un fenómeno específico de las generaciones híbridas segregantes y se refiere a la fracción de individuos que exceden los valores fenotípicos de sus progenitores en cualquier dirección positiva o negativa. Esto es causado en parte por la heterosis que es mayormente pronunciada en las primeras generaciones híbridas y es importante cuando el valor medio del carácter de los híbridos es superior (en una dirección positiva únicamente) a los valores fenotípicos de ambas líneas progenitoras. Aparentemente, las bases genéticas de la segregación transgresiva parecen ser en gran medida diferentes a las de la heterosis.

La explotación de los segregantes transgresivos que superan al mejor progenitor ha sido considerada una valiosa herramienta en cereales autógamos, por ejemplo en avena (Jensen, 1961; Cowen y Frey, 1987); arroz (Mao *et al.*, 2011) y trigo de primavera (Smith, 1966; Busch *et al.*, 1974; Snape, 1982; Broers y Jacobs, 1989; Yadav *et al.*, 1992).

Se ha señalado la posibilidad de obtener segregantes transgresivos en poblaciones desarrolladas a partir de cruzas seleccionadas en base a análisis dialélicos, en trigo invernal (Whitehouse *et al.*, 1958; Kronstad y Foote, 1964); en trigo duro (Widner y Lebsack, 1973); en trigo harinero (Haddad *et al.*, 1996) y en poblaciones desarrolladas a partir de apareamientos aleatorios en generaciones segregantes tempranas (Palmer, 1953; Hanson, 1959; Redden y Jensen, 1974; Singh *et al.*, 1986).

En el mejoramiento de cultivos autógamos, como el triticale, que está relacionado con la producción de variedades homocigóticas superiores a sus progenitores (Barbacki *et al.*, 1978a, b), los individuos transgresivos observados en generaciones tempranas ( $F_2$ ,  $F_3$ ), pueden ser heterocigotos en diferentes loci y posiblemente no mantienen su superioridad en generaciones más avanzadas. Por otra parte, se sabe que la frecuencia de efectos transgresivos en poblaciones homocigotas depende de las combinaciones en la cruce (Kuczynska *et al.*, 2007).

## **Importancia**

La segregación transgresiva crea la oportunidad de que se presenten nuevos genotipos que sean más aptos que sus antecesores, lo cual en el mejoramiento de las plantas cultivadas puede ser clave en la búsqueda de un genotipo o variedad que muestren mayor aptitud en áreas donde hay estrés ambiental (Rieseberg *et al.*, 1999).

Se ha especulado que la producción de fenotipos transgresivos en la segregación de poblaciones híbridas contribuye a la divergencia de nichos en los linajes híbridos. A partir del examen de 171 estudios que reportan variación fenotípica en poblaciones híbridas segregantes, Rieseberg *et al.*, (1999), demostraron que la transgresión es la norma y no la excepción. De hecho, 155 de los 171 estudios (91%) reportan al menos un carácter transgresivo y el 44% de 1229 caracteres examinados fueron transgresivos. La transgresión ocurre con mayor frecuencia en cruzas intraespecíficas que involucran endogamia, en poblaciones de plantas domesticadas y con menor frecuencia, en cruzas interespecíficas entre alógamas y en especies de animales silvestres.

## **Segregación transgresiva para rendimiento y características morfológicas**

Rutger *et al.*, (1966), en cebada, reportaron transgresiones en ambas direcciones en muchos caracteres cuantitativos (rendimiento y sus componentes, altura de planta, días a espigamiento, calidad maltera, etc.). La frecuencia de transgresión y la simetría /asimetría en el número de segregantes (+) y (-) en una población de líneas homocigóticas dependió de la característica y de la combinación de la craza. Los mismos autores, al analizar la distribución del rendimiento de grano y calidad maltera de familias  $F_4$  de la craza entre las variedades Atlas y Kindred, mostraron que el rendimiento de las progenies examinadas fue superior que el progenitor menos rendidor (Kindred). Una segregación transgresiva negativa fue observada sólo para rendimiento, menor al de la variedad Kindred.

Barbacki *et al.*, (1978a), reportó resultados similares en otras cruzas de cebada. También Song *et al.*, (1978), al comparar el comportamiento de 280

líneas derivadas de dos cruzas diferentes, reportaron que ninguna línea fue superior al progenitor más rendidor.

Friedt y Foroughi (1983), examinaron 134 líneas derivadas de 28 híbridos de cebada, encontrando también que la distribución del rendimiento fue superior al del progenitor menos rendidor y ninguna línea transgredió significativamente en rendimiento al progenitor más rendidor.

Resultados interesantes encontraron Choo *et al.*, (1986), que al evaluar 398 líneas derivadas de 21 cruzas, reportaron que sólo 7 líneas (1.7%) rindieron significativamente más que los progenitores más rendidores, y 95 líneas (23.9%), presentaron un rendimiento menor que sus progenitores menos rendidores. Por otra parte, Surma (1996), reportó resultados similares, ya que sólo 2 de 145 líneas (1.4%) fueron superiores al mejor progenitor en rendimiento de grano y 15 (10.3%) fueron inferiores al progenitor menos rendidor.

Esta revisión sobre el rendimiento de grano de líneas homocigóticas de cebada muestra que es difícil mejorar el rendimiento en este y otros cereales. Vega y Frey (1980), mencionan que una línea transgresiva debe de exceder la media parental por al menos el valor de una “diferencia mínima significativa”. Es claro que el rendimiento no se puede incrementar indefinidamente, por limitaciones genéticas, fisiológicas, morfológicas y ambientales. Una causa de las bajas frecuencias de efectos de transgresión positiva pueden deberse a ligamiento en la fase de acoplamiento de genes en los progenitores. La predominancia de líneas con transgresiones negativas puede ser el resultado de epistasis complementaria aditiva x aditiva (Choo *et al.*, 1986).

Para otras características, como el peso de 1000 granos, altura de planta y días a espigamiento, diferentes autores reportan que observaron transgresiones en ambas direcciones, y que la frecuencia de líneas con transgresión positiva fue frecuentemente mayor que aquella de las líneas con efecto negativo (Barbacki *et al.*, 1978a, b; Friedt y Foroughi, 1983; Adamski, 1993; Thomas *et al.*, 1995; Tinker *et al.*, 1996; Surma, 1996; Surma *et al.*, 2000; Warzecha *et al.*, 2000; Adamski, 1993; Song *et al.*, 1978; Kjaer *et al.*, 1991).

## **Predicciones de segregación transgresiva por marcadores moleculares**

Jinks y Pooni (1976), indican que se presentan genotipos superiores en la progenie cuando ambos padres son similares en desempeño de determinadas características pero diferentes en sus bases genéticas. Por lo tanto, la diversidad genética entre los genotipos de los progenitores y la similitud en el desempeño fenotípico es necesaria para derivar progenies transgresivas. Recientemente la evaluación de la divergencia de los progenitores basados en estudios moleculares parece ser prometedora en la predicción del desempeño de la progenie.

Burkhamer *et al.*, (1998), examinaron la asociación entre la similitud/distancia genética de los progenitores basado en marcadores moleculares STS-PCR (*Secuence Tagged Site-Polymerase Chain Reaction*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) y la variación genética de la progenie (líneas  $F_{3/5}$ ) para 12 cruzas de trigo rojo. Concluyeron que la distancia genética no fue un buen predictor de la varianza genética de la progenie y el número de segregantes transgresivos.

Estudios similares en 30 poblaciones SSD (descendencia de una sola semilla) en trigo (Bohn *et al.*, 1999), revelaron que no se encontró ninguna relación entre la similitud genética de los genotipos de los padres y la varianza de la progenie. Kuczynska *et al.*, (2007) estudiaron las relaciones entre las frecuencias de los segregantes transgresivos en poblaciones de cebada y la diversidad de los progenitores por medio de marcadores RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*).

En base a estos estudios encontraron correlaciones bajas para el rendimiento de grano y el contenido de proteína. En forma similar, no se observó correlación, o esta fue muy baja, entre la diversidad de los progenitores y el desempeño temprano de los híbridos en trigo (Martin *et al.*, 1995; Barbosa *et al.*, 1996; Corbellini *et al.*, 2002); avena (Moser and Lee, 1994); arroz (Saghai Maroof *et al.*, 1997; Xu *et al.*, 2002); triticale (Góral *et al.*, 2005) y maíz (Melchinger *et al.*, 1990; Shieh y Thseng, 2002), por lo que la predicción del desempeño de la progenie sigue siendo un reto a resolver.

## **Causas Genéticas**

Estudios genéticos cuantitativos de plantas híbridas consistentemente apuntan la acción de los genes complementarios como la principal causa de la transgresión, a pesar de que la sobredominancia y la epistasis también contribuyen. Parece ser común la acción de genes complementarios para la mayoría de los caracteres, con la posible excepción de aquellos con una historia de selección disruptiva. Estos resultados dan crédito a la opinión de que la hibridación puede proporcionar la materia prima para una rápida adaptación y proporcionar una explicación simple de la divergencia de nichos y novedades fenotípicas muchas veces asociada con linajes híbridos (Hegarty, 2012)..

Hegarty, (2012), menciona las siguientes causas de segregación transgresiva en los híbridos o en sus progenies. Una de las causas puede ser debido a la recombinación de alelos aditivos. La recombinación es causada por la creación de nuevos pares de alelos en dos o más loci. Estos diferentes pares de alelos pueden dar lugar a nuevos fenotipos ya que la expresión de genes se ha cambiado en estos loci.

Otra causa puede ser una elevada tasa de mutación. Cuando esta es alta, es más probable que se provoque un cambio extremo en el fenotipo. La reducción de la estabilidad de desarrollo es otra de las causas de la segregación transgresiva; la estabilidad de desarrollo se refiere a la capacidad de un genotipo para mostrar un constante desarrollo de su fenotipo en un cierto entorno ambiental. Si hay un disturbio debido a factores genéticos y ambientales, el genotipo será más propenso o sensible a cambios fenotípicos.

Otra causa surge de la interacción entre dos alelos, también conocida como efecto epistático entre dos alelos. Epistasis es el evento, cuando un alelo en un locus impide a un alelo en otro locus expresar su producto como si enmascarara su efecto. Por lo tanto, la epistasis puede estar relacionada con la sobredominancia causada por la heterocigocidad en loci específicos, lo que significa que el heterocigoto (híbrido) está mejor adaptado comparado con el homocigoto (progenitor) y por lo tanto muestra fenotipos más transgresivos y extremos. Todas estas causas conducen a la aparición de estos fenotipos

extremos y crea un genotipo híbrido que se desviará fuera del nicho de las especies progenitoras y eventualmente puede crear una especie individual híbrida (Hegarty, 2012).

### **Causas Ambientales**

Además de los factores genéticos que causan únicamente la segregación transgresiva, los factores ambientales pueden modificar los factores genéticos. Los factores ambientales que causan la segregación transgresiva pueden ser influenciados por la actividad humana y el cambio climático. Tanto la actividad humana y el cambio climático tienen la capacidad de forzar las especies de un genoma específico a interactuar con otras especies con genomas diferentes. Por ejemplo, si se conectan dos áreas aisladas entre sí, esto daría paso a un flujo de genes. Por lo tanto se incrementará las interacciones entre diferentes especies con genomas diferentes y pueden crear especies híbridas y mostrar fenotipos potencialmente transgresivos (Hegarty, 2012).

Este mismo autor también menciona que la actividad humana puede dar paso a un flujo de genes mediante acciones perjudiciales, como la tala de bosques y la contaminación. El cambio climático, mediante la ruptura del clima y las barreras ambientales, pueden también ocasionar un flujo de genes. Esta convergencia entre especies pueden dar lugar a especies híbridas que tendrán mayor variación fenotípica en comparación con las especies progenitoras. Este incremento en la variación fenotípica tiene el potencial para que ocurra la segregación transgresiva.

### **Ejemplos de segregación transgresiva**

Arama *et al.* (1993), reportan que en Kenya, existe un organismo denominado *Septoria tritici* (STB), que disminuye el rendimiento del cultivo de trigo. Al evaluar 36 cruzas, 31 mostraron una aptitud media más alta que el valor de los padres. Estas 31 cruzas indicaron una mayor resistencia a la STB. Las especies progenitoras de trigo tenían poca resistencia hacia STB, pero la especie híbrida debido a la segregación transgresiva mostró una mayor resistencia a STB y por lo tanto una mayor aptitud. Se puede crear una mayor



resistencia a STB, por cruzamientos, combinando genes que conjuntamente sean eficientes. Las cruas utilizadas fueron de otros trigos comerciales que eran de alto rendimiento lo cual es ventajoso porque hay una baja probabilidad de deletéreos (características no deseadas). Se ha encontrado que la segregación transgresiva es útil para crear resistencia hacia este organismo con el propósito de incrementar el rendimiento en el cultivo de trigo.

Rieseberg (1997), utilizó girasoles para mostrar la segregación transgresiva de los caracteres en los híbridos de los progenitores, *Helianthus annuus* y *Helianthus petiolaris*. Al final observó que había tres especies híbridas de girasol. Cuando se comparó con la aptitud de los padres, los híbridos mostraron una mayor tolerancia en áreas que la especie progenitora no sería capaz de sobrevivir, es decir, áreas salinas, dunas de arena y desiertos.

La transgresión permitió a estos híbridos sobrevivir en áreas que los progenitores no sería capaz de hacerlo. Por lo tanto, los híbridos ocuparon las áreas donde las especies parentales no podían. Esto es debido a que las especies híbridas muestran una mayor expresión de genes (fenotipos) que sus progenitores y presentan también algunos genes que son transgresivos (extremos) en la naturaleza (Schwarzbach et al., 2001).

### **Pruebas para segregación Transgresiva**

Hay muchas formas de probar si la segregación transgresiva se produce dentro de una población. Una forma común de evaluar la segregación transgresiva es utilizar la prueba de comparación de Dunnett o contrastes a partir de análisis de la varianza entre los progenitores y sus progenies (Tanksley, 1993). Esta prueba evalúa si el desempeño de las especies híbridas fue diferente que el grupo control (especies parentales), examinando si existe diferencia significativa entre la media del grupo control con la media de los otros grupos. Si existe una diferencia, es una indicación de segregación transgresiva. Otras pruebas comunes utilizadas es el uso de loci de caracteres cuantitativos (QTL) para determinar segregación transgresiva (Tanksley, 1993).

## **Frecuencia y distribución taxonómica de la segregación transgresiva en plantas**

La segregación transgresiva parece ser muy común en híbridos de plantas (Rieseberg *et al.*, 1999); por ejemplo, únicamente 3 de 113 estudios no reportaron fenotipos extremos en por lo menos un carácter y de 579 caracteres examinados a través de 113 estudios, 336 (58%) exhibieron transgresión. La segregación transgresiva fue mucho más común en cruzas entre líneas domesticadas que las cruzas entre poblaciones silvestres (92% vs. 38% de caracteres).

De igual manera, los híbridos de cruzas entre poblaciones endogámicas exhibieron mayor transgresión que los de las cruzas entre especies exogámicas o poblaciones de apareamiento aleatorio (92% vs. 39% de caracteres). Por supuesto, estas dos comparaciones no son estrictamente independientes, porque la mayoría de las plantas domesticadas son autógamas y la mayoría de las plantas silvestres son alógamas. Aunque los evolucionistas típicamente ven la segregación transgresiva como consecuencia de la hibridación interespecífica (Stebbins, 1959; Lewontin y Birch, 1966), la transgresión ocurre con más frecuencia en cruzas intraespecíficas (44% vs. 82% de caracteres).

## **La naturaleza de la segregación transgresiva en plantas**

Una notable diversidad de caracteres ha demostrado exhibir transgresión en las plantas. La mayoría de estos son caracteres morfológicos (65%), mientras que el resto se divide de manera equitativa entre las categorías de caracteres como la fertilidad, la composición bioquímica de órganos y tejidos, la fisiología, ciclo de vida y tolerancias a diversos factores bióticos y abióticos. Esta última categoría puede ser muy importante para el éxito de los híbridos porque la segregación transgresiva, para tolerancias ecológicas facilita la divergencia de nichos (Jensen, 1961; Rieseberg, 1993).

Ejemplos de segregación transgresiva para factores abióticos incluye una mayor tolerancia a las bajas temperaturas, salinidad, sequía, calor y metales pesados (Lewontin y Birch, 1966). Así mismo se reporta con frecuencia segregación transgresiva para resistencia a patógenos y herbívoros (Strauss,

1994). Por supuesto se reconoce que una mayor tolerancia ecológica puede ser una consecuencia secundaria de los cambios transgresivos en morfología, ciclo de vida, fisiología o composición bioquímica (Kirk *et al.*, 2012).

### **Bases genéticas de la segregación transgresiva**

Muchos estudios diferentes se han presentado para explicar la segregación transgresiva. Aunque cada uno ha contribuido a la transgresión en casos específicos, parecen poco probable que proporcione una explicación general de este fenómeno. Por ejemplo, se sabe que las tasas de mutación son elevadas en poblaciones híbridas (Barton y Hewitt, 1985), tal vez en parte debido a la activación de elementos de transposición que anteriormente han permanecido en reposo (Engels, 1983), pero parece poco probable que las nuevas mutaciones sean responsables para explicar la alta frecuencia de transgresión en poblaciones segregantes híbridas o por el hecho de que la segregación transgresiva, con frecuencia se reporta para las mismas características en cruza repetidas (Cox y Frey, 1985).

Así mismo, la variación en el número de cromosomas (Voigt y Tischler, 1994) puede sólo ser importante para la transgresión en poblaciones que segregan para el número de cromosomas, y representa menos del 3% de los estudios. Los experimentos de selección demuestran que los fenotipos transgresivos son altamente heredables, indicando que la transgresión no puede deberse sólo a la inestabilidad en el desarrollo (Lewontin y Birch, 1966).

Resultados clásicos de estudios genéticos han proporcionado evidencias convincentes apoyando la hipótesis de que la segregación transgresiva puede ser el resultado de la expresión de alelos recesivos raros (Rick y Smith, 1953) y/o de la acción de genes complementarios (Vega y Frey, 1980). La mejor evidencia de que existen alelos recesivos raros en las poblaciones naturales, cuyos fenotipos están enmascarados por alelos comunes que provienen de cruza entre el tomate domesticado, *Lycopersicon esculentum* y su pariente silvestre, *L. chilense*, fue demostrada por Rick y Smith (1953). Encontraron que una sola planta a partir de una población  $F_2$  entre las especies que tienen flores

de color naranja sin brillo, un fenotipo nunca antes visto en ninguna de las especies parentales o para el caso de cualquier otra especie de *Lycopersicon*.

Cruzas adicionales revelaron que esta característica es controlada por alelos recesivos raros en las especies silvestres autoincompatibles, *L. chilense*, según la predicción de alelos recesivos. Sin embargo, parece poco probable que los recesivos raros representen más que una pequeña fracción de los fenotipos transgresivos reportados en la literatura, porque la segregación transgresiva se reportó más frecuentemente en cruzamientos de líneas puras, en las que los alelos recesivos son probables que se fijen en condición homocigota.

La acción génica complementaria ha sido una explicación general más popular para la segregación transgresiva en la literatura genética de plantas (Grant, 1975; Vega y Frey, 1980). De hecho, algunos investigadores han tomado las observaciones de segregación transgresiva como la principal evidencia razonable para los genes complementarios (Lee y Shaner, 1985). Sin embargo, la mayoría de los primeros estudios carecían de poder suficiente para poner a prueba las explicaciones alternativas que implican la acción genética no aditiva. Recientemente, los estudios de QTL basados en marcadores han confirmado que los genes complementarios son la principal causa de transgresión, al menos en plantas.

Lo anterior se fundamenta en estudios realizados en cruzas entre diferentes especies de plantas donde observaron que diferentes QTL en los progenitores, presentaron efectos contrarios en los híbridos, dando como resultado segregación transgresiva en los híbridos. Esto se ilustra por un análisis de QTL de 11 caracteres cuantitativos en una cruce interespecífica de tomate (DeVicente y Tanksley, 1993). Los alelos en 36% de los QTL detectados en los progenitores tuvieron efectos que estaban en dirección opuesta en los híbridos, que mostraron diferencias con las especies progenitoras para esas características. Es decir, la reducción de la expresión de los alelos de un carácter son a veces derivados de las especies que tuvieron el valor más alto

para este carácter o viceversa. Estos alelos complementarios generaron fenotipos extremos para 8 de los 11 caracteres estudiados.

DeVicente y Tanksley (1993), también examinaron la posibilidad de que la acción génica no aditiva podría tener contribución a la segregación transgresiva. Sin embargo el número de pares significativos de interacciones digénicos no superó lo esperado por azar, lo que indica que la epistasis fue poco probable que sea una de las principales causas de la transgresión en esta cruce.

La mayoría de otros estudios de mapeo de QTL que reportan segregación transgresiva (todos en plantas) también han concluido que la acción complementaria de genes es la principal causa de la transgresión. Por ejemplo, 25% y 17% de efectos de QTL de signos opuestos difieren a los progenitores en tomate interespecífico (Weller *et al.*, 1988) y en cruces de girasol (Kim y Rieseberg, 1999), y la segregación transgresiva debido a alelos complementarios se observó para los 15 caracteres estudiados en híbridos en cruces entre dos variedades de soya similares fenotípicamente (Mansur *et al.*, 1993). Sin embargo, en varios de estos estudios (DeVicente y Tanksley, 1993; Kim y Rieseberg, 1999), se detectaron también efectos alélicos opuestos a los predichos por los valores de los progenitores en características que no exhibieron transgresión significativa.

### **Predicciones para segregación transgresiva**

Así, una cuestión de considerable importancia es cómo se puede predecir la ocurrencia y la frecuencia de segregantes transgresivos en una población homocigótica. Desde los años de 1960, junto con los progresos en los métodos biométricos (en particular los relacionados con los sistemas de cruzamientos dialélicos), la información en la aptitud combinatoria general (ACG) de los genotipos parentales parecía ser prometedora para resolver este problema.

Sin embargo, se ha demostrado bajo algunos supuestos (sin ligamiento, no epistasis y sin efectos maternos), que los efectos estimados de ACG en base a las cruces dialélicas, son el resultado de la acción genética aditiva; ya

que los efectos aditivos están relacionados con loci homocigotos que podrían ser fijados en el mejoramiento de cultivos autógamos, los cruzamientos entre progenitores con ACG positivo y significativo para los caracteres deberían ser los más prometedores para la ocurrencia de segregantes transgresivos (Griffing, 1956; Dobek *et al.*, 1977, 1978; Mather y Jinks, 1982)..

Jinks y Pooni (1976; 1980) demostraron que las estimaciones de los parámetros genéticos se pueden utilizar para predecir las frecuencias de segregantes transgresivos en generaciones posteriores. Asumiendo que la acción génica complementaria es la principal causa de transgresión, diversas predicciones se pueden hacer de los tipos de características y tipos de cruzas que tienen más probabilidades que resulten en segregación transgresiva. También se puede analizar si la evidencia empírica cumplió en esta revisión y concuerda bien con estas predicciones.

**Predicción 1:** la segregación transgresiva será más frecuente en cruzas entre linajes endogámicos o autofecundaciones, porque la variación genética y fenotípica se producirá más entre los linajes que dentro de ellos (De Vicente y Tanksley, 1993; Vega y Frey, 1980; Rieseberg *et al.*, 1999). Es decir, las diferencias fijadas requeridas por la segregación transgresiva se acumularán más rápido entre autofecundación de poblaciones exogámicas. Presumiblemente, esto explica, al menos parcialmente las frecuencias altas de segregación transgresiva para las especies domesticadas de plantas y animales y poblaciones silvestres de plantas autógamas.

**Predicción 2:** La frecuencia de transgresivos estará positivamente correlacionada con la divergencia genética de las líneas progenitoras (Rieseberg *et al.*, 1999). La razón fundamental de esta predicción es que una mayor divergencia genética estará acompañada por un aumento en el número de diferencias fijadas entre las líneas parentales resultando en segregación transgresiva para un mayor número de caracteres. Un mayor número de progenies transgresivas se han reportado de apareamientos entre especies de avena relacionados más distantemente (Cox y Frey, 1984) y cebada (Vega y Frey, 1980), pero no se observó correlación entre la distancia genética y los

números de segregantes transgresivos en cruzas intraespecíficas de trigo (Fabrizius *et al.*, 1998). En resumen, se ha demostrado que los híbridos segregantes frecuentemente exhiben fenotipos extremos en comparación con los valores de los padres para esas características.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### **Localización de los sitios experimentales**

El presente estudio se realizó en dos localidades, durante el ciclo otoño - invierno 2012-2013 en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN, municipio de 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 ciclo otoño-invierno 2012-2013 y el verano del 2013 en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN en Navidad, municipio de Galeana, 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, consistiendo de 11 familias originadas de la cruce AN-123 x ABT, 6 familias de la cruce AN-125 x ABT, 4 familias de la cruce AN-137 x ABT, 3 familias de la cruce AN-38 x ABT y una familia de las cruces Eronga x ABT y AN-105 x ABT, respectivamente. Las familias evaluadas fueron originadas a partir de cruces 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, denominado ABT. Los genotipos evaluados fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la UAAAN, (Cuadro 3.1).



## Establecimiento de los Experimentos.

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

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

TRAT	FAMILIAS	CRUZA	TRAT	FAMILIAS	CRUZA
1	AN-2-2010	AN-123 x ABT	18	AN-65-2010	Eronga x ABT
2	AN-3-2010	AN-123 x ABT	19	AN-80-2010	AN-137 x ABT
3	AN-8-2010	AN-123 x ABT	20	AN-82-2010	AN-137 x ABT
4	AN-12-2010	AN-123 x ABT	21	AN-83-2010	AN-137 x ABT
5	AN-13-2010	AN-123 x ABT	22	AN-90-2010	AN-137 x ABT
6	AN-24-210	AN-123 x ABT	23	AN-101-2010	AN-38 x ABT
7	AN-28-2010	AN-123 x ABT	24	AN-102-2010	AN-38 x ABT
8	AN-31-2010	AN-123 x ABT	25	AN-107-2010	AN-38 x ABT
9	AN-33-2010	AN-123 x ABT	26	AN-123-2010	AN-105 x ABT
10	AN-34-2010	AN-123 x ABT	27	AN-123 ♀	Progenitor
11	AN-39-2010	AN-123 x ABT	28	AN-125 ♀	Progenitor
12	AN-42-2010	AN-125 x ABT	29	AN-137 ♀	Progenitor
13	AN-49-2010	AN-125 x ABT	30	AN-38 ♀	Progenitor
14	AN-50-2010	AN-125 x ABT	31	AN-105 ♀	Progenitor
15	AN-55-2010	AN-125 x ABT	32	Eronga 83 ♀	Progenitor
16	AN-60-2010	AN-125 x ABT	33	ABT ♂	Progenitor
17	AN-61-2010	AN-125 x ABT			

\* Familias F2:7; ♀: progenitores femeninos; ♂: progenitor masculino.

## Condiciones de los ambientes

Los experimentos de campo fueron conducidos de la siguiente manera en Zaragoza, 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, se evaluaron los genotipos bajo dos ambientes durante el otoño-invierno 2012-2013: 4) riego a la siembra, inicio de encañe, floración y llenado de grano, con fertilización y 5) riego a la siembra, amacollamiento y encañe final, con fertilización, y dos ambientes durante el verano de 2013: 6) riego a la siembra, inicio de encañe y espigamiento, con fertilización y 7) riego a la siembra, inicio de encañe y espigamiento, sin fertilización. En el Cuadro 3.2 se presenta el resumen del manejo agronómico de cada uno de los 7 ambientes de evaluación y su clasificación en base al estrés de humedad aplicado.

**Cuadro 3.2.** Manejo agronómico de los ambientes

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	59.2	Estrés moderado
3	Zaragoza	13-11-2012	237-00-00	6	Gravedad	79.2	Sin estrés (rebrote)
4	Navidad	22-12-2012	125-00-00	4	Gravedad	32.0	Estrés moderado
5	Navidad	11-01-2013	113-00-00	3	Gravedad	24.0	Estrés severo
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

### **Tamaño de parcela**

El área experimental para cada unidad experimental en todos los ambientes constó de 6 surcos de 5 m de largo por 30 cm entre hileras (9.0 m<sup>2</sup>).

### **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 Navidad, N.L., el 18 de Marzo de 2013 y en Zaragoza el 19 de Marzo de 2013, utilizando una aspersora portátil de motor. En Navidad, N. L., las malezas fueron eliminadas con deshierbes manuales.

### **Diseño experimental utilizado en campo**

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

### **Análisis estadísticos**

Se realizaron análisis de varianza individuales por ambiente y combinados entre ambientes, para cada una de las variables estudiadas, 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<sub>ij</sub> = 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.

Se realizaron análisis de varianza combinados entre ambientes, bajo el siguiente modelo:

**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.

$\mu$  = 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.

**Comparación de medias**

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

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

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

Donde:

$t_{\alpha}$  = 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 fórmula:

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

Donde:

$CMEE$  = Cuadrado medio del error experimental.

X = Media general.

### **Correlaciones fenotípicas**

Se realizaron correlaciones fenotípicas entre todas las variables estudiadas, por medio del análisis de correlación de Pearson, para conocer el grado de asociación entre ellas, en cada uno de los ambientes de estudio.

El porcentaje de transgresión de cada familia para cada variable se calculó sólo en base al mejor progenitor, con la fórmula  $T = [(Mf - MP) / MP] * 100$ , donde: T = % de transgresión, Mf = Media de la familia, MP = Media del mejor progenitor (De Vicente y Tanksley, 1993; Rodríguez *et al.*, 2012). Los análisis de varianza de las variables agronómicas y pruebas de comparación de medias se realizaron con el paquete estadístico SAS 8.1 (1999) y las gráficas fueron realizadas con Microsoft Excel (2010).

## **Variables morfológicas y agronómicas registradas**

- **Altura final de planta (ALT):** se tomó en centímetros, desde la superficie del suelo hasta el extremo distal de la espiga, en la etapa de madurez fisiológica.
- **Días a madurez fisiológica (MF):** se calculó en días transcurridos desde la fecha de siembra a la madurez fisiológica.
- **Longitud de pedúnculo (LONPED):** a la etapa de madurez fisiológica, en cada parcela, en 5 plantas representativas, se cortó su tallo principal a partir del último entrenudo, midiendo la longitud del pedúnculo en centímetros, y se calculó el promedio por parcela.
- **Longitud de espiga (LONESP):** de los 5 tallos principales colectados se midió la longitud de cada espiga en centímetros y se calculó el promedio por parcela.
- **Longitud de aristas (LONARI):** se midieron desde su base en la espiguilla terminal hasta el extremo de la arista, y posteriormente se obtuvo el promedio por parcela en centímetros.
- **Peso seco de pedúnculo (PSPED):** se separaron los pedúnculos de los 5 tallos principales colectados y se secaron por 72 horas, posteriormente se pesaron para obtener el promedio por parcela en gramos.
- **Peso seco de espigas (PSESP):** se separaron las espigas de los 5 tallos principales colectados y se secaron por 72 horas, posteriormente se pesaron para obtener el promedio de cada parcela en gramos.
- **Peso seco de hoja bandera (PSHOJ):** de 5 tallos principales colectados se separaron las hojas bandera y las vainas y se secaron por 72 horas, posteriormente se pesaron y se obtuvo el promedio en gramos.
- **Espigas por metro cuadrado (ESPM2):** previo a la trilla, se contaron los tallos con espiga en 2 repeticiones representativas de 1 m lineal de dos surcos internos de cada parcela y se calculó el promedio.

- **Granos por espiga (GRESPE):** se colectaron 10 espigas al azar de cada parcela, se desgranaron individualmente y se contó el total de granos, posteriormente se obtuvo el promedio de granos por espiga.
- **Peso de granos por espiga (PGESP):** el total de granos de las 10 espigas se pesaron en gramos y se promedió su peso 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.
- **Rendimiento de grano (REND):** se estimó muestreando en la etapa de madurez para cosecha las plantas completas en un área de 0.18 m<sup>2</sup> (0.60 x 0.30) de un surco con competencia completa de cada parcela, se trillaron posteriormente, registrando el peso en gramos de cada parcela y se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- **Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF):** se estimó muestreando en la etapa de madurez fisiológica las plantas completas en un área de 0.18 m<sup>2</sup> (0.60 x 0.30) de un surco con competencia completa de cada parcela, separando posteriormente las hojas de cada muestra, secándolas y registrando su peso en gramos/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- **Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF):** se estimó muestreando en la etapa de madurez fisiológica las plantas completas en un área de 0.18 m<sup>2</sup> (0.60 x 0.30) de un surco con competencia completa de cada parcela, separando posteriormente los tallos de cada muestra, secándolos y registrando su peso en gramos/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.
- **Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESMF):** se estimó muestreando en la etapa de madurez fisiológica las plantas completas en un área de 0.18 m<sup>2</sup> (0.60 x 0.30) de un surco con competencia completa de cada parcela, separando posteriormente las espigas de cada muestra,

y sin trillarlas, se secaron y se registró su peso en gramos/parcela, el valor obtenido se transformó posteriormente a toneladas por hectárea.

- **Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF):** se determinó al sumar los pesos secos de hojas, tallos y espigas de cada muestra, posteriormente se transformó a toneladas/hectárea.
- **Índice de cosecha (IC):** se determinó como la relación entre el rendimiento de grano y el resto de la biomasa.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Análisis de varianza**

Los análisis de varianza individuales por ambiente reportaron diferencias estadísticas altamente significativas para la mayoría de las características estudiadas (Cuadros A1-A7). Los análisis de varianza combinados entre ambientes mostraron, en la totalidad de las variables, diferencias altamente significativas entre sí ( $P < .01$ ). Estas diferencias entre los ambientes, se debieron predominantemente al régimen de humedad aplicado (Cuadro 3.2), y causaron la mayor parte de la variación fenotípica observada. Los tratamientos también registraron diferencias altamente significativas entre sí, debido principalmente a diferencias en su hábito de crecimiento (Fox *et al.*, 1990), a excepción de la variable biomasa de hojas (BHOJMF) que no registró diferencias estadísticas, y contribuyeron de manera importante en la variación observada después de los ambientes. La interacción ambientes x tratamientos, aunque de menor magnitud que los efectos principales, también fue estadísticamente significativa ( $P < .01$ ) para todas las variables, a excepción de biomasa de hojas (BHOJMF). Los coeficientes de variación oscilaron entre 6.6 y 31.4 % (Cuadro 4.1a, b).

### **Prueba de comparación de medias entre ambientes**

La prueba de comparación de medias entre ambientes (Cuadro 4.2 a, b), mostró diferentes grupos estadísticos para cada una de las variables. La localidad de Zaragoza representada por los 3 primeros ambientes, registró los valores más altos para todas las variables, siendo el ambiente uno el de mayor valor en la mayoría de las variables, con excepción de la variable longitud de

aristas (LONARI), donde los valores más altos se registraron en el ambiente cuatro y siete de la localidad de Navidad N.L.; excepto para las variables anteriormente mencionadas, los ambientes de Navidad, N.L., (4-7) fueron los que registraron los menores promedios en la mayoría de las variables, debido principalmente al estrés hídrico aplicado. El comportamiento de las diferentes variables en los genotipos en los ambientes contrastantes de este estudio concuerda con lo reportado por diversos autores, que mencionan que el efecto del estrés de sequía sobre el crecimiento y fenología de los cereales depende de la etapa fenológica en la cual se encuentre la planta (Royo *et al.*, 2004); y de su duración e intensidad (Boyer, 1971; Giunta *et al.*, 1995; Blum, 1996; El Hafid *et al.*, 1998).

Para el rendimiento de grano (REND), se registraron 5 grupos diferentes estadísticamente, el ambiente uno registró el valor más alto ( $3.133 \text{ t ha}^{-1}$ ), superior en 275% al ambiente siete que registró el valor más bajo ( $0.835 \text{ t ha}^{-1}$ ). La biomasa de hojas (BHOJMF), registró cuatro grupos diferentes estadísticamente, el ambiente uno registró el valor más alto ( $2.864 \text{ t ha}^{-1}$ ), superior en 205% al ambiente siete que registró el valor más bajo ( $0.937 \text{ t ha}^{-1}$ ). La biomasa total (BTOTMF), registró 5 grupos diferentes estadísticamente, el ambiente 1 registró el valor más alto ( $21.868 \text{ t ha}^{-1}$ ), superior en 351% al ambiente 5, que registró el valor más bajo ( $4.844 \text{ t ha}^{-1}$ ). El comportamiento de los genotipos en estos contrastantes ambientes mostró así una drástica disminución al incrementarse la duración e intensidad del estrés hídrico.

### **Prueba de comparación de medias entre tratamientos combinados entre ambientes**

La prueba de comparación de medias entre los tratamientos (Cuadro 4.3, a, b), mostró diferencias estadísticas entre los genotipos en todas las variables a excepción de la variable biomasa de hojas a madurez fisiológicas (BHOJMF). Para biomasa de hojas (BHOJMF), la familia AN-61-2010, originada de la cruce AN-125 X ABT registró el valor más alto con  $2.151 \text{ t ha}^{-1}$ , superior en un 41% a la familia AN-55-2010, que registró  $1.521 \text{ t ha}^{-1}$ , como el valor más bajo. Para biomasa total (BTOTMF), la familia AN-82-2010, originada de la cruce AN-137 X

ABT registró el valor más alto con 14.677 t ha<sup>-1</sup>, superior en un 49% a la familia AN-42-2010 que registró 9.818 t ha<sup>-1</sup>, como el valor más bajo. Para el rendimiento de grano, el progenitor femenino AN-38, registró el valor más alto con 2.457 t ha<sup>-1</sup>, superior en un 84% a la familia AN-3-2010, que registró 1.335 t ha<sup>-1</sup>, como el valor más bajo.

**Cuadro 4.1a.** Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados entre ambientes para las variables evaluadas.

F.V	CUADRADOS MEDIOS									
	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP
Amb	6	43200.817**	88785.164**	2885.008**	279.356**	95.775**	13.901**	1554.981**	13.565**	19639.555**
Amb*Rep	14	223.295**	16.343**	53.550**	3.490**	0.924*	0.208**	8.774**	0.095**	77.702**
Trat	32	308.024**	183.079**	43.839**	5.120**	31.846**	0.397**	12.005**	0.222**	110.739**
Amb*Trat	192	67.090**	29.636**	9.837**	0.944**	1.128**	0.075**	4.319**	0.066**	46.945**
Error	448	42.245	3.569	8.273	0.520	0.479	0.049	2.645	0.031	30.116
Total	692									
Media General		85.51	133.077	31.858	10.926	2.843	1.210	10.316	1.232	40.195
C.V (%)		7.6	1.4	9.0	6.6	24.3	18.2	15.7	14.4	13.6

<sup>ns</sup> = no significativo; \* significativo al 5% ; \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculo (LONPED); Longitud de espiga (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculo (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP).

**Cuadro 4.1b.** Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinado entre ambientes para las variables evaluadas.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Amb	6	40.682**	2554.029**	90.957**	1766915.22**	77.322**	711.529**	1351.360**	5148.702**	24557.852**
Amb*Rep	14	0.180**	44.483**	0.797**	23939.38**	0.315 ns	2.031*	10.504**	18.856**	132.174**
Trat	32	0.288**	124.405**	1.517**	28988.58**	0.468 ns	6.655**	12.127**	28.476**	250.774**
Amb*Trat	192	0.088**	20.428**	0.444**	23970.49**	0.448**	2.741**	5.695**	16.737**	61.828**
Error	448	0.050	10.802	0.231	10584.09	0.326	1.004	2.724	7.375	31.256
Total	692									
Media General		1.327	31.557	1.784	480.200	1.816	4.346	5.762	11.926	38.317
C.V (%)		16.9	10.4	26.9	21.4	31.4	23.0	28.6	22.771	14.5

<sup>ns</sup> = no significativo; \* significativo al 5% ; \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; Peso de granos por espiga ;(PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Rendimiento de grano t ha<sup>-1</sup> (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica t ha<sup>-1</sup> (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica t ha<sup>-1</sup> (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica t ha<sup>-1</sup> (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica t ha<sup>-1</sup> ton ha<sup>-1</sup> (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro 4.2a.** Resultados de la prueba de comparación de medias por ambiente para las variables evaluadas.

AMBIENTE	Medias								
	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP
1	112.929 <sup>a</sup>	150.181 <sup>b</sup>	38.453 <sup>a</sup>	12.868 <sup>a</sup>	1.733 <sup>d</sup>	1.720 <sup>a</sup>	15.533 <sup>a</sup>	1.678 <sup>a</sup>	57.344 <sup>a</sup>
2	108.686 <sup>b</sup>	147.727 <sup>d</sup>	37.417 <sup>a</sup>	12.470 <sup>b</sup>	2.111 <sup>d</sup>	1.562 <sup>b</sup>	14.396 <sup>b</sup>	1.550 <sup>b</sup>	56.078 <sup>a</sup>
3	99.292 <sup>c</sup>	91.414 <sup>g</sup>	36.152 <sup>b</sup>	12.685 <sup>ab</sup>	1.595 <sup>d</sup>	1.522 <sup>b</sup>	13.444 <sup>c</sup>	1.626 <sup>a</sup>	51.359 <sup>b</sup>
4	69.747 <sup>e</sup>	174.585 <sup>a</sup>	26.997 <sup>d</sup>	9.851 <sup>c</sup>	3.779 <sup>a</sup>	0.936 <sup>c</sup>	8.251 <sup>d</sup>	1.051 <sup>c</sup>	29.282 <sup>c</sup>
5	60.959 <sup>f</sup>	149.383 <sup>c</sup>	24.987 <sup>e</sup>	8.850 <sup>d</sup>	3.372 <sup>b</sup>	0.803 <sup>d</sup>	6.312 <sup>f</sup>	0.811 <sup>e</sup>	24.559 <sup>d</sup>
6	73.282 <sup>d</sup>	110.060 <sup>e</sup>	29.342 <sup>c</sup>	9.956 <sup>c</sup>	3.618 <sup>ab</sup>	0.987 <sup>c</sup>	7.376 <sup>e</sup>	0.994 <sup>c</sup>	31.264 <sup>c</sup>
7	73.737 <sup>d</sup>	108.191 <sup>f</sup>	29.656 <sup>c</sup>	9.798 <sup>c</sup>	3.692 <sup>a</sup>	0.944 <sup>c</sup>	6.902 <sup>ef</sup>	0.916 <sup>d</sup>	31.480 <sup>c</sup>
Valor Tukey	2.736	4.188	1.210	0.303	0.291	0.093	0.684	0.074	2.310

\*\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales al nivel de probabilidad registrado, Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); 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 bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP).

**Cuadro 4.2b.** Resultados de la prueba de comparación de medias por ambiente para las variables evaluadas.

AMBIENTE	Medias								
	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
1	2.192 <sup>a</sup>	38.246 <sup>a</sup>	3.133 <sup>a</sup>	552.45 <sup>b</sup>	2.864 <sup>a</sup>	8.412 <sup>a</sup>	10.591 <sup>a</sup>	21.868 <sup>a</sup>	47.847 <sup>b</sup>
2	2.032 <sup>b</sup>	36.308 <sup>b</sup>	2.574 <sup>b</sup>	482.25 <sup>c</sup>	2.269 <sup>b</sup>	6.301 <sup>b</sup>	8.046 <sup>c</sup>	16.617 <sup>c</sup>	47.923 <sup>b</sup>
3	1.761 <sup>c</sup>	34.304 <sup>c</sup>	2.366 <sup>c</sup>	575.71 <sup>b</sup>	3.014 <sup>a</sup>	6.301 <sup>b</sup>	9.708 <sup>b</sup>	19.024 <sup>b</sup>	50.459 <sup>a</sup>
4	0.951 <sup>d</sup>	32.244 <sup>d</sup>	1.911 <sup>d</sup>	668.04 <sup>a</sup>	1.437 <sup>c</sup>	3.863 <sup>c</sup>	5.310 <sup>d</sup>	10.610 <sup>d</sup>	49.621 <sup>ab</sup>
5	0.719 <sup>f</sup>	28.366 <sup>e</sup>	0.798 <sup>e</sup>	457.99 <sup>c</sup>	1.093 <sup>d</sup>	1.779 <sup>d</sup>	1.971 <sup>e</sup>	4.844 <sup>e</sup>	40.964 <sup>c</sup>
6	0.846 <sup>e</sup>	26.446 <sup>f</sup>	0.867 <sup>e</sup>	293.75 <sup>d</sup>	1.101 <sup>d</sup>	1.934 <sup>d</sup>	2.415 <sup>e</sup>	5.452 <sup>e</sup>	16.070 <sup>d</sup>
7	0.790 <sup>ef</sup>	24.987 <sup>g</sup>	0.835 <sup>e</sup>	331.21 <sup>d</sup>	0.937 <sup>d</sup>	1.835 <sup>d</sup>	2.296 <sup>e</sup>	5.069 <sup>e</sup>	15.336 <sup>d</sup>
Valor Tukey	0.094	1.383	0.202	43.309	0.240	0.421	0.694	1.143	2.353

\*\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales al nivel de probabilidad registrado, Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Rendimiento t ha<sup>-1</sup> (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro 4.3a.** Resultados de la prueba de comparación de medias entre variedades del análisis combinado entre ambientes.

FAMILIAS	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP
AN-2-2010	89.048 <sup>abcd</sup>	132.619 <sup>ghij</sup>	32.390 <sup>bcd</sup>	10.303 <sup>fg</sup>	2.471 <sup>ghi</sup>	1.033 <sup>efg</sup>	9.266 <sup>def</sup>	1.161 <sup>cdef</sup>	40.086 <sup>abcd</sup>
AN-3-2010	88.810 <sup>abcd</sup>	131.571 <sup>ijklm</sup>	33.674 <sup>abc</sup>	10.608 <sup>def</sup>	3.193 <sup>efg</sup>	1.242 <sup>bcdef</sup>	10.442 <sup>abcdef</sup>	1.276 <sup>abcde</sup>	37.348 <sup>cd</sup>
AN-8-2010	84.286 <sup>abcdefg</sup>	132.333 <sup>hijklm</sup>	29.888 <sup>de</sup>	10.453 <sup>efg</sup>	2.706 <sup>fgh</sup>	1.004 <sup>fg</sup>	10.919 <sup>abcde</sup>	1.161 <sup>cdef</sup>	39.276 <sup>bcd</sup>
AN-12-2010	89.286 <sup>abcd</sup>	134.571 <sup>cdefg</sup>	30.981 <sup>cde</sup>	11.718 <sup>ab</sup>	3.871 <sup>cde</sup>	1.214 <sup>bcdefg</sup>	10.904 <sup>abcde</sup>	1.371 <sup>ab</sup>	46.310 <sup>a</sup>
AN-13-2010	81.667 <sup>defgh</sup>	134.381 <sup>cdefgh</sup>	31.824 <sup>cde</sup>	11.462 <sup>abc</sup>	2.103 <sup>lhijkl</sup>	1.285 <sup>abcde</sup>	10.481 <sup>abcdef</sup>	1.285 <sup>abcde</sup>	41.167 <sup>abcd</sup>
AN-24-210	85.000 <sup>abcdefg</sup>	133.476 <sup>defghi</sup>	30.649 <sup>cde</sup>	10.860 <sup>cdef</sup>	2.591 <sup>ghi</sup>	1.152 <sup>defg</sup>	10.400 <sup>abcdef</sup>	1.271 <sup>abcde</sup>	42.733 <sup>abcd</sup>
AN-28-2010	85.952 <sup>abcdefg</sup>	135.333 <sup>cde</sup>	32.572 <sup>bcd</sup>	11.403 <sup>abcd</sup>	1.403 <sup>jkl</sup>	1.195 <sup>bcdefg</sup>	10.266 <sup>abcdef</sup>	1.223 <sup>bcdef</sup>	40.348 <sup>abcd</sup>
AN-31-2010	90.381 <sup>abc</sup>	132.476 <sup>ghijkl</sup>	28.984 <sup>e</sup>	11.291 <sup>abcde</sup>	4.677 <sup>abc</sup>	1.123 <sup>defg</sup>	10.595 <sup>abcdef</sup>	1.285 <sup>abcde</sup>	38.524 <sup>bcd</sup>
AN-33-2010	83.190 <sup>cdefgh</sup>	130.524 <sup>lmnk</sup>	31.585 <sup>cde</sup>	11.323 <sup>abcd</sup>	2.014 <sup>hijkl</sup>	1.376 <sup>abcd</sup>	11.147 <sup>abcd</sup>	1.295 <sup>abcd</sup>	43.152 <sup>abc</sup>
AN-34-2010	85.476 <sup>abcdefg</sup>	133.191 <sup>efghi</sup>	32.707 <sup>bcd</sup>	11.501 <sup>abc</sup>	1.287 <sup>l</sup>	1.266 <sup>bcde</sup>	10.719 <sup>abcdef</sup>	1.280 <sup>abcde</sup>	41.900 <sup>abcd</sup>
AN-39-2010	84.762 <sup>abcdefg</sup>	133.286 <sup>efghi</sup>	31.959 <sup>bode</sup>	10.683 <sup>cdef</sup>	2.468 <sup>ghi</sup>	1.252 <sup>bcdef</sup>	9.8762 <sup>abcdef</sup>	1.209 <sup>bcdef</sup>	38.900 <sup>bcd</sup>
AN-42-2010	80.000 <sup>fgh</sup>	134.667 <sup>cdefg</sup>	30.656 <sup>dce</sup>	10.818 <sup>cdef</sup>	1.470 <sup>jkl</sup>	1.042 <sup>efg</sup>	10.009 <sup>abcdef</sup>	1.133 <sup>def</sup>	42.757 <sup>abc</sup>
AN-49-2010	85.714 <sup>abcdefg</sup>	133.619 <sup>defghi</sup>	30.723 <sup>dce</sup>	10.946 <sup>bodef</sup>	1.804 <sup>ijkl</sup>	1.109 <sup>efg</sup>	9.542 <sup>cdef</sup>	1.228 <sup>bcdef</sup>	41.114 <sup>abcd</sup>
AN-50-2010	88.095 <sup>abcde</sup>	136.524 <sup>bc</sup>	31.004 <sup>dce</sup>	11.163 <sup>abcde</sup>	2.071 <sup>hijkl</sup>	1.133 <sup>defg</sup>	9.933 <sup>abcdef</sup>	1.347 <sup>abc</sup>	39.619 <sup>bcd</sup>
AN-55-2010	89.571 <sup>abc</sup>	134.286 <sup>defgh</sup>	30.495 <sup>dce</sup>	10.911 <sup>bcdef</sup>	1.441 <sup>jkl</sup>	0.957 <sup>g</sup>	10.166 <sup>abcdef</sup>	1.195 <sup>bcdef</sup>	40.910 <sup>abcd</sup>
AN-60-2010	90.476 <sup>abc</sup>	135.476 <sup>bcd</sup>	31.454 <sup>dce</sup>	10.920 <sup>bcdef</sup>	1.352 <sup>kl</sup>	1.061 <sup>efg</sup>	9.781 <sup>abcdef</sup>	1.214 <sup>bcdef</sup>	39.905 <sup>abcd</sup>
AN-61-2010	91.905 <sup>a</sup>	133.000 <sup>ghij</sup>	32.131 <sup>bode</sup>	11.421 <sup>abcd</sup>	2.630 <sup>fgh</sup>	1.266 <sup>bcde</sup>	10.881 <sup>abcde</sup>	1.266 <sup>abcde</sup>	39.638 <sup>bcd</sup>
AN-65-2010	85.000 <sup>abcdefg</sup>	135.333 <sup>cde</sup>	32.545 <sup>bcd</sup>	11.275 <sup>abcde</sup>	3.126 <sup>efg</sup>	1.157 <sup>defg</sup>	10.238 <sup>abcdef</sup>	1.276 <sup>abcde</sup>	40.367 <sup>abcd</sup>
AN-80-2010	81.667 <sup>defgh</sup>	134.238 <sup>defgh</sup>	30.118 <sup>de</sup>	11.252 <sup>abcde</sup>	2.196 <sup>hij</sup>	1.133 <sup>defg</sup>	9.352 <sup>def</sup>	1.200 <sup>bcdef</sup>	36.986 <sup>cd</sup>
AN-82-2010	90.714 <sup>abc</sup>	135.238 <sup>cde</sup>	31.761 <sup>cde</sup>	11.370 <sup>abcd</sup>	3.412 <sup>def</sup>	1.147 <sup>defg</sup>	10.757 <sup>abcdef</sup>	1.290 <sup>abcde</sup>	37.667 <sup>cd</sup>
AN-83-2010	87.143 <sup>abcdef</sup>	135.476 <sup>bcd</sup>	32.180 <sup>bode</sup>	10.661 <sup>cdef</sup>	3.254 <sup>efg</sup>	1.271 <sup>bcde</sup>	9.900 <sup>abcdef</sup>	1.442 <sup>a</sup>	37.176 <sup>cd</sup>
AN-90-2010	83.810 <sup>bcddefg</sup>	134.238 <sup>defgh</sup>	31.899 <sup>dce</sup>	10.175 <sup>fg</sup>	2.154 <sup>hijk</sup>	1.090 <sup>efg</sup>	8.861 <sup>f</sup>	1.028 <sup>f</sup>	38.810 <sup>bcd</sup>
AN-101-2010	86.190 <sup>abcdefg</sup>	137.667 <sup>ab</sup>	33.004 <sup>abcd</sup>	10.576 <sup>defg</sup>	2.040 <sup>hijkl</sup>	1.223 <sup>bcdef</sup>	9.109 <sup>ef</sup>	1.166 <sup>bcdef</sup>	41.390 <sup>abcd</sup>
AN-102-2010	88.095 <sup>abcde</sup>	134.810 <sup>cdef</sup>	33.777 <sup>abc</sup>	9.729 <sup>g</sup>	2.518 <sup>ghi</sup>	1.238 <sup>bcdef</sup>	9.133 <sup>ef</sup>	1.157 <sup>cdef</sup>	38.086 <sup>bcd</sup>
AN-107-2010	85.238 <sup>abcdefg</sup>	130.191 <sup>no</sup>	31.624 <sup>dce</sup>	11.851 <sup>a</sup>	1.343 <sup>kl</sup>	1.538 <sup>a</sup>	11.457 <sup>abc</sup>	1.442 <sup>a</sup>	41.000 <sup>abcd</sup>
AN-123-2010	91.143 <sup>ab</sup>	132.571 <sup>ghijk</sup>	35.311 <sup>ab</sup>	11.241 <sup>abcde</sup>	4.783 <sup>ab</sup>	1.423 <sup>abc</sup>	11.600 <sup>a</sup>	1.328 <sup>abcd</sup>	36.267 <sup>d</sup>
AN-123 ♀	77.857 <sup>h</sup>	126.191 <sup>q</sup>	32.505 <sup>bcd</sup>	10.672 <sup>cdef</sup>	4.561 <sup>b c</sup>	1.447 <sup>ab</sup>	11.595 <sup>a</sup>	1.200 <sup>bcdef</sup>	43.267 <sup>abc</sup>
AN-125 ♀	79.048 <sup>gh</sup>	128.667 <sup>nop</sup>	31.067 <sup>dce</sup>	10.138 <sup>fg</sup>	4.659 <sup>abc</sup>	1.152 <sup>defg</sup>	9.619 <sup>bcd</sup>	1.057 <sup>f</sup>	39.429 <sup>bcd</sup>
AN-137 ♀	80.952 <sup>efgh</sup>	128.238 <sup>pq</sup>	31.463 <sup>dce</sup>	10.243 <sup>fg</sup>	4.563 <sup>bc</sup>	1.185 <sup>cdefg</sup>	10.519 <sup>abcdef</sup>	1.042 <sup>f</sup>	40.676 <sup>abcd</sup>
AN-38 ♀	80.476 <sup>efgh</sup>	130.905 <sup>ijklm</sup>	32.172 <sup>bode</sup>	10.776 <sup>cdef</sup>	4.470 <sup>bc</sup>	1.423 <sup>abc</sup>	11.504 <sup>ab</sup>	1.266 <sup>abcde</sup>	41.881 <sup>abcd</sup>
AN-105 ♀	79.762 <sup>fgh</sup>	130.333 <sup>lmno</sup>	30.887 <sup>dce</sup>	10.691 <sup>cdef</sup>	5.458 <sup>a</sup>	1.266 <sup>bcde</sup>	10.538 <sup>abcdef</sup>	1.138 <sup>def</sup>	37.690 <sup>cd</sup>
Eronga 83 ♀	85.714 <sup>abcdefg</sup>	126.571 <sup>pq</sup>	36.175 <sup>a</sup>	10.814 <sup>cdef</sup>	4.124 <sup>bcd</sup>	1.423 <sup>abc</sup>	11.152 <sup>abcd</sup>	1.085 <sup>ef</sup>	44.181 <sup>ab</sup>
ABT ♂	85.714 <sup>abcdefg</sup>	139.571 <sup>a</sup>	31.141 <sup>dce</sup>	11.298 <sup>abcde</sup>	1.602 <sup>jkl</sup>	1.119 <sup>defg</sup>	9.776 <sup>abcdef</sup>	1.347 <sup>abc</sup>	37.905 <sup>bcd</sup>
Valor Tukey	7.664		3.391	0.850	0.816	0.261	1.918	0.209	6.471

\*\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales al nivel de probabilidad registrado, Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP).



**Cuadro 4.3b.** Resultados de la prueba de comparación de medias entre variedades del análisis combinado entre ambientes.

FAMILIAS	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
AN-2-2010	1.191 <sup>ef</sup>	28.529 <sup>h</sup>	1.797 <sup>bcdef</sup>	548.05 <sup>a</sup>	1.847 <sup>a</sup>	4.736 <sup>abcde</sup>	5.839 <sup>abcdef</sup>	12.423 <sup>abcd</sup>	36.071 <sup>defghij</sup>
AN-3-2010	1.306 <sup>bcdef</sup>	32.895 <sup>cdef</sup>	1.335 <sup>f</sup>	439.19 <sup>abc</sup>	1.891 <sup>a</sup>	4.328 <sup>bdefg</sup>	5.215 <sup>abcdefg</sup>	11.435 <sup>bcd</sup>	36.257 <sup>defghij</sup>
AN-8-2010	1.387 <sup>bcdef</sup>	33.395 <sup>bode</sup>	1.675 <sup>cdef</sup>	443.81 <sup>abc</sup>	1.845 <sup>a</sup>	3.941 <sup>cdefg</sup>	5.490 <sup>abcdefg</sup>	11.276 <sup>bcd</sup>	40.590 <sup>abcdefg</sup>
AN-12-2010	1.450 <sup>abcde</sup>	29.095 <sup>fgh</sup>	1.751 <sup>cdef</sup>	462.90 <sup>abc</sup>	1.793 <sup>a</sup>	4.974 <sup>abc</sup>	7.077 <sup>ab</sup>	13.845 <sup>ab</sup>	40.405 <sup>abcdefg</sup>
AN-13-2010	1.279 <sup>cdef</sup>	28.510 <sup>h</sup>	1.869 <sup>bdef</sup>	485.76 <sup>abc</sup>	2.004 <sup>a</sup>	3.858 <sup>cdefg</sup>	6.535 <sup>abcde</sup>	12.398 <sup>abcd</sup>	39.124 <sup>cdefghi</sup>
AN-24-210	1.444 <sup>abcde</sup>	32.705 <sup>cdef</sup>	1.849 <sup>bdef</sup>	529.52 <sup>abc</sup>	1.842 <sup>a</sup>	4.827 <sup>abcd</sup>	6.416 <sup>abcdef</sup>	13.087 <sup>abc</sup>	40.352 <sup>abcdefg</sup>
AN-28-2010	1.281 <sup>cdef</sup>	29.338 <sup>fgh</sup>	1.879 <sup>bdef</sup>	445.38 <sup>abc</sup>	2.002 <sup>a</sup>	4.189 <sup>bcddefg</sup>	5.558 <sup>abcdefg</sup>	11.750 <sup>abcd</sup>	36.419 <sup>defghij</sup>
AN-31-2010	1.210 <sup>def</sup>	30.410 <sup>efgh</sup>	1.817 <sup>bdef</sup>	541.62 <sup>abc</sup>	1.877 <sup>a</sup>	5.235 <sup>ab</sup>	6.704 <sup>abcd</sup>	13.818 <sup>ab</sup>	37.271 <sup>cdefghij</sup>
AN-33-2010	1.431 <sup>abcde</sup>	31.114 <sup>efgh</sup>	1.657 <sup>cdef</sup>	447.67 <sup>abc</sup>	1.592 <sup>a</sup>	3.610 <sup>efg</sup>	5.311 <sup>abcdefg</sup>	10.514 <sup>cd</sup>	41.190 <sup>abcdef</sup>
AN-34-2010	1.381 <sup>bcdef</sup>	31.105 <sup>efgh</sup>	1.874 <sup>bdef</sup>	424.71 <sup>bc</sup>	1.831 <sup>a</sup>	3.732 <sup>defg</sup>	5.139 <sup>bcddefg</sup>	10.702 <sup>bcd</sup>	40.176 <sup>abcdefg</sup>
AN-39-2010	1.288 <sup>cdef</sup>	31.552 <sup>defgh</sup>	1.680 <sup>cdef</sup>	452.71 <sup>abc</sup>	1.800 <sup>a</sup>	3.870 <sup>cdefg</sup>	4.730 <sup>efg</sup>	10.402 <sup>cd</sup>	35.919 <sup>defghij</sup>
AN-42-2010	1.310 <sup>bcdef</sup>	29.138 <sup>fgh</sup>	1.805 <sup>bdef</sup>	453.48 <sup>abc</sup>	1.798 <sup>a</sup>	3.543 <sup>fg</sup>	4.475 <sup>fg</sup>	9.817 <sup>d</sup>	35.495 <sup>efghij</sup>
AN-49-2010	1.276 <sup>cdef</sup>	30.324 <sup>efgh</sup>	1.710 <sup>cdef</sup>	524.38 <sup>abc</sup>	1.932 <sup>a</sup>	4.647 <sup>abcdef</sup>	5.815 <sup>abcdefg</sup>	12.395 <sup>abcd</sup>	37.490 <sup>cdefghij</sup>
AN-50-2010	1.187 <sup>ef</sup>	29.352 <sup>fgh</sup>	1.398 <sup>f</sup>	461.81 <sup>abc</sup>	1.740 <sup>a</sup>	4.751 <sup>abcde</sup>	6.441 <sup>abcde</sup>	12.932 <sup>abcd</sup>	35.676 <sup>efghij</sup>
AN-55-2010	1.292 <sup>cdef</sup>	30.538 <sup>efgh</sup>	1.401 <sup>f</sup>	487.57 <sup>abc</sup>	1.521 <sup>a</sup>	3.902 <sup>cdefg</sup>	5.321 <sup>abcdefg</sup>	10.744 <sup>bcd</sup>	39.076 <sup>cdefghi</sup>
AN-60-2010	1.305 <sup>bcdef</sup>	31.205 <sup>efgh</sup>	1.500 <sup>ef</sup>	458.38 <sup>abc</sup>	1.679 <sup>a</sup>	4.500 <sup>bcddef</sup>	5.975 <sup>abcdefg</sup>	12.155 <sup>abcd</sup>	37.895 <sup>cdefghij</sup>
AN-61-2010	1.464 <sup>abcd</sup>	35.305 <sup>abcd</sup>	1.718 <sup>cdef</sup>	509.67 <sup>abc</sup>	2.151 <sup>a</sup>	4.915 <sup>abc</sup>	5.720 <sup>abcdefg</sup>	12.787 <sup>abcd</sup>	36.067 <sup>defghij</sup>
AN-65-2010	1.274 <sup>cdef</sup>	30.414 <sup>efgh</sup>	1.840 <sup>bdef</sup>	512.48 <sup>abc</sup>	1.696 <sup>a</sup>	4.440 <sup>bcddefg</sup>	5.939 <sup>abcdefg</sup>	12.075 <sup>abcd</sup>	39.833 <sup>bcddefg</sup>
AN-80-2010	1.163 <sup>f</sup>	30.467 <sup>efgh</sup>	1.587 <sup>def</sup>	513.33 <sup>abc</sup>	1.809 <sup>a</sup>	4.792 <sup>abcd</sup>	6.186 <sup>abcdef</sup>	12.788 <sup>abcd</sup>	35.862 <sup>defghij</sup>
AN-82-2010	1.386 <sup>bcdef</sup>	35.443 <sup>abc</sup>	2.014 <sup>abcde</sup>	526.33 <sup>abc</sup>	1.836 <sup>a</sup>	5.726 <sup>a</sup>	7.115 <sup>a</sup>	14.677 <sup>a</sup>	38.614 <sup>cdefghij</sup>
AN-83-2010	1.209 <sup>def</sup>	31.286 <sup>efgh</sup>	1.514 <sup>ef</sup>	509.05 <sup>abc</sup>	1.605 <sup>a</sup>	4.512 <sup>bcddef</sup>	6.283 <sup>abcdef</sup>	12.401 <sup>abcd</sup>	38.452 <sup>cdefghij</sup>
AN-90-2010	1.195 <sup>ef</sup>	28.633 <sup>gh</sup>	1.421 <sup>f</sup>	495.81 <sup>abc</sup>	1.799 <sup>a</sup>	4.144 <sup>bcddefg</sup>	4.643 <sup>efg</sup>	10.587 <sup>cd</sup>	34.790 <sup>fghij</sup>
AN-101-2010	1.306 <sup>bcdef</sup>	30.062 <sup>efgh</sup>	1.665 <sup>cdef</sup>	476.43 <sup>abc</sup>	1.899 <sup>a</sup>	5.248 <sup>ab</sup>	5.577 <sup>abcdefg</sup>	12.724 <sup>abcd</sup>	32.205 <sup>j</sup>
AN-102-2010	1.290 <sup>cdef</sup>	32.657 <sup>cdef</sup>	1.687 <sup>cdef</sup>	493.62 <sup>abc</sup>	2.000 <sup>a</sup>	4.822 <sup>abcd</sup>	5.333 <sup>abcdefg</sup>	12.156 <sup>abcd</sup>	34.362 <sup>ghij</sup>
AN-107-2010	1.222 <sup>def</sup>	29.510 <sup>fgh</sup>	1.893 <sup>abcdef</sup>	434.90 <sup>abc</sup>	2.125 <sup>a</sup>	4.268 <sup>bcddefg</sup>	4.093 <sup>g</sup>	10.487 <sup>cd</sup>	32.757 <sup>ij</sup>
AN-123-2010	1.494 <sup>abc</sup>	37.624 <sup>a</sup>	1.990 <sup>abcde</sup>	438.10 <sup>abc</sup>	1.866 <sup>a</sup>	4.036 <sup>cdefg</sup>	5.815 <sup>abcdefg</sup>	11.717 <sup>abcd</sup>	41.581 <sup>abcde</sup>
AN-123 ♀	1.566 <sup>ab</sup>	35.305 <sup>abcd</sup>	2.222 <sup>abc</sup>	470.71 <sup>abc</sup>	1.588 <sup>a</sup>	3.664 <sup>defg</sup>	6.511 <sup>abcde</sup>	11.764 <sup>abcd</sup>	46.576 <sup>a</sup>
AN-125 ♀	1.269 <sup>cdef</sup>	31.186 <sup>efgh</sup>	2.103 <sup>abcd</sup>	545.38 <sup>ab</sup>	1.802 <sup>a</sup>	3.893 <sup>cdefg</sup>	5.688 <sup>abcdefg</sup>	11.384 <sup>bcd</sup>	42.452 <sup>abcd</sup>
AN-137 ♀	1.356 <sup>bcdef</sup>	32.190 <sup>cdefgh</sup>	2.019 <sup>abcde</sup>	509.81 <sup>abc</sup>	1.637 <sup>a</sup>	3.834 <sup>cdefg</sup>	6.421 <sup>abcdef</sup>	11.894 <sup>abcd</sup>	43.752 <sup>abc</sup>
AN-38 ♀	1.385 <sup>bcdef</sup>	32.495 <sup>cdefg</sup>	2.457 <sup>a</sup>	474.95 <sup>abc</sup>	1.951 <sup>a</sup>	4.778 <sup>abcde</sup>	6.172 <sup>abcdef</sup>	12.902 <sup>abcd</sup>	39.167 <sup>cdefghi</sup>
AN-105 ♀	1.310 <sup>bcdef</sup>	33.667 <sup>bode</sup>	1.996 <sup>abcde</sup>	422.43 <sup>c</sup>	1.732 <sup>a</sup>	3.309 <sup>g</sup>	4.904 <sup>cdefg</sup>	9.947 <sup>cd</sup>	39.286 <sup>cdefghi</sup>
Eronga 83 ♀	1.683 <sup>a</sup>	36.843 <sup>ab</sup>	2.326 <sup>ab</sup>	461.52 <sup>abc</sup>	1.627 <sup>a</sup>	4.208 <sup>bcddefg</sup>	6.837 <sup>abc</sup>	12.673 <sup>abcd</sup>	45.957 <sup>ab</sup>
ABT ♂	1.207 <sup>def</sup>	29.114 <sup>fgh</sup>	1.414 <sup>f</sup>	445.14 <sup>abc</sup>	1.825 <sup>a</sup>	4.200 <sup>bcddefg</sup>	4.886 <sup>defg</sup>	10.911 <sup>bcd</sup>	33.357 <sup>hij</sup>
Valor Tukey	0.265	3.875	0.566	121.32	0.673	1.181	1.946	3.202	6.592

\*\* Tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales al nivel de probabilidad registrado, Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

### **Frecuencia de genotipos transgresivos para características morfológicas y componentes de rendimiento:**

En la figura 4.1, para la variable longitud de pedúnculo (LONPED), la cruza AN-105 x ABT mostró en promedio de los siete ambientes 100% de transgresión positiva, dado que esta cruza estuvo representada por una sola familia (AN-123-2010) su porcentaje de transgresión varió entre 1.2 y 21.8% en los 7 ambientes; la cruza AN-38 x ABT, representada por 3 familias, mostró en promedio de los siete ambientes 62% de familias transgresivas, donde las familias AN-101-2010 y AN-102-2010 mostraron transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 0.3% y 36.4%. El ambiente que mostró mayor número de familias transgresivas positivas para este carácter fue el ambiente cuatro, con 19 familias y el que menos familias transgresivas positivas registró fue el ambiente cuatro, con 4 familias.

Para la variable longitud de espiga (LONESP) la cruza AN-125 x ABT mostró en promedio 74% de transgresivos positivos, donde las familias AN-50-2010, AN-55-2010 y AN-61-2010 registraron transgresión en seis ambientes, variando entre 0.4% y 26%. La cruza AN-137 x ABT registró en promedio 54% de familias transgresivas; la familia AN-82-210 reportó transgresión positiva en seis ambientes, variando de 4.9% a 14.10%. La cruza AN-123 x ABT registró en promedio de los siete ambientes un 51% de familias transgresivas donde la familia AN-34-2010 mostró transgresión positiva en seis de los ambientes variando entre 1.1% y 18.0%. El ambiente que más familias transgresivas positivas registró fue cuatro (Navidad, N.L.) y el que menos presentó fue el ambiente seis.

Para la variable longitud de aristas (LONARI), únicamente las cruzas AN-123 xABT, AN-137 xABT y AN-105 x ABT mostraron transgresivos positivos en 6%, 4% y 14% en promedio de los ambientes. La familia AN-31-2010, de la cruza AN-123 x ABT mostró transgresión positiva en 4 de los ambientes variando entre 3.6% y 33.7%. Los ambientes únicamente registraron una familia transgresiva positiva a excepción del ambiente siete (Navidad, N.L.), que no registró ninguna familia transgresiva positiva.

En la figura 4.2, se observa que para la variable peso seco de pedúnculo (PSPED) la cruza AN-105 x ABT mostró un 85% de familias con transgresión positiva en los siete ambientes; representado por una sola familia (AN-123-2010), mantuvo transgresión positiva en seis de los ambientes, variando entre 8% y 18.3%. La familia AN-107-2010, originada de la cruza AN-38 x ABT registró transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 3% y 29%. El ambiente que más familias transgresivas registró para esta variable fue el ambiente 4 de Navidad, N.L., con 13 familias y los que menos familias transgresivas registraron fueron los ambientes tres, cinco y seis, con cuatro familias.

Para peso seco de espigas (PSESP) la cruza AN-123 x ABT mostró un 71% de transgresión positiva en promedio de los siete ambientes. La familia AN-123-2010 mantuvo transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 1% y 34%. La cruza AN-125 x ABT mostró 57% de familias transgresivas; la familia AN-55-2010, registró transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 2% y 45%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente cuatro con 15 familias y los que presentaron menor porcentaje de familias transgresivas fueron los ambientes 2 y 6.

Para el peso seco de hoja bandera (PSHOJ), la cruza AN-125 x ABT mostró 62% de familias transgresivas positivas, donde sus familias AN-50-2010, AN-55-2010 y AN-60-2010 mostraron transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 3% y 45%. La cruza AN-137 x ABT mostró en promedio de los siete ambientes 61% de transgresivos positivos; la familia AN-83-2010 registró transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 2% y 62%. Los ambientes que más familias transgresivas registraron para este carácter fueron los ambientes 2 y 3 con 20 familias y el ambiente que menos registró fue el ambiente 6 con solo una familia.

En la figura 4.3, se observa que para peso de granos por espiga (PGESP), la cruza AN-105 x ABT mostró en promedio de todos los ambientes un 71 % de transgresión positiva, representada por una familia (AN-123-2010) variando entre 10% y 41%. El ambiente que más familias transgresivas registró

fue el ambiente 1, con 20 familias y el ambiente que menos familias registró fue el ambiente 5, con 2 familias.

Para la variable días a madurez fisiológica (MF), ninguna cruce presentó en sus familias transgresión positiva, sin embargo, como la comparación se realizó con el progenitor más tardío que correspondió al progenitor masculino ABT, de hábito invernal, las familias mostraron en general un ciclo de vida más corto, lo cual es ventajoso, particularmente en los ambientes sujetos a estrés hídrico. A este respecto, Cattivelli *et al.* (1994), señalan que 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

Para la variable peso de mil granos (P1000G), la cruce AN-125 x ABT mostró un 40% de transgresivos positivos; la familia AN-61-2010 registró transgresión positiva en seis ambientes variando entre 4% y 39% en los diferentes ambientes. La familia AN-82-2010, originada de la cruce AN-137 x ABT registró transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 11% y 21%. La familia AN-123-210 de la cruce AN-105 x ABT registró transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 1% y 22% dependiendo del ambiente. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente 4 con 16 familias y el que menos registró fue el ambiente 7 con una sola familia.

En la figura 4.4, se observa que para la variable espigas por metro cuadrado (ESPM2), la cruce AN-137 x ABT mostró en promedio 54% de transgresivos positivos en los siete ambientes y la familia AN-80-2010 registró transgresión positiva en cinco de los ambientes, variando entre 3% y 55%. Las familias AN-24-2010, originada de la cruce AN-123 x ABT y las familias AN-61-

2010, originada de la cruza AN-125 x ABT y AN-65-2010, originada de la cruza Eronga x ABT y AN-82-2010, de la cruza AN-137 x ABT registraron transgresión positiva en cuatro ambientes, variando entre 4% y 57%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente uno con 21 familias y el ambiente 7 no registró ninguna familia transgresiva positiva.

Para la variable granos por espiga (GRESPE), la cruza AN-125 x ABT mostró en promedio 52% de transgresivos positivos; la familia AN-49-2010 registró transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 3% y 15% y las familias AN-42-2010 y AN-55-2010, originadas de esta misma cruza registraron transgresión positiva en cuatro ambientes, variando entre 5% y 57%. La familia AN-12-2010, originada de la cruza AN-123 x ABT y la familia AN-101-2010, originada de la cruza AN-38 x ABT registraron transgresión positiva en cuatro ambientes, variando entre 1% y 29%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente uno con 19 familias y el que menos registró fue el ambiente cinco con dos familias.

Para el índice de cosecha (IC), la cruza AN-105 x ABT mostró en promedio de los siete ambientes 71% de transgresión positiva, representada por una sola familia (AN-123-2010); esta registró transgresión positiva en cinco ambientes variando entre 1% y 32%. La cruza AN-125 x ABT mostró 29% de transgresivos positivos en promedio de los siete ambientes donde sus familias AN-55-2010 y AN-60-2010 registraron transgresión positiva en tres ambientes variando entre 2% y 22%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente cuatro con 8 familias y el ambiente uno no registró ninguna familia.

En la figura 4.5, se muestra en promedio de los siete ambientes, para la variable altura (ALT) a la cruza AN-123 x ABT que registró un 44% de familias transgresivas; la familia AN-31-2010 registró transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 2% y 16%. La familia AN-61-2010, de la cruza AN-125 x ABT registró transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 2% y 17%. El ambiente que más familias transgresivas positivas registró fue el

ambiente siete con 18 familias y el que menos registró fue el ambiente seis con 2 familias.

Para la biomasa de tallos (BTAMF), en promedio de los siete ambientes, la cruce AN-123 x ABT registró 61% de familias transgresivas positivas, donde sus familias AN-2-2010, AN-8-2010, AN-24-2010, AN-31-2010 y AN-39-2010 registraron transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 5% y 83% de transgresión en los ambientes. Las familias AN-82-20, originada de la cruce AN-137 xABT y la familia AN-123-2010, originada de la cruce AN-105 xABT registraron también transgresión positiva en cinco ambientes, variando entre 15% y 114%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente tres con 24 familias y el ambiente siete no registró ninguna familia.

Para la variable biomasa de espigas (BESMF), la cruce AN-105 x ABT mostró en promedio un 57% de transgresión positiva, representada por una sola familia (AN-123-2010) que registró transgresión positiva en cuatro ambientes variando, entre 25% y 42%. La familia AN-101-2010 originada de la cruce AN-38 x ABT, la familia AN-61-2010, originada de la cruce AN-125 x ABT y la familia AN-12-2010, originada de la cruce AN-123 x ABT registraron también transgresión positiva en cuatro ambientes, variando entre 3% y 51%. El ambiente que más familias transgresivas registró fue el ambiente 4, con 20 familias y el ambiente siete no registró ninguna familia.

Al observar las figuras en todas las variables, se observa que los ambientes cinco, seis y siete (con estrés hídrico severo), registraron menos porcentaje de transgresivos positivos, sin embargo, se encontraron familias transgresivas positivas para algunas variables, por lo que es posible encontrar genotipos que muestren transgresión positiva en ambientes con estrés de humedad, concordando con Rieseberg (1997), que señala que las progenies de la cruce de dos especies de girasol mostraron mayor tolerancia al estrés que sus progenitores en ambientes con estrés de humedad.

### **Analisis de correlaciones fenotípicas por ambiente**

En el ambiente 1, (cuadro A.8), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables biomasa total (BTOTMF) y espigas por metro

cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF), que varió de 0.83 y 0.93. Las variables longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espiga (LONESP) mostraron correlación positiva significativa con sus respectivos pesos y con peso seco de hoja bandera (PSHOJ) variando de 0.51 y 0.77. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva significativa de 0.54 con granos por espiga (GRESP) y de 0.64 con peso de mil granos (P1000G).

Las variables que registraron una mayor correlación positiva y significativa con rendimiento de grano (REND), en un rango entre 0.20 y 0.27 fueron peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP) y biomasa de hojas (BHOJMF). Las variables que mostraron mayor correlación positiva y significativa con biomasa de hojas (BHOJMF), en un rango entre 0.32 y 0.41 fueron: espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF), biomasa total (BTOTMF). Con el índice de cosecha (IC), mostró correlación negativa de 0.42. Las variables espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF), registraron una correlación positiva y significativa entre 0.83 y 0.93 con la variable biomasa total (BTOTMF).

En el ambiente 2 (cuadro A.9), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables biomasa total (BTOTMF), espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF), biomasa de espigas (BESMF), variando de 0.61 y 0.90. Biomasa de espigas mostró una correlación de 0.73 con índice de cosecha (IC). Las variables longitud de pedúnculo (LONPED) y longitud de espiga (LONESP) mostraron correlación positiva significativa con sus respectivos pesos y con peso seco de hoja bandera (PSHOJ) que varió de 0.52 y 0.66. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva significativa de 0.57 con granos por espiga (GRESP) y de 0.75 con peso de mil granos (P1000G).

Las variables longitud de pedúnculo (LONPED), peso seco de pedúnculos (PSPED), peso seco de espigas (PSESP), biomasa de espigas (BESMF) e índice de cosecha (IC), registraron una correlación positiva y

significativa entre (0.33 y 0.37) con la variable rendimiento de grano (REND). Las variables longitud de pedúnculo (LONPED), espigas por metro cuadrado (ESPM2) y biomasa total (BTOTMF) mostraron una correlación positiva significativa de 0.21 con biomasa de hojas (BHOJMF). En biomasa total (BTOTMF), las variables que mayor correlación positiva significativa mostraron (entre 0.61 y 0.90), fueron espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF).

En el ambiente 3 (cuadro A.10), las correlaciones más altas se presentaron entre la variable biomasa total (BTOTMF) y espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF), biomasa de espigas (BESMF), que varió de 0.70 y 0.94. La biomasa de hojas (BHOJMF) presentó correlación positiva de 0.64 con biomasa de tallos y 0.58 con biomasa total. Las variables longitud de pedúnculo (LONPED) y longitud de espiga (LONESP) mostraron correlación positiva significativa con sus respectivos pesos y con peso seco de hoja bandera (PSHOJ) que varió de 0.53 y 0.70. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva significativa de 0.73 con granos por espiga (GRESP) y de 0.67 con peso de mil granos (P1000G).

Las variables que mostrarán correlación positiva con el rendimiento (REND), fueron granos por espiga (GRESP) y peso de granos por espiga (PGESP), que registraron correlación positiva significativa entre 0.34 y 0.39. Las variables que mostraron correlación positiva significativa entre 0.42 y 0.64 con la biomasa de hojas (BHOJMF), fueron espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa total (BTOTMF) y biomasa de tallos (BTAMF). Para la variable biomasa total (BTOTMF), las variables más correlacionadas (0.81 y 0.94) fueron espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF).

En el ambiente 4 (cuadro A.11), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables biomasa total (BTOTMF), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF), que varió de 0.68 y 0.91. Las variables longitud de pedúnculo (LONPED) y longitud de espiga (LONESP) mostraron correlación positiva significativa con sus respectivos pesos y con



peso seco de hoja bandera (PSHOJ) que varió de 0.68 y 0.75. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva significativa de 0.80 con granos por espiga (GRESP) y de 0.77 con rendimiento (REND) y de 0.68 con peso de mil granos (P1000G).

Las variables que mayor correlación positiva y significativa registraron con rendimiento de grano (REND), fueron granos por espiga (GRESP) de 0.60 y peso de granos por espiga (PGESP) de 0.77; variables como altura (ALT), longitud de pedúnculo (LONPED), peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP), peso de mil granos (P1000G) y biomasa de espigas (BESMF) presentaron una correlación entre 0.50 y 0.58. Las variables que mayor correlación positiva significativa tuvieron con biomasa de hojas (BHOJMF), entre 0.27 y 0.35 fueron espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa total (BTOTMF). Para la biomasa total (BTOTMF), las variables que mayor correlación positiva significativa registraron fueron biomasa de tallos (BTAMF) con 0.90 y biomasa de espigas (BESMF); así también, las variables espigas por metro cuadrado (ESPM2) y altura (ALT) registraron una correlación entre 0.55 y 0.57.

En el ambiente 5 (cuadro A.12), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables biomasa total (BTOTMF), con espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de hojas (BHOJMF), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF), que varió de 0.72 y 0.95. La variable longitud de espiga (LONESP) mostró correlación positiva significativa con su respectivo peso (0.69) y con peso seco de hoja bandera (PSHOJ), (0.64). El peso seco de espiga (PSESP) mostró correlación positiva (0.67) con peso seco de hoja bandera. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva y significativa (0.81) con granos por espiga (GRESP), de 0.76 con peso de mil granos (P1000G) y de 0.85 con rendimiento (REND).

Para el rendimiento de grano (REND), las variables que mayor correlación positiva y significativa registraron con esta variable (entre 0.61 y 0.85) fueron granos por espiga (GRESP), peso de granos por espiga (PGESP) y peso de mil granos (P1000G); así también altura (ALT) y biomasa de espigas

(BESMF) registraron una correlación entre 0.50 y 0.54. Para la variable biomasa de hojas (BHOJMF), las mayores correlaciones positivas y significativas que registró fueron con biomasa total (BTOTMF) de 0.83, biomasa de tallos (BTAMF) de 0.81, y con una correlación de 0.67, espigas por metro cuadrado (ESPM2). Para biomasa total (BTOTMF), las variables que mayor correlación positiva significativa registraron, fueron la biomasa de hojas (BHOJMF), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas BESMF) (0.83 y 0.95). Con espigas por metro cuadrado (ESPM2) registró una correlación alta de 0.72.

En el ambiente 6 (cuadro A.13), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables biomasa total (BTOTMF) con espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF) y biomasa de espigas (BESMF), que varió de 0.72 y 0.90. El peso seco de pedúnculo (PSPED) mostró correlación positiva y significativa con peso seco de espiga (PSESP) de 0.57 y peso seco de hoja bandera (PSHOJ) de 0.58. La variable longitud de pedúnculo (LONPED) mostró correlación positiva significativa con su respectivo peso de 0.73. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva significativa de 0.82 con granos por espiga (GRESP) y de 0.69 con peso de mil granos (P1000G). La variable días a madurez fisiológica (MF) mostró correlación negativa con biomasa de espigas, espigas por metro cuadrado y rendimiento de grano (REND) que varió de -0.56 a -0.70.

En rendimiento de grano, las variables que mayor correlación positiva y significativa registraron fueron biomasa de espigas (BESMF) de 0.70, e índice de cosecha (IC) con 0.79. Con días a madurez fisiológica (MF) registró correlación negativa y significativa de 0.70; las variables que mostraron correlación positiva y significativa entre 0.50 y 0.59 con el rendimiento fueron el peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP), granos por espigas (GRESP), peso de granos por espiga (PGESP), espigas por metro cuadrado (ESPM2) y biomasa total (BTOTMF). Para la variable biomasa de hojas (BHOJMF), las correlaciones positivas significativas más altas fueron con la biomasa de tallos (BTAMF) con 0.59 y la biomasa total (BTOTMF) con 0.68.

La biomasa total (BTOTMF), registró mayor correlación positiva significativa con las variables biomasa de tallos (BTAMF) con 0.90 y biomasa de espigas (BESMF) con 0.87; con espigas por metro cuadrado (ESPM2) también registró una correlación alta de 0.72 y las variables peso seco de pedúnculo (PSPED), rendimiento de grano (REND) y biomasa de hojas (BHOJMF) presentaron una correlación positiva entre 0.54 y 0.68.

En el ambiente 7 (cuadro A.14), las correlaciones más altas se presentaron entre las variables espigas por metro cuadrado (ESPM2), biomasa de tallos (BTAMF), biomasa de espigas (BESMF) y biomasa total (BTOTMF) variando entre 0.73 a 0.92. La biomasa total (BTOTMF) con la biomasa de tallos y la biomasa de espigas mostró la correlación más alta, que varió entre 0.91 y 0.92. La biomasa de hojas (BHOJMF) mostró correlación positiva y significativa de 0.59 con biomasa de tallos y de 0.66 con biomasa total. La variable peso seco de pedúnculo (PSPED) mostró correlación positiva significativa con su respectiva longitud y con peso seco de hoja bandera (PSHOJ) de 0.61. El peso seco de pedúnculo mostró correlación positiva significativa de 0.62 con peso seco de espiga (PSESP) y con peso seco de hoja bandera de 0.61. La variable peso de granos por espiga (PGESP) mostró correlación positiva y significativa de 0.80 con granos por espiga (GRESP), de 0.77 con peso de mil granos (P1000G) y con rendimiento (REND) de 0.66. La variable días a madurez fisiológica (MF) mostró correlación negativa con el rendimiento, espigas por metro cuadrado, biomasa de tallos, biomasa de espigas y biomasa total, que varió entre -0.58 y -0.69.

Las variables que mayor correlación positiva y significativa registraron con rendimiento de grano (REND) fueron la biomasa de espigas (BESMF), biomasa total (BTOTMF) e índice de cosecha (IC) entre 0.74 y 0.83. El peso de granos por espiga (PGESP), peso de mil granos (P1000G), espigas por metro cuadrado (ESPM2) y la biomasa de tallos (BTAMF), registraron correlaciones positivas entre 0.60 y 0.66.

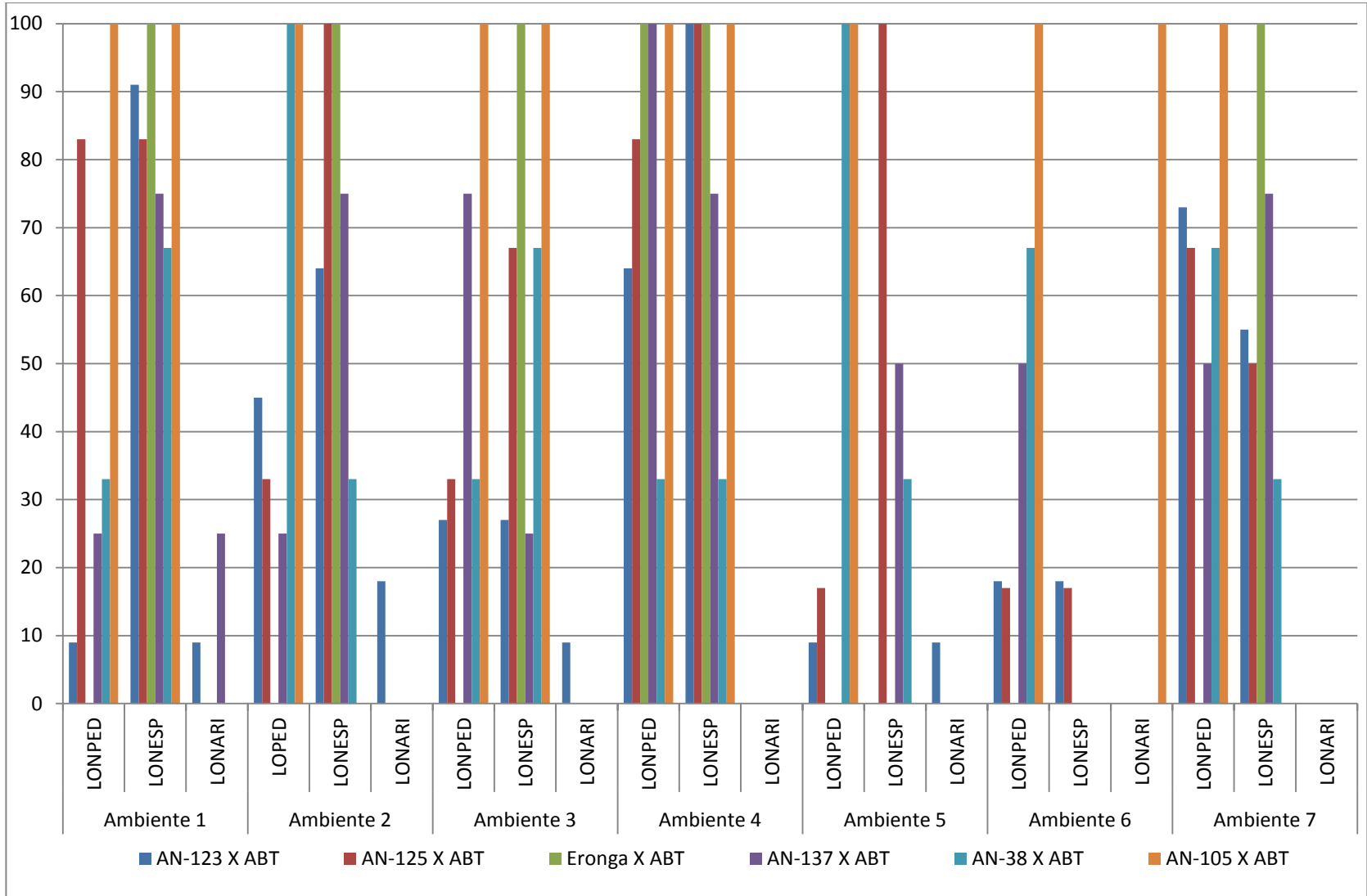
La biomasa de hojas (BHOJMF) registró correlación positiva significativa con las variables biomasa de tallos (BTAMF) de 0.59 y biomasa total

(BTOTMF) de 0.66. La biomasa total (BTOTMF), registró las correlaciones más altas con las variables biomasa de tallos (BTAMF) con 0.92 y biomasa de espigas (BESMF) con 0.91. Las variables rendimiento de grano (REND), espigas por metro cuadrado (ESPM2) y biomasa de hojas (BHOJMF) presentaron una correlación positiva entre 0.66 y 0.79. La variable días a madurez fisiológica registró una correlación negativa y significativa de 0.69 con biomasa de hojas.

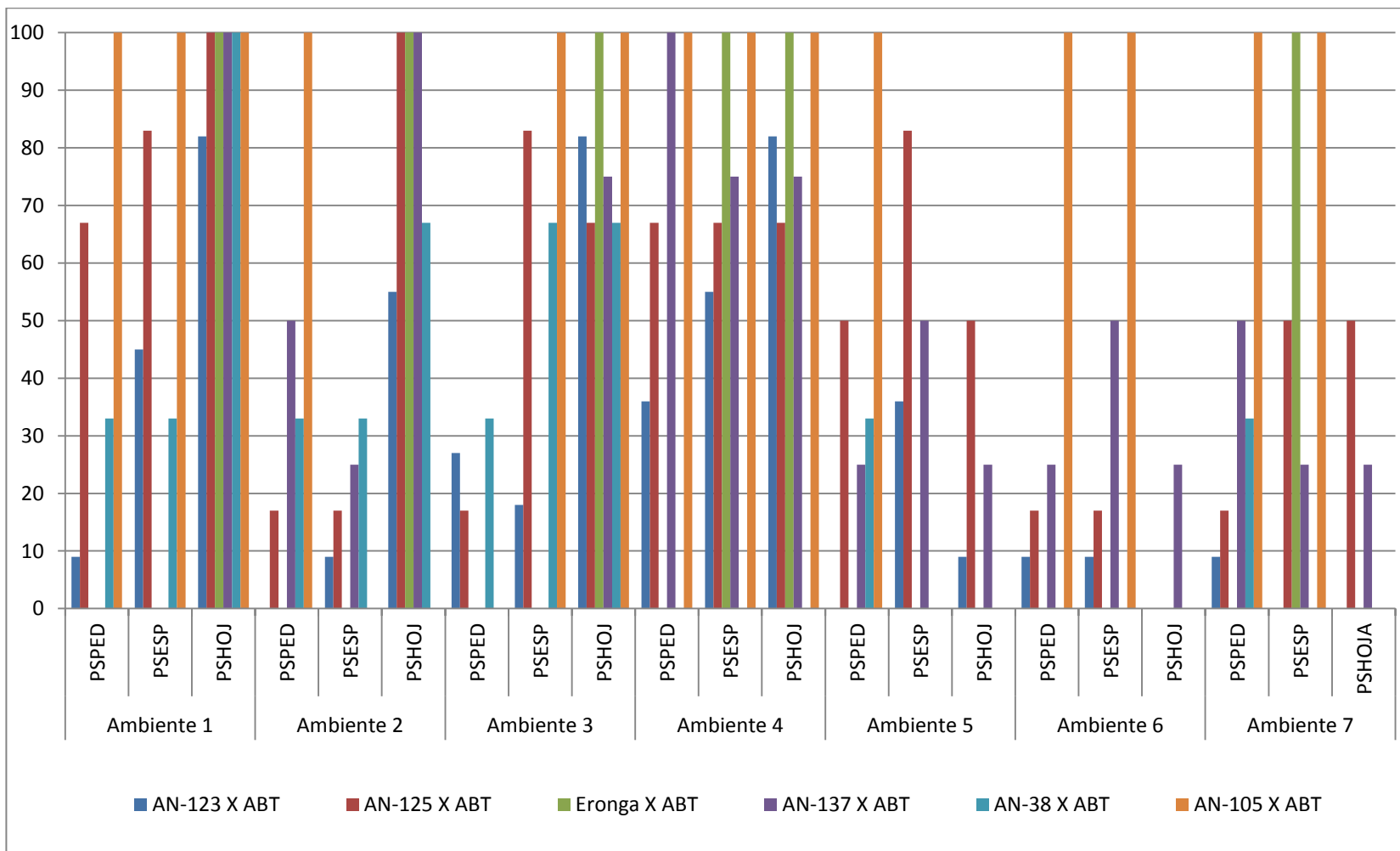
Los análisis de correlación de Pearson de las medias obtenidas del análisis combinado entre ambientes (cuadro A.15) mostraron que la variable biomasa de hojas (BHOJMF) registró una alta correlación positiva y significativa (0.83) con biomasa total (BTOTMF). En el rango de 0.70 a 0.79, se relacionó positivamente con biomasa de tallos (BTAMF), biomasa de espigas (BESPMF), peso de granos por espiga (PGESP) y altura (ALT). Con un rango entre 0.61 y 0.69, se correlacionó positivamente con longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP), granos por espiga (GRESP), peso seco de hoja bandera (PSHOJ), rendimiento (REND), peso seco de espigas (PSESP) y peso seco de pedúnculo (PSPED). Las variables que presentaron correlaciones positivas bajas, pero significativas (0.42 a 0.53), fueron peso de mil granos (P1000G), espigas por metro cuadrado (ESPM2) e índice de cosecha (IC).

La variable biomasa total (BTOMF), registró correlaciones positivas altas (0.80 a 0.98) con las variables biomasa de espigas (BESMF), biomasa de tallos (BTAMF), biomasa de hojas (BHOJMF), altura (ALT), peso de granos por espiga (PGESP) y rendimiento (REND). En un rango de 0.70 a 0.80, se correlacionó positivamente con longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP), peso seco de espigas (PSESP), peso seco de hoja bandera (PSHOJ) y granos por espiga (GRESP). De una magnitud intermedia (0.60 a 0.70), se correlacionó positiva y significativamente con peso seco de pedúnculo (PSPED), peso de mil granos (P1000G), espigas por metro cuadrado (ESPM2) e índice de cosecha (IC). La longitud de aristas (LONARI), registró correlaciones negativas y significativas (-0.29 a -0.46) con rendimiento (REND), biomasa de hojas (BHOJMF) y biomasa total (BTOTMF).

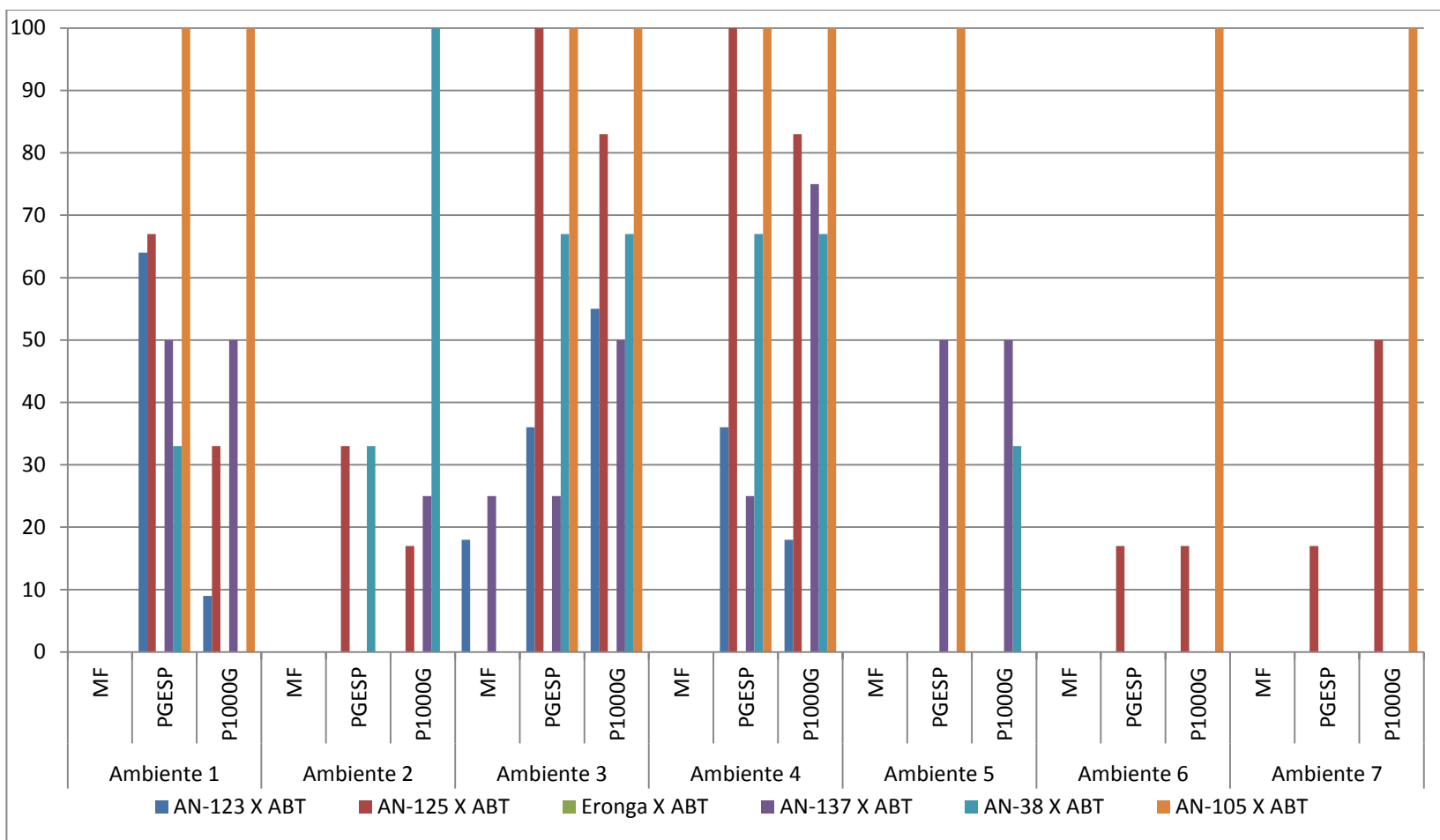
Los análisis de correlación de Pearson de las medias obtenidas del análisis combinado entre ambientes (cuadro A.15) mostraron que las variables que mostraron alta correlación positiva y significativa con el rendimiento de grano (REND) (0.80 y 0.82, respectivamente) fueron el peso de granos por espiga (PGESP) y biomasa total (BTOMF). Con un rango de 0.71 - 0.80, se registró correlación positiva con biomasa de espiga (BESMF), peso seco de espigas (PSESP), peso seco de hoja bandera (PSHOJ), peso seco de pedúnculo (PSPED), granos por espiga (GRESP), biomasa de tallos (BTAMF), altura de planta (ALT) y peso de mil granos (P1000G); valores intermedios (0.65 a 0.68) se registraron con longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP), biomasa de hojas (BHOJMF) e índice de cosecha (IC). La variable espigas por metro cuadrado (ESPM2) presentó una correlación baja (0.47), pero significativa.



**Figura 4.1** Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP) y longitud de aristas (LONARI).

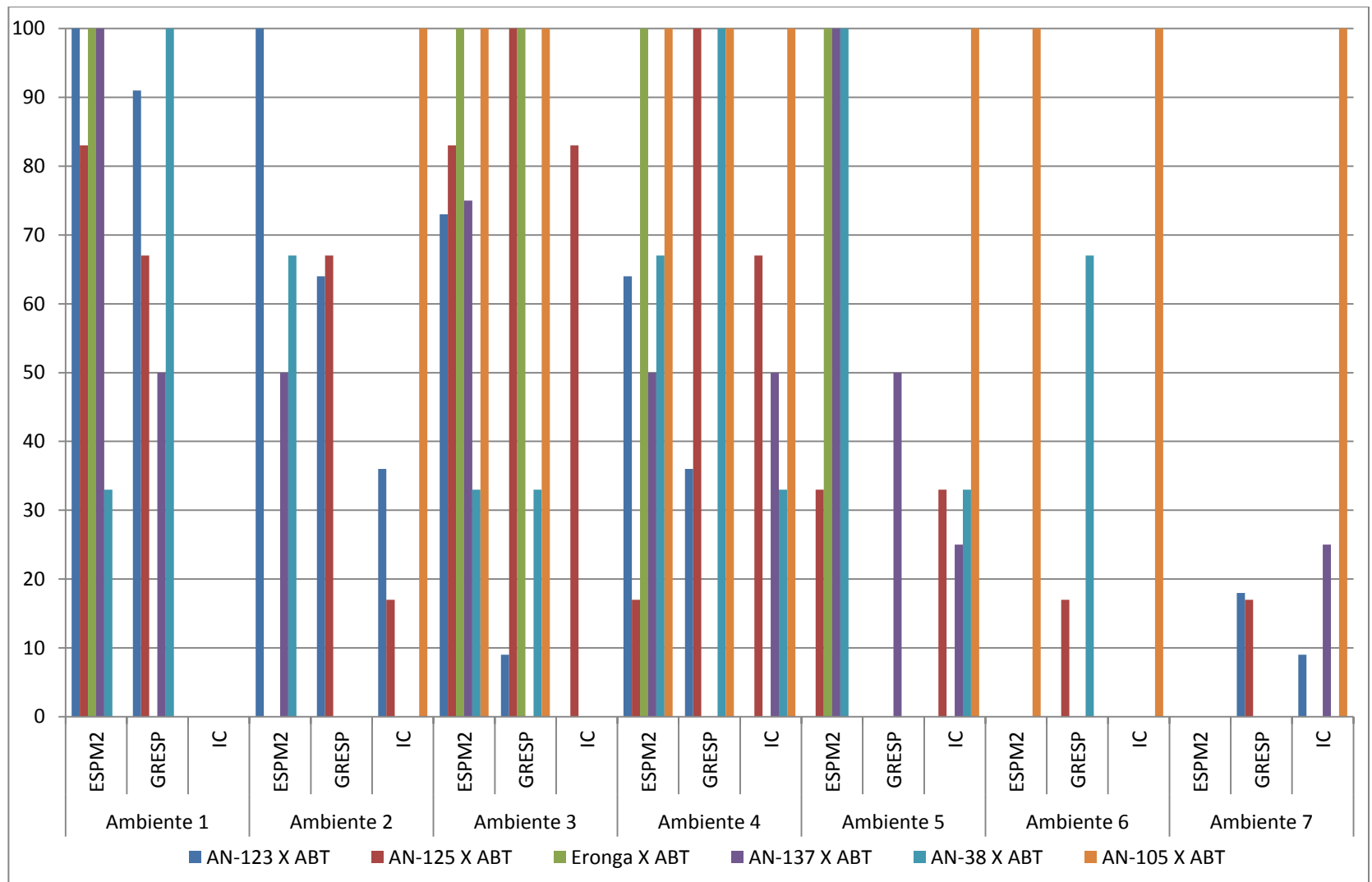


**Figura 4.2.** Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP) y peso seco de hoja bandera (PSHOJ).

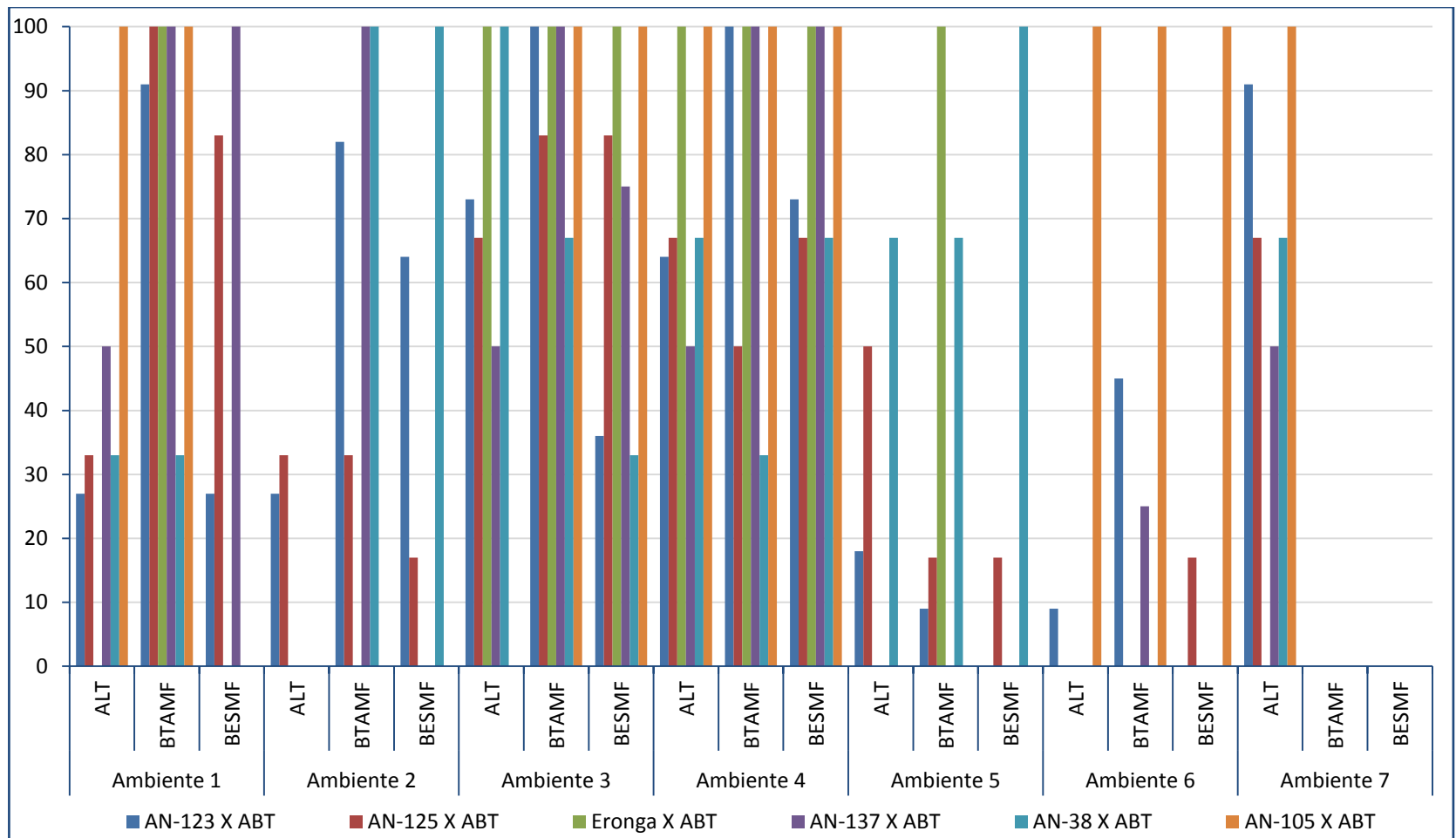


**Figura 4.3.** Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruas para días a madurez fisiológica (MF), peso de granos por espiga (PGESP) y peso de mil granos (P1000G).





**Figura 4.4.** Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para espigas por metro cuadrado (ESPM2), granos por espiga (GRESP) e índice de cosecha (IC).



**Figura 4.5.** Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para altura (ALT), biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF) y biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESMF).

## **Identificación de familias transgresivas sobresalientes en características asociadas al rendimiento de biomasa y grano.**

En las variables que particularmente inciden en forma importante en la producción de forraje de este cultivo en el Norte de México, se reportan los resultados más importantes:

### **Biomasa de hojas (BHOJMF)**

En promedio de los ambientes, 11 de las 26 familias registraron mayor transgresión positiva en BHOJMF, destacando AN-13-2010 de la cruza AN-123 x ABT que registró una transgresión positiva de 7% a 83% en los ambientes y AN-107-2010 de la cruza AN-38 x ABT que registró 4% a 32% de transgresión positiva, manteniendo su transgresión positiva en 5 de los 7 ambientes. El ambiente tres registró 24 familias transgresivas y el ambiente siete solo registró 3 familias transgresivas (Figura 4.6).

### **Biomasa total (BTOTMF)**

Un promedio de 9 familias registraron transgresión positiva, donde la familia AN-31-2010 de la cruza AN-123 x ABT registró de 10% a 51% de transgresión positiva y AN-82-2010 de la cruza AN-137 x ABT registró de 6% a 58% de transgresión positiva, y mantuvieron su transgresión positiva en cinco de los siete ambientes. El ambiente cuatro registró 23 familias transgresivas y el ambiente siete no registró ninguna familia transgresiva (Figura 4.6).

### **Rendimiento de grano**

En promedio de los 7 ambientes, 5 cruzas mostraron transgresión positiva en rendimiento de grano (REND). Las familias individuales que mantuvieron su transgresión positiva en 3 de los 7 ambientes fueron la AN-28-2010 de la cruza AN-123 x ABT que mostró entre 9% y 33% de transgresión positiva respecto a su mejor progenitor; la familia AN-82-2010 de la cruza AN-137 x ABT que mostró entre 2% y 29% de transgresión positiva respecto a su mejor progenitor y la familia AN-123-2010 de la cruza AN-105 x ABT que mostró entre 4% y 69% de transgresión positiva en los ambientes respecto a su mejor

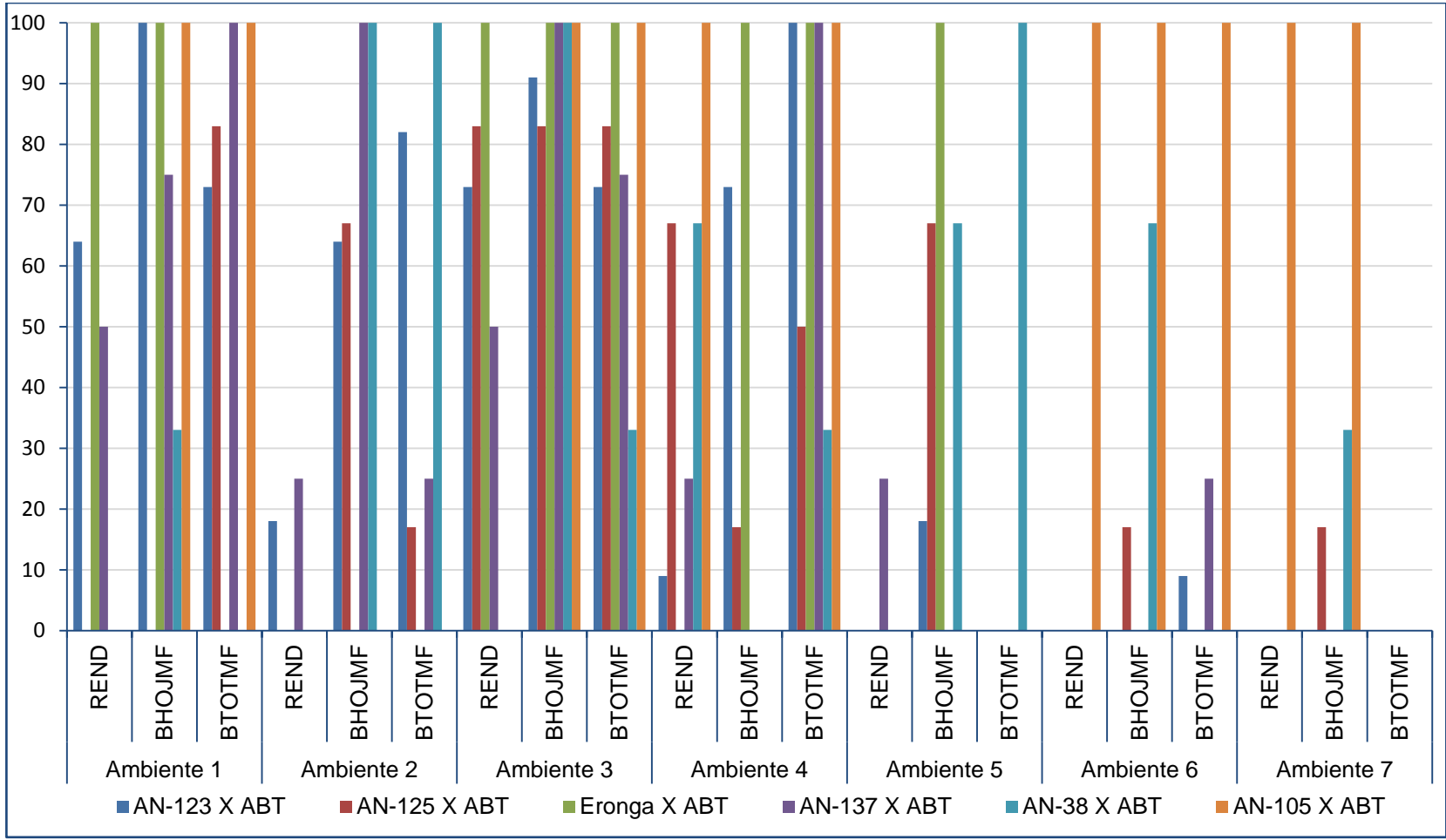
progenitor. El ambiente tres registró 16 familias transgresivas y el ambiente cinco no registró ninguna familia (Figura 4.6).

En este estudio, la relativamente alta frecuencia de transgresivos positivos respecto a su mejor progenitor para las características evaluadas se debió probablemente por la combinación de alelos complementarios presentes en sus líneas progenitoras, ya que son materiales con una frecuencia alta de genes favorables, con buena aptitud forrajera y un buen potencial en rendimiento de grano, concordando con lo señalado por Lewontin y Birch (1966), que mencionan que los fenotipos transgresivos son altamente heredables, por lo cual este fenómeno puede ser una herramienta importante en los programas de mejoramiento de cultivos autógamos para el desarrollo de nuevas variedades, más productivas que sus progenitores, como lo han sido en el cultivo de avena (Jensen 1961; Cowen y Frey 1987); en arroz (Mao et al 2011) y en trigo (Yadav et al 1992; Snape 1982; Broers y Jacobs 1989).

El rendimiento de grano que es un carácter cuantitativo, mostró en este estudio una frecuencia de genotipos transgresivos positivos mayor a las reportadas por Choo *et al.* (1986), donde 7 de 398 líneas mostraron transgresión positiva significativa en comparación con su mejor progenitor y Surma (1996) que reportó dos líneas de 145 que mostraron transgresión positiva significativa en base a su mejor progenitor.

Aunque los progenitores femeninos fueron de diferentes hábitos de crecimiento (primaverales e intermedios), al combinarse con un progenitor masculino común de hábito invernal, se encontró una alta frecuencia de progenies transgresivas, concordando con lo reportado por Jinks y Pooni (1976) que señalan la presencia de genotipos transgresivos superiores cuando ambos padres son similares en su comportamiento productivo, pero diferentes en sus bases genéticas. También Cox y Frey (1984), en avena, reportaron que un mayor número de progenies transgresivas se originan en apareamientos relacionados más distantemente. Resultados similares reportan Vega y Frey (1980), en cebada. En este estudio, es importante señalar la precocidad de los

materiales utilizados como progenitores femeninos donde se muestra que las variedades que registraron transgresión positiva en rendimiento de grano, biomasa de hojas y biomasa total mostraron ser más tardíos que sus progenitoras femeninas pero más precoces que su progenitor masculino, lo cual es importante en áreas con baja disponibilidad de agua para riego o bajo temporal, porque permite un mayor aprovechamiento de los recursos en este caso, la humedad en el suelo.



**Figura 4.6.** Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para rendimiento de grano (REND), biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF) y biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF).

## V. CONCLUSIONES

- Los resultados de este estudio mostraron una mayor frecuencia de familias segregantes transgresivas positivas en la mayoría de las variables estudiadas, y en muchos casos, de mayor magnitud, que las reportadas por diversos autores para especies de cereales de grano pequeño.
- La frecuencia de familias transgresivas positivas fue mayor para las características ligadas a la producción de biomasa, particularmente la biomasa de hojas y la biomasa total, que inciden directamente en la producción de forraje, aspecto importante en la posterior derivación de líneas para uso forrajero.
- La frecuencia de familias segregantes transgresivas positivas fue menor para el rendimiento de grano, sin embargo, se identificaron familias con un adecuado comportamiento para esta variable, ya que esta característica es importante en la producción de semilla de las líneas sobresalientes en la producción de forraje
- Se identificaron familias con transgresión positiva para las variables granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 1000 granos y espigas por metro cuadrado, ya que en este estudio mostraron una asociación positiva y significativa con el rendimiento de grano.
- Se reportó una alta frecuencia de familias con transgresión positiva para variables morfológicas altamente correlacionadas con la producción de biomasa y el rendimiento de grano, particularmente la longitud y peso del

- pedúnculo, y el peso seco de la hoja bandera, características que pueden ser utilizadas como criterios de selección indirecta en este cultivo.
  
- En general, para la mayoría de las variables, la frecuencia de familias transgresivas positivas para producción de biomasa y/o grano fue menor al aumentar el nivel de estrés hídrico de los ambientes; sin embargo, se identificaron familias de las cuales se pueden derivar líneas para utilizarlas como progenitores en el desarrollo de variedades bajo condiciones desfavorables o en forma *per se*.
  
- Se confirma que la identificación de materiales segregantes transgresivos y positivos que superan al mejor progenitor es una valiosa herramienta en el mejoramiento del triticale para derivación de líneas de esas familias, principalmente para fines forrajeros en el norte de México.



## VI. LITERATURA CITADA

- Adamski, T. 1993. Application of doubled haploid lines for statistic-genetic analysis of quantitative traits. Treatises and Monographs No. 2. Institute of Plant Genetics PAS, Poznań: 62.
- Arama, P.F., J.E. Parlevliet and C.H. Van Silfhout. 2000. Transgressive segregation for resistance in wheat to *Septoria tritici* blotch. *African Crop Science Journal* 8(3): 213-222.
- Barbacki, S., T. Calinski, M. Surma, G. Kurhanska, T. Adamski, Z. Kaczmarek. 1978a. Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 7a. Transgressions of F6 and F7 hybrids Burea × Brown. *Genet Pol* 19: 403–421.
- Barbacki S., T. Calinski, M. Surma, G. Kurhanska, T. Adamski, Z. Kaczmarek. 1978b. Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 7b. Transgressions of F6 and F7 hybrids from the crosses Alasa × Burea, Impala × Himalaya, Lubuski × Lonhi, Lubuski × Brage Körn and Kazimierski × Brage Körn. *Genet Pol* 19: 423–436.

- Barbosa-Neto J.F., ME. Sorrels, G. Cisar. 1996. Prediction of heterosis in wheat using coefficient of parentage and RFLP-based estimates of genetic relationship. *Genome* 39: 1142–1149.
- Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20: 135-148.
- Bohn M., H.F. Utz, A.E. Melchinger. 1999. Genetic similarities among winter wheat cultivars determined on the basis of RFLPs, AFLPs, and SSRs and their use for predicting progeny variance. *Crop Sci* 39: 228–237.
- Boyer, J.S. 1971. Recovery of photosynthesis in sunflower after a period of low leaf water potential. *Plant Physiol.* 47: 816-820.
- Broers L. H. M., T.h. Jacob. 1989. The inheritance of host plant effect on latency period of wheat rust in spring wheat. II. Number of segregating factors and evidence for transgressive segregation in F3 and F5 generations. *Euphytica* 44:207-214.
- Burkhamer R.L., S.P. Lanning, R.J. Martens, J.M. Martin, L.E. Talbert. 1998. Predicting progeny variance from parental divergence in hard red spring wheat. *Crop Sci* 38: 243–248.
- Busch R.H., J.C. Janke, R.C. Froberg. 1974. Evaluation of crosses among high and low yielding parents of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and bulk prediction of line performance. *Crop Sci.* 14:37-50.
- 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.

- Choo T.M., A. Kotecha, E. Reinbergs, L.S.P. Song, S.O. Fejer. 1986. Diallel analysis of grain yield in barley using doubled haploid lines. *Plant Breeding* 97: 129–137.
- Corbellini M., M. Perenzin, M. Accerbi, P. Vaccino, B. Borghi. 2002. Genetic diversity in bread wheat, as revealed by coefficient of parentage and molecular markers, and its relationship to hybrid performance. *Euphytica* 123: 273–285.
- Cowen N.M., and K.J. Frey. 1987. Relationships between three measures of genetic distance and breeding behavior in oats (*Avena sativa* L.). *Genome* 29: 97-106.
- Cox, T.S. and Frey, K.J. 1985. Complementary genes for high groat-protein percentage from *Avena sativa* and *Avena sterilis*. *Crop Sci.* 25: 106-109.
- De Vicente, M.C. and S.D. Tanksley. 1993. QTL analysis of transgressive segregation in an interspecific tomato cross. *Genetics*. 134: 585-596.
- Dobek, A.,Z. Kaczmarek, H. Kieczewska, T. Luczkiewicz. 1978. Principles and assumptions of statistic analysis of diallel crosses. I. Genetic analysis. 8th Methodological Colloquium in Agro-Biometry. PAN, Warszawa: 146–168.
- Dobek, A.,Z. Kaczmarek, H. Kielczewska, T. Luczkiewicz. 1977. Principles and assumptions of statistic analysis of diallel crosses. I. Analysis of variance. 7th Methodological Colloquium in Agro-Biometry. PAN, Warszawa: 332–353.
- El-Haddad, L., A. Sarrafi, J.L. Fabre, T. Assene. 1996. Genetic expression of some grain quality yield components in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communication* 24:323-319.

- El Hafid, R., D.H. Smith, M. Karrou, K. Samir. 1998. Morphological attributes associated with early-season drought tolerance in spring durum wheat in a Mediterranean environment. *Euphytica*. 101: 273-282.
- Fabrizius, M.A., R.H. Busch, K. Khan and L. Huckle. 1998. Genetic diversity and heterosis of spring wheat crosses. *Crop Sci*. 38: 1108-1112.
- Fox, P.N., B. Skovmand, B.K. Thompson, H.J. Braun, R. Cormier. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica* 47: 57-64.
- Friedt, W., B. Foroughi-Wehr. 1983. Field performance of androgenetic doubled haploid spring barley from F1 hybrids. *Z Pflanzenzüchtg* 90: 177–184.
- Giunta, F., R. Motzo, M. Deidda. 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.
- Góral, H., M. Tyrka, L. Spiss. 2005. Assessing genetic variation to predict the breeding value of winter triticale cultivars and lines. *J Appl Genet* 46: 125–131.
- Grant, V. 1975. *Genetics of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust J Biol Sci* 9: 463–492.
- Hanson, W.D. 1959. The break up of initial linkage block under selected mating system. *Genetics* 44: 857-868.

- Hegarty, M.J. 2012. Invasion of the hybrids. *Molecular Ecology* 21(19): 4669-4671.
- Jensen, N.F. 1961. Genetics and inheritance in oats. Inheritance of morphological and other characters. In: *Oats and oat improvement*, pp. 125-206. Ed. F A Coffman. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Jinks, J.L. and H.S. Pooni. 1976. Predicting the property of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity* 36:253-266.
- Jinks, J.L. and H.S. Pooni. 1980. Comparing predictions of mean performance and environmental sensitivity of recombinant inbred lines based upon F3 and triple test cross families. *Heredity* 45:305-312.
- Johansen-Morris, A.D. and R.G. Latta. 2006. Fitness consequences of hybridization between ecotypes of *Avena barbata*: hybrid breakdown, hybrid vigor, and transgressive segregation. *Evolution* 60(8): 1585-1595.
- Kim, S.C. and L.H. Rieseberg. 1999. Genetic architecture of species differences in annual sunflowers: implications for adaptive trait introgression. *Genetics*. 153: 965-977.
- Kjær, B., V. Haahr and J. Jensen. 1991. Associations between 23 quantitative traits and 10 genetic markers in barley cross. *Plant Breeding* 106: 261–274.
- Kronstad, W.E., W.H. Foote. 1964. A general and specific combining ability estimates in winter wheat (*Triticum aestivum* vill. Host). *Crop Sci.* 4:626-619.

- Kirk, H., D. Cheng, Y. H. Choi, K. Vrieling, P.G.L. Klinkhamer. 2012. Transgressive segregation of primary and secondary metabolites in F<sub>2</sub> hybrids between *Jacobaea aquatica* and *J. vulgaris*. *Metabolomics*. 8: 211-219.
- Kuczynska, A., M. Surma, T. Adamski. 2007. Methods to predict transgressive segregation in barley and other self-pollinated crops. *J. Appl. Genet* 48(4): 321-328.
- Kuczynska, A., M. Surma, Z. Kaczmarek and T. Adamski T. 2007a. Relationship between phenotypic and genetic diversity of parental genotypes and the frequency of transgression effects in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Breeding* 126: 361-368.
- Kuczynska, A., M. Surma and T. Adamski. 2007b. Methods to predict transgressive segregation in barley and other self-pollinated crops. *J. Appl. Genet* 48(4): 321-328.
- Lee, T.S. and G. Shaner. 1985. Transgressive segregation of length of latent period in crosses between slow leaf-rusting wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. *Phytopathology*. 75: 643-647.
- Lewontin, R.C. and L.C. Birch. 1966. Hybridization as a source of variation for adaptation to new environments. *Evolution*. 20: 315-336.
- Li, Z.K., S.B. Yu, H.R. Lafitte, N. Huang, B. Courtois, S. Hittalmani, C.H.M.I. Vijayakumar, G.F. Liu, G.C. Wang, H.E. Shashidhar, J.Y. Zhuang, K.L. Zheng, V.P. Singh, J.S. Sidhu, S. Srivantaneeyakul and G.S. Khush. 2003. QTL 9 environment interactions in rice. I. Heading date and plant height. *Theor Appl Genet* 108:141–153.

- Liu, G.F., Z.M. Zhang, H.T. Zhu, F.M. Zhao, X.H. Ding, R.Z. Zeng, W.T. Li and G.Q. Zhang. 2008. Detection of QTLs with additive effects and additive-by-environment interaction effects on panicle number in rice (*Oryza sativa* L.) with single segment substitution lines. *Theor Appl Genet* 116: 923–931.
- Mansur, L.M., K.G. Lark, H. Kross and A. Oliveira. 1993. Interval mapping of quantitative trait loci for reproductive, morphological, and seed traits of soybean (*Glycine max* L.). *Theor. Appl. Genet.* 86: 907-913.
- Mao, D., T. Liu, C. Xu, X. Li X and Y. Xing. 2011. Epistasis and complementary gene action adequately account for the genetic bases of transgressive segregation of kilo-grain weight in rice. *Euphytica* 180: 261-271.
- Martin, J.M., L.E. Talbert , S.P. Lanning and N.K. Blake. 1995. Hybrid performance in wheat as related to parental diversity. *Crop Sci.* 35: 104–108.
- Mather, K. and J.L. Jinks. 1982. *Biometrical Genetics* (3rd edn.). London: Chapman and Hall.
- Melchinger, A.E., M. Lee, K.R. Lamkey, A.R. Hallauer and WL. Woodman. 1990. Genetic diversity for restriction fragment length polymorphisms and heterosis for two diallel sets of maize hybrids. *Theor Appl Genet* 80: 488–496.
- Moser, H. and M. Lee, 1994. RFLP variation and genealogical distance, multivariate distance, heterosis, and genetic variance in oats. *Theor Appl Genet* 87: 947–956.

- Palmer, T.P., 1953. Progressive improvement in self-pollinated crops. *Heredity* 7: 127-129.
- Redden, R.J. and N.F. Jensen. 1974. Mass selection and mating system in cereals. *Crop Sci.* 14:345-350.
- Rick, C.M. and P.G. Smith. 1953. Novel variation in tomato species hybrids. *Am. Nat.* 87: 359-375.
- Rieseberg, L.H., M.A. Archer and K. Wayne. 1999. Transgressive segregation, adaptation and speciation. *Heredity* 83: 363-372.
- Rieseberg, L.H. and N.C. Ellstrand. 1993. What can morphological and molecular markers tell us about plant hybridization? *Crit. Rev Plant Sci* 12:213–241.
- Rieseberg, L.H. 1997. Hybrid origins of plant species. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28: 359-389.
- Rodríguez, G.R., G.R. Pratta, R. Zorzoli and L. A. Picardi. 2005. Transgressive segregation for fruit quality traits in a cross between exotic and mutant genotypes of *Lycopersicon*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 33(4): 373-379.
- Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco, D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Medirterranean conditions. *Europ. J. Agronomy.* 20: 419-430.
- Rutger, J.N., C.W. Schaller, A.D. Dickson and J.C. Williams. 1966. Variation and covariation in agronomic and malting quality characters in barley. I. Heritability estimates. *Crop Sci.* 6: 231–234.



- Saghai Maroof, M.A., G.P. Yang, Q. Zhang and K.A Gravois. 1997. Correlation between molecular marker distance and hybrid performance in U.S. Southern long grain rice. *Crop Sci.* 37: 145–150.
- Schwarzbach, E. A., A.L. Donovan and H.L. Rieseberg. 2001. Transgressive character expression in a hybrid sunflower species. *American Journal of Botany* 88(2): 270-277.
- Shieh, G.J., and F.S. Thseng. 2002. Genetic diversity of Tainan-white maize inbred lines and prediction of single cross hybrid performance using RAPD markers. *Euphytica* 124: 307–313.
- Singh, G., G.S. Bhullar and K.S. Gill. 1986. Inheritance of some plant characters in an intervarietal cross of bread wheat. *Crop Improvement* 12:179-183.
- Smith, G.S. 1966. Transgressive segregation in spring wheats. *Crop Sci.* 6: 310-312.
- Snape, J. W. 1982. Predicting the frequencies of transgressive segregants for yield and yield components. *Theoretical and Applied Genetics* 62: 127-134.
- Song, L.P.S., S.J. Park, E. Reinbergs, T.M. Choo and K.J. Kasha. 1978. Doubled haploid vs bulk method for production of homozygous lines in barley. *ZPflanzenzüchtg* 81: 271–280.
- Stebbins, G.L. 1959. The role of hybridization in evolution. *Proc. Am. Phil. Soc.* 103: 231-251.

- Strauss, S.Y. 1994. Levels of herbivory and parasitism in host hybrid zones. *Trends in Ecology & Evolution*. 9: 209-214.
- Surma, M., Z. Kaczmarek and T. Adamski. 2000. Predicted and observed frequencies of transgression effects in barley doubled haploids. *Bulletin of Plant Breeding and Acclimatization Institute* 216: 195–199.
- Surma, M. 1996. Biometric-genetic analysis of quantitative traits of hybrids and doubled haploid lines of spring barley. *Treatises and Monographs*. No. 3, Institute of Plant Genetics PAS, Poznan: 110.
- Tanksley, S. D. 1993. QTL analysis of transgressive segregation in an interspecific tomato cross. *Genetics* 134(2): 585-596.
- Thomas, W.T.B., W. Powell, R. Waugh, K.J. Chalmers, U.M. Baura and P.Jack. 1995. Detection of quantitative trait loci for agronomic, yield, grain and disease characters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor Appl Genet*. 91: 1037–1047.
- Tinker, N.A., D.E. Mather, B.G. Rosnagel, K.J. Kasha, A. Kleinhofs, P.M. Hayes. 1996. Regions of the genome that affect agronomic performance in two-row barley. *Crop Sci*. 36: 1053–1062.
- Vega, U. and K.J. Frey. 1980. Transgressive segregation in inter and intraspecific crosses of barley. *Euphytica*. 29: 585-594.
- Voigt, P.W. and C.R. Tischler. 1994. Leaf characteristic variation in hybrid lovegrass populations. *Crop Sci*. 34: 679-684.
- Wan, X.Y., J.F. Weng, H.Q. Zhai, J.K. Wang, C.L. Lei, X.L. Liu, T. Guo, L. Jiang, N. Su and J.M. Wan. 2008. Quantitative trait loci (QTL) analysis for rice grain width and fine mapping of an identified QTL allele *gw-5* in a

recombination hotspot region on chromosome 5. *Genetics* 179:2239–2252.

Warzecha, T., T. Adamski, M. Surma, Z. Kaczmarek. 2000. Genetic variability of grain size in population of hulled and hulless barley doubled haploids. *Bulletin of Plant Breeding and Acclimatization Institute* 216: 189–194.

Weller, J. I., M. Soller and T. Bord. 1988. Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross of tomato (*Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*) by means of genetic markers. *Genetics*. 118: 329-339.

Whitehouse, R. N. H., J.B. Thompson, M.A.M. Do-Valle-Rebeiro. 1958. Studies on breeding of selfpollinating cereals. II. The use of diallel cross analysis in yield prediction. *Euphytica* 7: 147-169.

Widner, J. N., K. L. Lebsock. 1973. Combining ability in durum wheat. *Crop Science* 13:164-167.

Xing, Y.Z., Y.F. Tan, J.P. Hua, X.L. Sun, C.G. Xu and Q.F. Zhang. 2002. Characterization of the main effects, epistatic effects and their environmental interactions of QTLs on the genetic basis of yield traits in rice. *Theor Appl Genet* 105: 248-257.

Yadav, B., B. Ram, S.K. Sethi, O.P. Luthra. 1992. Genetics of field resistance and transgressive segregation to leaf rust of wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.). *Cereal Research Communication* 20:41-48.

Yadav, B., C.S. Tyagi, D. Singh. 1998. Genetics of transgressive segregation for yield and yield components in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 133: 227-235.

## APÉNDICE

**Cuadro A1.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 1.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	16.161 <sup>ns</sup>	1.303*	3.034 <sup>ns</sup>	0.247 <sup>ns</sup>	0.779 <sup>ns</sup>	0.025 <sup>ns</sup>	2.194 <sup>ns</sup>	0.049 <sup>ns</sup>	24.280 <sup>ns</sup>
Trat	32	85.432**	22.043**	14.972**	2.325**	7.626**	0.228**	7.547**	0.163**	89.952**
Error	64	31.005	0.386	4.360	0.507	0.702	0.058	3.784	0.048	37.892
Total	98									
Media		112.929	150.181	38.453	12.868	1.733	1.720	15.533	1.678	57.344
C.V (%)		4.9	0.413	5.4	5.5	48.3	14.0	12.5	13.2	10.7

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.347*	73.683*	0.302 <sup>ns</sup>	12945.363 <sup>ns</sup>	0.242 <sup>ns</sup>	1.072 <sup>ns</sup>	1.879 <sup>ns</sup>	2.325 <sup>ns</sup>	87.794*
Trat	32	0.159**	40.356**	0.619*	29702.933**	0.591 <sup>ns</sup>	7.609**	11.227*	34.050**	45.625*
Error	64	0.080	15.403	0.382	12693.749	0.735	1.748	6.118	15.794	23.721
Total	98									
Media		2.192	38.246	3.133	552.454	2.864	8.412	10.591	21.868	47.847
C.V (%)		12.9	10.2	19.7	20.3	29.9	15.7	23.3	18.1	10.1

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A2.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 2.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	246.464**	0.363 <sup>ns</sup>	5.673 <sup>ns</sup>	1.964*	1.520 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.961 <sup>ns</sup>	0.028 <sup>ns</sup>	47.741 <sup>ns</sup>
Trat	32	166.019**	21.738**	12.743**	1.583**	9.064**	0.129**	8.877**	0.099**	53.921**
Error	64	31.620	0.176	6.265	0.429	0.869	0.037	3.526	0.021	20.804
Total	98									
Media		108.686	147.727	37.417	12.470	2.111	1.562	14.395	1.550	56.078
C.V (%)		5.2	0.284	6.7	5.3	44.2	12.4	13.0	9.5	8.1

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.047 <sup>ns</sup>	0.774 <sup>ns</sup>	0.486 <sup>ns</sup>	6418.191 <sup>ns</sup>	0.250 <sup>ns</sup>	0.835 <sup>ns</sup>	4.068 <sup>ns</sup>	5.620 <sup>ns</sup>	54.863 <sup>ns</sup>
Trat	32	0.183**	47.144**	0.670**	12944.417*	0.539 <sup>ns</sup>	4.633**	8.240**	19.713**	68.673*
Error	64	0.044	6.779	0.314	7317.546	0.414	1.439	3.842	9.371	38.815
Total	98									
Media		2.032	36.308	2.574	482.252	2.269	6.301	8.046	16.617	47.923
C.V (%)		10.4	7.2	22.7	17.6	28.3	19.0	24.3	18.4	13.0

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A3.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 3.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	91.919 <sup>ns</sup>	0.161 <sup>ns</sup>	4.404 <sup>ns</sup>	6.112 <sup>**</sup>	0.396 <sup>ns</sup>	0.094 <sup>ns</sup>	19.074 <sup>**</sup>	0.127 <sup>ns</sup>	186.194 <sup>**</sup>
Trat	32	145.328 <sup>**</sup>	11.458 <sup>**</sup>	17.568 <sup>*</sup>	1.544 <sup>**</sup>	5.208 <sup>**</sup>	0.160 <sup>*</sup>	7.109 <sup>**</sup>	0.141 <sup>**</sup>	66.629 <sup>**</sup>
Error	64	64.315	0.203	10.513	0.575	0.435	0.083	3.464	0.047	29.195
Total	98									
Media		99.292	91.414	36.152	12.685	1.595	1.522	13.444	1.626	51.359
C.V (%)		8.1	0.4	8.9	5.9	41.3	18.9	13.8	13.3	10.5

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.284 <sup>*</sup>	66.541 <sup>**</sup>	0.472 <sup>ns</sup>	11112.798 <sup>ns</sup>	0.711 <sup>ns</sup>	0.853 <sup>ns</sup>	27.783 <sup>*</sup>	28.758 <sup>ns</sup>	350.209 <sup>**</sup>
Trat	32	0.124 <sup>*</sup>	24.883 <sup>*</sup>	0.374 <sup>**</sup>	43977.682 <sup>**</sup>	0.832 <sup>**</sup>	6.707 <sup>**</sup>	18.685 <sup>**</sup>	49.812 <sup>**</sup>	102.313 <sup>**</sup>
Error	64	0.075	12.641	0.173	10400.267	0.376	1.562	6.057	14.363	31.554
Total	98									
Media		1.761	34.304	2.366	575.707	3.014	6.301	9.708	19.024	50.459
C.V (%)		15.5	10.4	17.6	17.7	20.3	19.8	25.3	19.9	11.1

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A4.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 4.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	407.070 <sup>**</sup>	33.464 <sup>**</sup>	116.019 <sup>**</sup>	8.165 <sup>**</sup>	0.637 <sup>ns</sup>	0.800 <sup>**</sup>	20.473 <sup>**</sup>	0.264 <sup>**</sup>	97.417 <sup>ns</sup>
Trat	32	113.604 <sup>*</sup>	16.521 <sup>**</sup>	22.773 <sup>ns</sup>	1.660 <sup>**</sup>	6.745 <sup>**</sup>	0.112 <sup>*</sup>	5.087 <sup>**</sup>	0.096 <sup>**</sup>	43.312 <sup>ns</sup>
Error	64	58.112	3.631	16.830	0.503	0.415	0.069	2.254	0.031	31.573
Total	98									
Media		69.747	174.585	26.996	9.851	3.779	0.936	8.251	1.051	29.282
C.V (%)		10.9	1.09	15.2	7.2	17.0	28.1	18.2	16.8	19.1

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.243 <sup>**</sup>	76.463 <sup>**</sup>	2.325 <sup>*</sup>	64438.676 <sup>*</sup>	0.076 <sup>ns</sup>	7.174 <sup>**</sup>	34.885 <sup>**</sup>	69.040 <sup>**</sup>	312.891 <sup>**</sup>
Trat	32	0.078 <sup>*</sup>	35.092 <sup>**</sup>	0.514 <sup>ns</sup>	26382.724 <sup>*</sup>	0.310 <sup>ns</sup>	1.918 <sup>**</sup>	2.826 <sup>ns</sup>	8.428 <sup>*</sup>	92.392 <sup>**</sup>
Error	64	0.043	11.274	0.479	13837.614	0.226	0.786	1.797	4.964	31.047
Total	98									
Media		0.951	32.244	1.911	668.040	1.437	3.863	25.248	10.610	49.621
C.V (%)		21.9	10.4	36.2	17.6	33.1	22.9	25.2	20.9	11.2

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A5.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 5.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	545.707**	12.252ns	62.351**	6.776**	0.025 <sup>ns</sup>	0.224**	14.457*	0.140*	153.781*
Trat	32	45.328 <sup>ns</sup>	22.231**	15.120**	1.630*	4.856**	0.057 <sup>ns</sup>	4.036 <sup>ns</sup>	0.037 <sup>ns</sup>	38.270 <sup>ns</sup>
Error	64	42.061	7.367	6.372	0.980	0.303	0.040	3.243	0.037	37.557
Total	98									
Media		60.959	149.383	24.987	8.850	3.372	0.803	6.312	0.811	24.559
C.V (%)		10.6	1.8	10.1	11.1	16.3	24.9	28.5	23.9	24.9

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.214*	68.277**	1.084**	27074.616 <sup>ns</sup>	0.366 <sup>ns</sup>	1.653 <sup>ns</sup>	1.991 <sup>ns</sup>	10.443 <sup>ns</sup>	10.801 <sup>ns</sup>
Trat	32	0.076*	36.573**	0.350**	25680.260 <sup>ns</sup>	0.159 <sup>ns</sup>	0.313 <sup>ns</sup>	0.923 <sup>ns</sup>	2.565 <sup>ns</sup>	101.691**
Error	64	0.045	12.284	0.120	21481.585	0.248	0.880	0.674	4.440	42.148
Total	98									
Media		0.719	28.366	0.798	457.989	1.093	1.779	1.971	4.844	40.964
C.V (%)		29.6	12.3	43.5	32.0	45.5	52.7	41.6	43.5	15.8

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A6.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 6.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	107.828*	1.121ns	100.707**	0.278 <sup>ns</sup>	2.866**	0.082 <sup>ns</sup>	0.717 <sup>ns</sup>	0.007 <sup>ns</sup>	29.756 <sup>ns</sup>
Trat	32	41.398 <sup>ns</sup>	133.509**	10.074 <sup>ns</sup>	0.884**	3.195**	0.084**	2.878**	0.042**	50.004*
Error	64	29.963	3.517	8.265	0.325	0.310	0.028	0.824	0.014	28.058
Total	98									
Media		73.282	110.060	29.342	9.956	3.618	0.987	7.376	0.994	31.264
C.V (%)		7.4	1.7	9.7	5.7	15.4	17.1	12.3	11.9	16.9

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.092 <sup>ns</sup>	9.121 <sup>ns</sup>	0.275*	33630.616**	0.460 <sup>ns</sup>	1.931**	2.209**	11.865**	6.361 <sup>ns</sup>
Trat	32	0.106**	30.247**	0.921**	16218.709**	0.477**	1.038**	2.241**	7.522**	124.772**
Error	64	0.040	11.332	0.062	4991.387	0.148	0.378	0.347	1.598	23.091
Total	98									
Media		0.846	26.446	0.867	293.747	1.101	1.934	2.415	5.452	16.070
C.V (%)		23.8	12.729	28.8	24.0	34.9	31.7	24.4	23.1	29.9

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A7.** Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza de las variables estudiadas. Ambiente 7.

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRAESP
Rep	2	147.919*	65.737**	82.664**	0.885 <sup>ns</sup>	0.249 <sup>ns</sup>	0.226**	3.539 <sup>ns</sup>	0.053 <sup>ns</sup>	4.747 <sup>ns</sup>
Trat	32	113.453**	133.396**	9.609*	1.161**	1.922**	0.075**	2.382*	0.038*	50.322*
Error	64	38.637	9.706	5.306	0.321	0.317	0.025	1.421	0.020	25.731
Total	98									
Media		73.737	108.191	29.656	9.798	3.692	0.944	6.902	0.916	31.480
C.V (%)		8.4	2.8	7.7	5.7	15.2	16.9	17.2	15.5	16.1

CUADRADOS MEDIOS										
F.V	GL	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
Rep	2	0.032 <sup>ns</sup>	16.522 <sup>ns</sup>	0.636**	11955.363*	0.097 <sup>ns</sup>	0.699 <sup>ns</sup>	0.716 <sup>ns</sup>	3.953*	102.302*
Trat	32	0.091**	32.679**	0.732**	17894.787**	0.249*	0.884**	2.155**	6.809**	86.276**
Error	64	0.024	5.899	0.084	3366.478	0.133	0.232	0.230	1.096	28.417
Total	98									
Media		0.790	24.987	0.835	331.212	0.937	1.835	2.296	5.069	15.336
C.V (%)		19.6	9.7	34.7	17.5	38.9	26.2	20.8	20.6	34.7

ns = no significativo, \* significativo al 5% y \*\*altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente. Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRES). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).



**Cuadro A8.** Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 1

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	-2.857	-0.434	-9.830	-0.882	-92.105	-43.750	-30.339	-6.383	0.668	-20.290	-20.555	-1.177	47.573	47.826	32.484	-4.428	12.869	-15.998
2	0.000	-2.169	7.299	2.204	-57.895	-1.562	5.389	21.277	-6.683	-7.246	-0.474	-12.344	7.767	67.391	12.102	-23.985	-3.165	-21.640
3	-4.286	-1.952	-13.479	0.937	-61.654	-35.938	-2.196	-8.511	1.580	4.348	2.776	0.464	23.301	52.174	9.554	-12.915	0.844	-14.136
4	-1.429	-0.651	-11.452	18.567	-29.323	-20.312	2.794	19.149	25.395	13.043	-9.779	-1.819	33.010	41.304	61.146	8.487	29.114	-15.939
5	-8.571	-2.386	-5.353	15.207	-84.511	-10.938	-2.395	14.894	11.847	-10.145	-19.695	29.183	27.184	78.261	-1.911	-7.749	2.532	-10.122
6	1.429	-0.434	-12.603	3.857	-67.669	-26.563	-11.178	14.894	1.580	0.000	-1.586	5.780	41.748	54.348	49.045	5.535	24.684	-15.764
7	-1.429	-1.952	-5.255	13.499	-93.233	-17.188	2.794	14.894	26.549	4.348	-17.241	32.144	9.709	63.043	26.115	-7.749	10.338	-17.452
8	2.857	-0.434	-11.387	23.140	12.782	-18.750	3.992	27.660	6.501	-1.449	-7.323	0.535	59.223	56.522	71.975	30.627	46.835	-11.518
9	-5.714	-3.254	-4.380	7.713	-90.977	3.125	5.389	8.511	18.530	13.043	-4.550	-4.816	0.000	54.348	7.643	-22.878	-5.274	-18.557
10	-2.817	-2.603	-5.191	12.672	-96.241	-21.875	-2.994	8.511	11.422	2.899	-7.698	11.488	23.301	73.913	28.025	-5.535	13.291	-17.220
11	-4.286	-2.169	-7.445	1.488	-81.955	-10.938	-8.583	6.383	5.346	1.449	-3.672	7.100	3.883	41.304	10.191	-27.306	-8.228	-20.768
12	-11.429	-3.905	1.825	5.292	-77.895	13.333	14.286	32.432	13.787	7.937	-5.009	-3.621	-7.692	-13.514	17.797	-21.287	-8.122	-15.334
13	-7.143	-2.169	4.051	10.475	-83.158	11.111	5.714	45.946	-1.225	-14.286	-12.556	-11.126	4.274	-20.270	66.949	12.871	22.843	-10.093
14	-1.429	-0.651	6.971	7.474	-82.105	11.111	6.667	45.946	-3.125	-23.810	-21.672	-31.797	28.205	-10.811	111.017	30.198	46.701	-9.503
15	-2.857	-2.820	-2.828	0.655	-95.789	-17.778	2.857	29.730	15.074	11.111	-4.050	-28.440	13.675	-14.865	64.407	15.347	24.365	-7.144
16	1.429	-2.820	0.182	-2.073	-100.000	-20.000	-11.429	16.216	9.375	9.524	0.206	-16.557	7.692	-18.919	71.186	19.802	27.919	-9.371
17	4.286	-1.735	4.982	7.474	-45.263	11.111	12.619	29.730	1.471	7.937	6.962	-15.273	18.803	0.000	105.085	26.733	45.178	-15.727
18	-5.714	-0.651	-8.788	8.967	-16.438	-3.571	-2.331	50.000	-7.592	-15.584	-7.397	27.919	22.936	7.143	9.659	-11.314	-2.236	-8.328
19	-7.143	-0.434	-8.953	6.110	-76.000	-21.818	-22.177	2.222	0.301	-7.692	-7.390	4.632	50.526	5.172	60.606	11.215	26.485	-12.124
20	1.429	-0.651	-14.248	1.964	34.000	-29.091	-15.524	2.222	-7.414	3.077	11.436	2.693	57.895	20.690	114.394	34.112	58.416	-15.390
21	0.000	-0.434	-4.510	8.838	-37.000	0.000	-5.040	51.111	-2.049	1.538	4.069	-5.135	41.053	-8.621	58.333	28.037	32.673	-2.953
22	1.429	-1.952	1.837	-1.528	-93.000	-7.273	-9.879	4.444	7.836	-1.538	-7.531	-25.566	33.684	43.103	48.485	4.206	24.257	-17.212
23	-2.857	0.000	-2.920	4.085	-91.096	-10.909	-13.906	11.111	17.423	4.687	-12.595	-34.756	-17.308	-35.897	-9.167	-34.971	-25.753	-12.874
24	1.429	-1.952	5.300	-7.387	-81.507	-5.455	-17.178	11.111	3.926	-4.688	-10.164	-13.903	12.821	-7.692	4.583	-13.295	-6.175	-9.178
25	-4.286	-2.603	-1.823	22.943	-91.096	29.091	13.701	37.778	17.055	-6.250	-18.981	-23.372	-43.590	12.821	-28.333	-55.202	-37.500	-27.979
26	2.857	-3.688	15.102	12.043	-24.812	15.385	10.300	46.154	-2.212	21.667	22.608	-13.691	-30.693	19.231	17.213	-13.089	1.644	-13.439

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A9. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 2**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	-1.429	-3.261	1.315	-4.555	-55.105	-27.119	-19.582	-2.222	-7.383	-30.000	-24.360	-9.087	46.250	16.667	18.803	-7.051	5.919	-12.792
2	0.000	-4.783	7.765	2.489	-47.488	-16.949	-15.779	13.333	5.642	0.000	-5.560	-16.007	42.500	27.083	35.043	28.205	30.530	-1.583
3	-4.286	-3.913	-6.345	-4.555	-71.637	-33.898	-7.414	-4.444	-1.801	-7.143	-5.359	-12.005	25.000	0.000	3.419	3.846	3.115	0.481
4	1.429	-1.304	0.018	3.019	25.770	-18.644	-22.243	31.111	18.187	-2.857	-17.333	-15.632	31.250	-14.583	35.897	37.821	29.283	7.083
5	-11.429	-5.435	-3.769	7.150	-90.762	-18.644	-11.217	11.111	9.544	-10.000	-17.717	22.593	42.500	22.917	4.274	42.308	25.545	13.960
6	-14.286	-1.957	-6.363	-4.820	-41.329	-30.508	-30.608	0.000	-3.721	-10.000	-6.321	-23.051	31.250	-29.167	20.513	-3.846	1.246	-6.602
7	-5.714	-4.565	6.293	0.847	-95.138	-11.864	-7.985	0.000	13.145	-5.714	-16.159	33.139	26.250	33.333	13.675	14.744	17.134	-3.165
8	-4.286	-3.478	-11.341	4.078	18.963	-27.119	-22.053	8.889	-15.606	-40.000	-28.295	-15.632	38.750	-29.167	29.060	14.103	13.084	-3.646
9	-20.000	-4.783	-9.483	4.714	-64.830	-11.864	-6.844	13.333	5.882	-4.286	-8.159	-18.966	22.500	-8.333	-23.932	-2.564	-11.215	1.100
10	4.687	-3.913	1.437	7.362	-98.379	-13.559	0.760	15.556	2.041	-12.857	-14.146	-0.333	16.250	8.333	-17.949	-10.897	-10.592	-1.238
11	-10.000	-3.478	-5.697	-11.811	-70.827	-20.339	-24.905	-6.667	3.661	-10.000	-13.096	-3.210	28.750	12.500	14.530	9.615	11.838	-1.514
12	-17.143	-4.783	-1.112	12.464	-89.796	-8.696	8.235	7.500	18.097	10.526	-6.403	-11.824	-32.331	22.917	-15.714	-27.805	-17.303	-11.211
13	0.000	-3.478	2.497	11.710	-82.945	4.348	-2.353	17.500	5.846	-8.772	-13.700	-19.020	-15.789	29.167	-0.714	-34.146	-14.504	-21.776
14	1.429	-1.957	0.747	8.232	-78.863	-4.348	-19.765	32.500	2.363	-1.754	-4.094	-34.967	-27.820	-20.833	0.000	-13.171	-9.415	-1.361
15	-4.286	-3.696	-0.838	5.739	-88.338	-19.565	-5.412	5.000	6.032	0.000	-5.201	-23.493	-12.030	-6.250	-13.571	-8.780	-10.178	2.528
16	-4.286	-2.174	-0.583	5.623	-88.338	-17.391	-13.647	10.000	-0.187	-10.526	-10.399	-33.683	-8.271	6.250	2.143	-24.878	-11.450	-14.646
17	2.857	-3.043	-3.007	7.942	-58.163	-19.565	-7.059	5.000	-2.425	8.772	11.468	-18.359	-9.774	10.417	26.429	3.415	12.468	-7.258
18	-5.714	-1.957	-8.267	3.864	-9.149	-22.951	-5.664	25.641	-14.799	-27.848	-15.359	-26.374	-6.154	-30.000	-13.298	-23.162	-20.566	-2.557
19	-11.429	-2.826	-2.985	7.750	-73.534	6.818	0.000	30.556	-4.680	-13.846	-9.679	-9.512	8.696	37.143	18.621	-22.472	-4.474	-18.305
20	-2.857	-1.739	-0.850	9.816	-53.724	-9.091	0.494	33.333	-13.566	-3.077	11.330	24.301	9.565	20.000	35.862	-8.240	8.277	-14.599
21	-2.857	-2.174	7.454	3.387	-14.897	18.182	-3.951	61.111	-8.827	-18.462	-10.743	-23.141	-4.348	17.143	7.586	-24.345	-10.738	-14.936
22	-5.714	-3.478	-1.375	-1.320	-85.737	-9.091	-6.296	8.333	-2.014	-3.077	-1.345	-31.894	-3.478	100.000	13.793	-52.434	-19.016	-41.213
23	-1.429	-1.304	6.167	-2.382	-90.654	-8.000	-24.686	4.348	-7.151	-3.390	3.517	-22.885	55.952	21.739	104.082	33.784	55.479	-12.492
24	-4.286	-3.478	2.598	-13.711	-67.664	-14.000	-22.176	-15.217	-11.882	5.085	18.355	-21.987	45.238	23.913	61.224	18.919	33.904	-11.036
25	-11.429	-3.261	2.489	12.599	-73.832	14.000	6.067	13.043	-3.333	-1.695	1.180	-24.295	-10.714	32.609	17.347	-18.919	1.370	-20.687
26	-5.714	-3.913	16.287	12.457	-26.927	18.367	19.231	22.727	-4.937	17.188	22.892	-10.554	-11.538	-3.571	42.268	29.341	27.500	1.532

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A10. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 3**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	5.085	2.867	-4.672	-10.633	-65.169	-33.333	-31.798	-10.870	-12.775	-14.035	-2.460	7.147	48.148	66.667	83.696	-1.327	28.333	-25.067
2	10.169	-1.075	-2.810	-7.342	-32.584	-19.608	-18.421	13.043	-15.924	-12.281	1.555	-22.931	19.444	83.333	63.043	-19.469	13.611	-29.369
3	1.695	-0.717	-1.204	-4.557	-47.191	-15.686	-14.254	17.391	-7.962	-1.754	6.853	6.427	16.667	73.810	36.957	-9.735	11.944	-20.022
4	8.475	1.792	-3.668	0.152	-33.708	-13.725	-7.018	17.391	-1.188	-7.018	-5.452	14.087	38.889	78.571	77.174	47.345	58.611	-6.798
5	-5.085	-1.792	-3.358	-1.570	-83.146	-11.765	-9.430	13.043	-0.416	-3.509	-3.238	-7.352	40.741	83.333	53.261	15.044	32.778	-13.490
6	1.695	-1.075	0.675	-2.025	-55.056	-15.686	6.579	19.565	14.141	19.298	4.800	33.728	55.556	83.333	89.130	38.053	56.389	-15.135
7	6.780	-2.867	-0.292	7.646	-82.022	-1.961	1.316	21.739	-5.704	3.509	11.162	9.717	67.593	102.381	64.130	-1.770	27.222	-22.678
8	6.780	0.000	-12.737	-8.101	33.708	-29.412	-27.632	-6.522	-22.341	-24.561	-3.225	-3.907	90.741	78.571	103.261	25.221	51.389	-16.995
9	-5.085	-2.867	1.423	-1.215	-62.921	0.000	-2.412	4.348	-3.090	7.018	10.867	7.044	-1.852	-7.143	2.174	-22.566	-14.444	-9.347
10	29.545	-3.226	12.409	1.114	-92.135	11.765	-4.825	17.391	-2.971	1.754	6.220	21.337	-2.778	40.476	15.217	-20.354	-4.167	-16.995
11	-10.169	-1.434	-0.456	-0.608	-44.944	1.961	-13.377	4.348	-12.359	-15.789	-4.529	9.203	-15.741	47.619	5.435	-43.805	-20.556	-32.130
12	0.000	-3.226	-4.402	-2.909	-90.050	-19.565	6.232	-6.522	28.849	30.952	2.341	60.146	15.929	0.000	0.000	5.114	2.550	18.293
13	-1.695	-0.358	-15.151	-0.878	-78.441	-28.261	-3.116	-6.522	15.845	19.048	2.437	11.580	52.212	31.343	65.455	18.750	35.694	15.756
14	6.780	-0.358	-9.222	9.550	-86.733	-10.870	13.598	21.739	9.492	4.762	-3.462	10.062	50.442	13.433	90.000	98.864	79.887	26.363
15	5.085	-1.075	-4.911	2.964	-98.342	-13.043	9.915	4.348	6.428	14.286	7.728	-10.343	-7.965	7.463	10.909	-21.023	-5.666	-2.845
16	10.169	-1.075	1.619	4.830	-85.075	0.000	2.550	4.348	22.720	30.952	6.538	5.734	12.389	11.940	42.727	51.136	41.076	22.137
17	16.949	-0.358	7.457	16.191	-68.491	17.391	37.394	23.913	25.710	59.524	26.913	43.901	7.080	13.433	52.727	51.705	44.759	17.986
18	1.695	0.000	-7.915	9.062	-42.532	-12.000	-6.998	37.838	7.314	-13.793	-20.339	5.160	66.364	90.244	51.429	27.358	41.620	-11.655
19	-1.695	2.867	-4.234	-3.397	-85.342	-18.182	-27.155	-9.756	-5.916	-9.804	-3.725	13.146	55.752	49.123	58.333	38.278	45.722	-2.870
20	8.475	0.000	1.392	7.272	-67.427	-6.818	-7.543	31.707	-15.267	1.961	21.116	29.641	31.858	33.333	76.852	41.627	50.535	-6.104
21	5.085	-1.792	1.940	-1.911	-53.257	-4.545	-20.690	14.634	-10.941	-1.961	11.151	-1.428	31.858	35.088	55.556	26.794	36.364	-4.762
22	-1.695	-2.151	4.528	-6.316	-78.013	-4.545	-23.491	2.439	-4.517	-7.843	-3.786	-6.647	-2.655	10.526	7.407	-31.100	-13.636	-20.879
23	8.475	-1.792	-6.080	5.483	-62.712	-18.182	-15.099	-2.326	1.203	3.636	2.998	-3.691	57.547	8.571	50.746	44.311	39.892	-9.849
24	1.695	-5.376	0.172	-2.456	-60.678	-9.091	0.743	4.651	-9.862	0.000	11.570	-18.346	-22.642	2.857	-12.687	-31.737	-18.329	-26.027
25	5.085	-2.867	-10.409	16.733	-74.576	10.909	8.416	39.535	-7.216	-14.545	-6.874	-22.222	-24.528	10.000	2.239	-21.557	-7.008	-27.528
26	-1.695	-3.226	11.557	8.459	-29.032	-5.357	0.228	14.286	4.031	14.583	9.891	-11.275	17.431	55.556	28.866	25.714	30.915	-3.617

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A11. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 4**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	17.500	-3.159	16.545	6.415	-30.460	-3.571	6.148	22.222	9.011	8.418	-0.897	7.653	26.119	24.000	77.358	28.947	41.667	-10.373
2	7.500	-3.346	11.126	8.226	-14.943	-10.714	-2.049	3.704	-10.769	-8.754	1.337	-43.050	5.224	-8.000	56.604	-1.754	13.542	-15.642
3	2.500	-3.717	-8.901	1.132	-26.437	-32.143	5.328	0.000	-1.099	4.377	4.853	-25.913	3.731	-16.000	41.509	3.509	11.458	-9.550
4	10.000	-2.044	1.911	27.925	-20.690	7.143	17.213	22.222	29.780	29.630	-1.051	-1.460	-5.970	36.000	66.038	21.053	35.417	-12.897
5	0.000	-2.230	11.361	9.283	-43.678	7.143	-7.377	18.519	-9.231	-18.182	-11.222	-12.185	-1.493	12.000	33.962	1.754	11.979	-12.403
6	7.500	-3.159	-3.639	2.113	-40.000	-14.286	-6.967	7.407	-7.253	-7.407	-0.996	-20.669	14.179	12.000	77.358	21.053	35.417	-11.691
7	0.000	-2.788	12.827	9.358	-60.920	0.000	-13.525	-7.407	-6.593	-14.478	-9.381	-11.150	-2.239	48.000	45.283	5.263	21.875	-20.911
8	5.000	-1.487	-7.932	22.491	-12.069	-21.429	15.574	22.222	-3.407	-5.387	-4.931	-3.671	-2.985	36.000	45.283	-11.404	10.417	-26.070
9	-2.500	-4.089	7.984	18.792	-57.241	17.857	15.164	33.333	8.681	-2.020	-9.741	-25.893	11.194	-16.000	13.208	14.912	10.417	-4.610
10	15.385	-2.974	10.916	18.038	-75.057	10.714	2.459	11.111	11.319	10.101	-1.198	-6.176	16.418	56.000	84.906	16.667	40.625	-18.879
11	0.000	-4.461	-4.018	13.453	-46.983	-25.000	-22.541	25.926	-16.484	-28.283	-14.289	-56.527	35.821	92.000	41.509	-18.421	12.500	-32.327
12	-2.500	-3.717	-2.559	5.970	-63.483	-13.043	-6.393	0.000	5.541	5.333	1.527	-0.943	-16.571	-23.684	-21.649	-23.333	-22.745	-4.736
13	0.000	-0.743	9.899	7.910	-50.337	8.696	2.283	14.815	9.794	31.556	22.915	-11.275	-14.286	2.632	-11.340	-6.667	-7.059	-1.116
14	10.000	-1.673	12.627	16.642	-50.225	17.391	30.594	33.333	20.876	57.333	32.769	49.651	-14.857	-7.895	1.031	8.333	3.137	1.809
15	15.000	-3.531	9.505	5.821	-72.472	-13.043	-6.393	-7.407	57.603	39.556	-3.809	11.362	-12.000	-15.789	-15.464	12.500	-2.353	12.953
16	17.500	-1.487	32.199	25.224	-69.663	43.478	27.397	29.630	32.861	70.222	31.200	46.124	-16.571	-7.895	10.309	25.833	14.902	8.148
17	17.500	-0.743	29.893	23.060	-23.933	82.609	55.251	66.667	11.340	51.111	39.116	17.251	4.000	-10.526	9.278	13.333	8.235	2.925
18	9.756	-1.487	1.483	2.019	-35.879	0.000	4.598	32.143	-0.223	-20.846	-16.389	-1.300	61.321	55.000	119.048	46.053	69.565	-13.035
19	-2.500	-3.159	11.092	11.477	-29.123	59.091	22.791	50.000	-15.716	-6.923	12.192	-26.320	3.571	-2.941	46.154	16.190	22.549	-3.386
20	15.000	-1.859	26.411	14.108	-35.088	54.545	46.512	38.462	-2.095	12.308	14.714	-7.225	-2.976	-17.647	53.846	13.333	21.078	-4.847
21	2.500	-0.929	25.844	6.140	-31.345	63.636	20.930	57.692	-12.689	-5.000	8.973	2.197	-8.929	-8.824	35.385	24.762	22.549	3.520
22	0.000	-2.788	17.674	-2.705	-39.766	13.636	-7.907	-19.231	-3.725	-13.846	-11.253	-5.345	4.762	-29.412	29.231	13.333	11.275	6.241
23	2.439	-1.301	9.683	-15.159	-53.000	-17.143	-22.093	-29.412	2.111	10.593	9.731	34.713	-9.934	-33.962	-11.864	9.375	-8.614	-2.666
24	17.073	-3.346	-3.607	-18.153	-34.375	-31.429	-25.194	-17.647	6.464	20.763	17.206	7.153	30.464	-28.302	15.254	60.417	22.846	5.787
25	0.000	-2.416	-14.452	2.229	-65.375	-14.286	-12.791	0.000	6.992	-6.356	-10.004	-3.293	7.947	-24.528	-20.339	-29.167	-24.345	-25.058
26	20.000	-0.743	21.845	9.611	-6.763	30.000	34.413	30.000	18.063	41.897	20.989	69.151	4.575	-13.333	30.986	57.547	38.164	18.747

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A12. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 5**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	-7.692	-2.586	-12.130	-7.708	-27.193	-29.032	2.463	0.000	-25.176	-45.283	-26.249	-58.214	-20.325	-25.926	-32.609	-63.014	-46.575	-31.628
2	-7.692	-3.879	-4.107	-12.123	-9.503	-19.355	-6.897	-14.815	-50.853	-58.491	-16.042	-82.956	-40.650	-40.741	-34.783	-57.534	-47.260	-17.520
3	-5.128	-3.879	-8.238	-11.142	-20.322	-22.581	6.897	-11.111	-35.908	-44.340	-13.304	-70.058	-32.520	0.000	6.522	-21.918	-8.904	-12.663
4	0.000	-2.156	-20.917	-1.822	-16.520	-38.710	-13.793	-14.815	-22.768	-36.792	-20.873	-61.734	-49.593	-14.815	-26.087	-57.534	-39.726	-18.045
5	-7.692	-1.509	-7.713	-6.447	-30.994	-25.806	-14.778	-11.111	-26.479	-44.654	-25.579	-58.476	-17.886	7.407	0.000	-31.507	-14.384	-21.260
6	-2.564	-3.233	-8.668	-1.402	-38.158	-12.903	13.793	3.704	-25.075	-27.673	-3.391	-50.733	-6.504	14.815	0.000	-23.288	-8.904	-15.551
7	-7.692	-4.095	-8.095	-4.205	-57.895	-38.710	-34.483	-25.926	-45.035	-57.233	-22.418	-81.478	-26.829	-25.926	-41.304	-49.315	-42.466	-13.648
8	2.564	-3.233	-20.869	-11.423	3.655	-29.032	4.433	0.000	-18.255	-26.415	-10.197	-40.350	-10.569	-3.704	-2.174	-45.205	-23.973	-28.281
9	-2.564	-4.957	-12.321	-7.078	-45.322	-19.355	-24.138	-7.407	-20.261	-39.623	-23.867	-64.559	-9.756	-25.926	-21.739	-34.247	-28.767	-7.809
10	-12.821	-4.957	-12.918	-12.474	-60.234	-32.258	-40.887	-25.926	-24.273	-34.906	-17.864	-63.589	-37.398	-25.926	-28.261	-49.315	-38.356	-20.211
11	7.692	-6.250	2.412	-13.735	-30.263	-9.677	-7.882	-3.704	-30.893	-33.962	-3.715	-53.388	-4.065	-11.111	0.000	-28.767	-16.438	-15.222
12	2.778	-1.724	-1.600	25.881	-64.994	-4.545	27.108	0.000	-6.591	-9.712	-1.376	-35.834	1.587	8.000	15.556	-17.857	-0.794	-14.642
13	-5.556	-0.647	-2.142	15.821	-51.066	-22.727	7.229	4.545	-15.455	-29.137	-17.982	-51.353	-11.111	8.000	-15.556	-30.357	-17.460	-14.943
14	-5.556	-1.078	-17.977	17.111	-55.332	-27.273	-3.614	0.000	-15.000	-30.216	-17.525	-58.368	-24.603	32.000	-2.222	-30.357	-7.937	-21.661
15	5.556	-3.017	-3.579	26.139	-65.747	4.545	45.181	40.909	-9.205	-17.266	-7.391	-52.837	-6.349	-8.000	-11.111	5.357	-3.175	12.000
16	0.000	-1.509	-7.728	34.308	-71.267	13.636	37.952	31.818	-12.614	-25.180	-12.503	-64.226	-30.952	-16.000	-11.111	-12.500	-12.698	5.131
17	5.556	-5.172	4.447	11.780	-47.804	45.455	2.410	0.000	-16.932	-15.827	-1.779	-51.765	14.286	40.000	-8.889	-28.571	-7.937	-22.189
18	-2.778	-3.664	-18.153	-5.860	-19.687	-31.034	-20.197	-8.000	-8.241	-18.533	-12.274	-25.253	22.989	42.105	2.703	-23.214	-3.571	-20.260
19	-12.500	-3.664	-13.955	21.519	-39.919	3.704	10.096	3.704	0.622	3.704	2.191	-42.006	20.000	-41.935	-35.294	-53.521	-45.098	-15.402
20	-5.000	-1.509	-15.136	12.500	-32.527	-11.111	3.846	-3.704	13.433	31.687	16.292	-11.994	6.087	-12.903	0.000	-1.408	-3.268	0.992
21	-20.000	-4.311	-8.713	-8.861	-23.522	-14.815	-20.192	-11.111	-21.020	-34.979	-17.532	-74.384	4.348	-29.032	-33.333	-50.704	-40.523	-17.885
22	-10.000	-5.172	-10.130	-8.149	-48.522	-14.815	-32.692	-29.630	-6.592	-19.342	-15.486	-32.261	20.870	-19.355	-27.451	-49.296	-35.948	-14.691
23	-11.429	-2.371	0.300	-12.766	-38.243	-23.333	-38.372	-27.586	-28.750	-48.606	-29.728	-53.025	15.278	21.739	28.571	3.846	19.048	-29.303
24	8.571	-3.017	36.435	-14.255	-42.698	-13.333	-38.760	-13.793	-21.375	-27.888	-8.294	-31.769	62.500	0.000	0.000	34.615	10.714	0.352
25	2.857	-3.664	14.406	7.234	-76.980	3.333	-13.566	0.000	-28.750	-25.896	3.002	-22.757	61.111	4.348	45.714	50.000	35.714	-6.797
26	-2.564	-2.586	8.201	-14.176	-2.877	8.000	-4.054	-34.615	-19.028	10.000	-6.373	-34.223	-13.131	-65.714	-34.783	-2.326	-32.258	32.391

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A13. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 6**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	0.000	-15.447	3.274	-10.473	-40.365	-8.824	-11.600	-11.111	-9.341	-36.111	-29.813	-47.183	-12.871	-24.107	24.520	-24.574	-7.306	-42.956
2	-2.174	-14.363	-2.278	-7.950	-25.391	-14.706	-16.000	-22.222	-6.777	-14.444	-7.389	-69.014	-51.609	-42.857	-21.322	-51.703	-39.136	-49.687
3	-6.522	-12.195	-8.848	-10.473	-41.536	-26.471	-5.200	-25.000	-12.088	-22.778	-12.632	-40.845	-42.574	-14.881	-9.382	-40.998	-24.015	-20.777
4	-6.522	-8.943	-0.354	-0.631	-16.536	-2.941	0.800	-5.556	-11.905	-37.222	-35.564	-58.451	-35.644	-39.881	-16.418	-38.321	-30.051	-38.354
5	-15.217	-6.775	-9.113	-2.587	-22.786	-14.706	-17.200	-16.667	-32.784	-36.111	-32.449	-79.577	-48.515	-27.976	-10.021	-30.779	-21.665	-70.723
6	-8.696	-10.569	-2.522	-6.120	-37.760	-5.882	-6.000	-22.222	-5.311	-21.111	-16.840	-44.366	-29.703	-24.702	0.640	-19.708	-12.008	-27.840
7	-8.696	0.000	-7.277	-4.479	-58.724	-29.412	-30.400	-16.667	-27.656	-51.667	-32.489	-76.056	-48.515	-17.857	-11.301	-53.771	-31.893	-63.039
8	4.348	-14.634	-8.825	-5.868	-4.297	-11.765	-4.400	-16.667	-8.974	-26.111	-19.757	-38.028	-9.901	-3.274	50.746	-6.813	14.231	-47.293
9	0.000	-14.092	-7.100	-2.271	-33.073	-17.647	-11.200	-16.667	-8.242	-32.778	-26.931	-38.028	-31.683	-1.190	23.241	-26.399	-3.748	-27.616
10	-4.348	-7.046	-5.021	2.334	-47.917	-11.765	-15.200	-11.111	-16.300	-36.111	-25.539	-52.113	-55.446	-66.071	-53.518	-62.774	-59.466	-0.318
11	-2.174	-6.775	0.199	0.946	-28.516	5.882	-4.800	-8.333	-24.359	-39.444	-20.169	-66.901	-47.525	-38.095	5.330	-31.752	-19.759	-49.166
12	-8.696	-7.046	-5.862	-13.060	-63.772	-22.581	-22.689	-30.556	-16.888	-41.333	-29.822	-70.290	-38.889	-61.310	-41.398	-44.279	-42.818	-40.791
13	0.000	-11.653	-6.061	1.640	-48.304	9.677	-4.202	-5.556	3.605	10.333	-2.240	-29.710	-7.778	-24.405	-18.100	2.526	-3.711	-26.250
14	-4.348	-5.149	1.283	-7.760	-26.323	-9.677	-18.908	-19.444	-9.488	-21.333	-13.060	-89.130	-50.000	-50.893	-56.452	-21.397	-35.601	-78.056
15	0.000	-7.317	-9.047	-5.363	-42.469	-29.032	4.202	-22.222	-28.463	-44.667	-7.332	-73.913	-25.556	-73.512	-56.810	-40.862	-49.966	-43.032
16	0.000	-7.317	-8.980	-16.278	-58.209	-38.710	-5.882	-22.222	-25.617	-33.333	-10.108	-73.913	-33.333	-66.369	-39.964	-30.906	-37.251	-53.960
17	0.000	-11.653	-3.981	0.000	-41.113	-12.903	-0.840	-22.222	-7.590	0.000	4.487	-62.319	-43.333	11.905	-21.685	-31.352	-12.371	-55.242
18	-4.348	-7.588	-18.303	-8.013	-25.065	-46.512	-34.494	-33.333	-34.603	-44.231	-18.632	-70.935	-40.909	-51.316	-61.655	-79.847	-69.786	-16.314
19	-10.870	-11.111	-9.445	-2.650	-47.301	-16.667	-14.216	-27.778	-18.844	-29.104	-7.158	-78.992	-25.806	-18.452	-20.043	-33.103	-12.432	-69.819
20	-6.522	-10.027	0.907	-0.505	-0.568	6.667	18.137	-5.556	-1.071	-4.478	-3.136	-59.664	-29.032	-22.321	15.352	-19.586	6.950	-58.994
21	-8.696	-7.046	-10.352	-5.110	-18.182	-6.667	4.412	2.778	-1.927	-8.209	-5.804	-60.504	-40.860	-48.512	-35.608	-52.000	-36.448	-39.843
22	-6.522	-7.317	2.035	-12.177	-21.165	-16.667	-4.902	-25.000	-5.996	-20.896	-16.860	-58.824	-47.312	-73.512	-59.275	-46.483	-48.417	-15.299
23	-4.348	-0.542	6.539	-6.562	-29.818	-10.526	-24.910	-11.111	3.766	-4.969	-8.727	-77.528	-31.707	5.952	-21.848	-53.423	-28.743	-62.917
24	0.000	-5.149	5.340	-11.735	-23.177	-7.895	-24.188	-16.667	-29.190	-41.615	-13.192	-81.461	-42.683	24.405	-42.815	-63.412	-38.033	-65.055
25	-4.348	-18.699	-3.030	-7.634	-63.021	-7.895	-22.022	-11.111	5.461	-6.211	-11.228	-26.966	-1.220	-16.667	-20.968	-24.467	-18.470	-10.265
26	8.696	-13.821	1.283	-1.009	4.788	14.815	5.392	-22.222	-11.959	-9.016	5.190	51.020	33.333	18.750	27.079	42.825	39.828	1.467

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A14. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 7**

TRAT	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESMF	BTOTMF	IC
1	12.195	-14.167	6.667	-12.841	-25.676	-35.135	-31.373	-28.125	-6.410	-33.714	-29.172	-64.000	-39.231	-36.533	-30.389	-45.068	-38.864	-44.583
2	7.317	-12.223	4.926	-8.849	-30.135	-21.622	-16.863	-9.375	-25.641	-44.000	-24.001	-68.667	-42.308	-23.529	-28.293	-50.967	-39.111	-46.855
3	-4.878	-11.111	-11.982	-4.724	-26.622	-45.946	-16.078	-18.750	-18.315	-38.286	-24.125	-61.333	-49.231	-28.793	-47.305	-61.992	-51.852	-19.319
4	9.756	-13.056	0.344	4.059	-15.946	-18.919	-10.196	-9.375	2.198	-34.286	-36.134	-54.000	-35.385	-24.768	-23.952	-43.133	-33.877	-31.754
5	12.195	-6.667	4.857	9.914	-43.378	2.703	-11.373	-12.500	-7.509	-32.571	-25.743	-61.333	-36.154	-48.916	-52.844	-28.046	-39.556	-41.235
6	4.878	-11.944	-7.904	2.462	-29.595	-24.324	-23.529	-12.500	5.495	-25.714	-29.520	-42.000	-41.538	-26.006	-34.581	-52.515	-42.370	0.838
7	9.756	-4.723	2.726	3.792	-49.459	-32.432	-30.588	-15.625	-33.150	-54.857	-33.160	-80.667	-43.077	-53.251	-51.647	-71.567	-62.074	-47.186
8	16.098	-15.000	-4.078	-2.595	-15.811	-16.216	-9.412	-12.500	-14.286	-32.571	-21.331	-48.667	-43.846	-31.269	-23.353	-50.774	-38.617	-19.212
9	18.049	-13.333	4.238	4.192	-44.189	-8.108	-13.333	-3.125	-14.835	-36.000	-24.874	-58.000	-46.923	-30.031	-22.006	-41.006	-32.988	-38.644
10	4.878	-8.333	0.206	4.724	-46.892	-29.730	-14.118	-6.250	-13.004	-33.714	-24.530	-58.667	-49.231	-16.099	-52.096	-67.311	-54.123	-8.974
11	12.195	-6.667	3.711	-5.655	-24.459	-40.541	-16.863	-34.375	-12.271	-26.286	-16.102	-40.000	-54.615	-69.659	-47.305	-52.611	-53.580	-10.051
12	-4.878	0.000	2.715	-2.794	-37.784	-17.241	-6.030	3.571	-1.008	-8.130	-9.170	-63.158	-46.667	-2.016	-35.865	-46.264	-35.049	-64.324
13	14.634	-13.333	1.144	-10.978	-49.574	-10.345	-13.065	-7.143	9.073	21.951	10.817	-34.586	-28.571	-35.081	-6.540	-18.966	-17.630	-17.180
14	9.756	-5.000	2.558	0.466	-25.710	10.345	29.146	17.857	-0.403	-7.317	-7.688	-86.466	-60.952	-61.290	-50.844	-55.747	-55.078	-65.838
15	20.000	-5.000	0.135	1.597	-34.517	-24.138	10.050	3.571	-18.548	-2.846	8.035	-71.429	-28.571	-60.887	-33.544	-34.914	-38.999	-51.542
16	17.073	-5.000	-4.039	-8.583	-37.074	-10.345	11.055	0.000	-22.984	-21.951	-1.157	-78.195	-48.571	-54.839	-44.515	-53.017	-50.494	-54.925
17	0.000	-12.223	-11.667	0.599	-29.261	-17.241	-6.533	-14.286	-14.516	-8.130	7.323	-56.391	-27.619	17.742	-17.089	-42.816	-23.625	-42.345
18	-10.870	-6.667	-11.023	8.516	-18.573	-16.667	7.447	-3.571	-0.698	-33.158	-33.729	-66.875	-39.691	-28.897	-43.268	-62.222	-51.275	-33.570
19	-2.273	-8.333	-2.863	4.591	-32.124	-11.111	-23.041	3.571	-29.435	-46.667	-24.439	-77.778	-40.241	-35.955	-44.855	-49.383	-45.426	-58.405
20	15.909	-7.223	12.770	4.923	-10.753	14.815	6.912	-3.571	-11.696	-16.296	-5.173	-23.232	-32.530	-24.345	-17.203	-17.970	-18.727	5.460
21	15.909	-5.000	4.090	-3.127	-26.613	14.815	-2.304	0.000	-8.187	-24.444	-12.001	-68.687	-21.928	-56.929	-53.376	-34.294	-45.365	-43.721
22	-13.636	-4.167	-8.066	0.599	-26.210	-14.815	-32.258	-25.000	-26.901	-52.593	-27.664	-77.778	-33.494	-7.865	-42.765	-40.329	-35.909	-59.167
23	4.762	-2.500	7.827	0.732	-33.641	-13.889	-12.302	-20.000	-9.785	-28.302	-16.543	-79.477	-30.928	-27.734	-45.740	-55.006	-47.819	-59.518
24	-4.762	-2.500	-1.990	-11.710	-15.303	-16.667	-31.349	-25.714	-4.305	-14.465	-9.932	-76.459	-42.268	-55.859	-64.873	-67.107	-64.722	-34.242
25	9.524	-17.500	5.726	-0.200	-49.340	5.556	-4.365	-2.857	-15.851	-32.075	-18.993	-31.792	-15.464	13.281	-26.158	-29.153	-22.137	-12.675
26	23.902	-10.000	11.401	-2.927	-0.423	14.815	1.031	0.000	-19.770	-18.621	1.689	4.286	-4.110	10.701	-5.040	-9.442	-3.244	9.383

Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hojas banderas (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP); Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento ton ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A15. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 1.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJ MF	BTA MF	BESPMF	BTOT MF	IC
ALT	1.00	0.33*	0.24*	0.22*	-0.12 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.34*	0.07 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.23*	0.40*	0.21*	0.33*	-0.16 <sup>ns</sup>
MF	0.33*	1.00	-0.29*	0.22*	-0.25*	-0.24*	-0.17 <sup>ns</sup>	0.41*	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.22*	-0.24*	-0.07 <sup>ns</sup>	0.41*	0.19 <sup>ns</sup>	0.54*	0.20*	0.37*	-0.28*
LONPED	0.24*	-0.29*	1.00	0.00 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.69*	0.39*	0.25*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
LONESP	0.22*	0.22*	0.00 <sup>ns</sup>	1.00	0.01 <sup>ns</sup>	0.39*	0.58*	0.65*	0.21*	0.18 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>
LONARI	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.25*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	1.00	0.09 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.23*	0.11 <sup>ns</sup>	0.39*	0.12 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.21*	0.09 <sup>ns</sup>	0.36*
PSPED	0.07 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.69*	0.39*	0.09 <sup>ns</sup>	1.00	0.77*	0.55*	0.13 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.20*	-0.33*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.7 <sup>ns</sup>
PSESP	0.14 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	0.39*	0.58*	0.15 <sup>ns</sup>	0.77*	1.00	0.51*	0.22*	0.34*	0.17 <sup>ns</sup>	0.27*	-0.28*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>
PSHOJA	0.34*	0.41*	0.25*	0.65*	-0.10 <sup>ns</sup>	0.55*	0.51*	1.00	0.16 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.25*	0.24*	0.06 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.23*
GRAESP	0.07 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.23*	0.13 <sup>ns</sup>	0.22*	0.16 <sup>ns</sup>	1.00	0.54*	-0.25*	0.08 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>
PGRESP	0.15 <sup>ns</sup>	-0.22*	0.12 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.34*	0.11 <sup>ns</sup>	0.54*	1.00	0.64*	0.13 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
P1000G	0.08 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.11 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.39*	0.06 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	-0.5 <sup>ns</sup>	-0.25*	0.64*	1.00	0.05 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>
REND	0.00 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.20*	0.27*	0.09 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	1.00	0.09 <sup>ns</sup>	0.21*	0.02 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>
ESPM2	0.15 <sup>ns</sup>	0.41*	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>	-0.33*	-0.28*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	1.00	0.37*	0.75*	0.77*	0.83*	0.18 <sup>ns</sup>
BHOJMF	0.23*	0.19 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.25*	0.12 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.21*	0.37*	1.00	0.32*	0.16 <sup>ns</sup>	0.41*	-0.42*
BTAMF	0.40*	0.54*	-0.08 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.75*	0.32*	1.00	0.73*	0.90*	-0.02 <sup>ns</sup>
BESPMF	0.21*	0.20*	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.77*	0.16 <sup>ns</sup>	0.73*	1.00	0.93*	0.57*
BTOTMF	0.33*	0.37*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.83*	0.41*	0.90*	0.93*	1.00	0.26*
IC	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.28*	0.02 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	0.36*	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.42*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.57*	0.26*	1.00

<sup>ns</sup> = no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).



**Cuadro A16. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 2.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	0.41*	0.44*	0.06 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	0.23*	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.23*	0.04 <sup>ns</sup>	0.45*	0.20*	0.34*	-0.06 <sup>ns</sup>
MF	0.41*	1.00	-0.06 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.26*	-0.30*	-0.34*	0.37*	-0.20*	-0.41*	-0.31*	-0.27*	0.08 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.28*	-0.11 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.23*
LONPED	0.44*	0.06 <sup>ns</sup>	1.00	0.21*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.66*	0.32*	0.26*	0.15 <sup>ns</sup>	0.27*	0.20*	0.33*	0.06 <sup>ns</sup>	0.21*	0.21*	0.23*	0.29*	0.09 <sup>ns</sup>
LONESP	0.06 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.21*	1.00	-0.19 <sup>ns</sup>	0.43*	0.59*	0.52*	0.21*	0.06 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.10 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
LONARI	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.26*	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	1.00	0.19 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.21*	0.05 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.25*	0.14 <sup>ns</sup>	0.27*
PSPED	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.30*	0.66*	0.43*	0.19 <sup>ns</sup>	1.00	0.65*	0.44*	0.23*	0.32*	0.19 <sup>ns</sup>	0.37*	-0.20*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>
PSESP	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.34*	0.32*	0.59*	0.01 <sup>ns</sup>	0.65*	1.00	0.26*	0.23*	0.34*	0.23*	0.36*	-0.36*	0.18 <sup>ns</sup>	-0.33*	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>
PSHOJA	0.23*	0.37*	0.26*	0.52*	0.06 <sup>ns</sup>	0.44*	0.26*	1.00	0.02 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>
GRAESP	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.20*	0.15 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.14 <sup>ns</sup>	0.23*	0.23*	0.02 <sup>ns</sup>	1.00	0.57*	-0.11 <sup>ns</sup>	0.29*	-0.23*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>
PGRESP	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.41*	0.27*	0.06 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.32*	0.34*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.57*	1.00	0.75*	0.33*	-0.20*	0.08 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.20*	0.12 <sup>ns</sup>	0.24*
P1000G	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.31*	0.20*	-0.08 <sup>ns</sup>	0.21*	0.19 <sup>ns</sup>	0.23*	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.75*	1.00	0.17 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.21*	0.14 <sup>ns</sup>	0.20*
REND	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.27*	0.33*	0.13 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.37*	0.36*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.29*	0.33*	0.17 <sup>ns</sup>	1.00	0.06 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.35*	0.27*	0.34*
ESPM2	0.23*	0.08 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.01 <sup>ns</sup>	-0.20*	-0.36*	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.23*	-0.20*	-0.07 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	1.00	0.21*	0.60*	0.47*	0.61*	0.04 <sup>ns</sup>
BHOJMF	0.04 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.21*	0.10 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.21*	1.00	0.18 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.50*
BTAMF	0.45*	0.28*	0.21*	-0.19 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.33*	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.60*	0.18 <sup>ns</sup>	1.00	0.61*	0.87*	-0.01 <sup>ns</sup>
BESPMF	0.20*	0.11 <sup>ns</sup>	0.23*	-0.07 <sup>ns</sup>	0.25*	0.08 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.20*	0.21*	0.35*	0.47*	-0.09 <sup>ns</sup>	0.61*	1.00	0.90*	0.73*
BTOTMF	0.34*	0.03 <sup>ns</sup>	0.29*	-0.11 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.27*	0.61*	0.21*	0.87*	0.90*	1.00	0.37*
IC	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.23*	0.09 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.27*	0.10 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.24*	0.20*	0.34*	0.04 <sup>ns</sup>	-0.50*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.73*	0.37*	1.00

<sup>ns</sup>

= no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A17. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 3.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONES P	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	0.32*	0.15 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.27*	0.05 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.25*	0.20*	0.13 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.21*	0.27*	0.38*	0.55*	0.31*	0.44*	-0.08 <sup>ns</sup>
MF	0.32*	1.00	-0.31*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.28*	-0.40*	-0.30*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.53*	0.35*	0.54*	0.43*	0.51*	0.03 <sup>ns</sup>
LONPED	0.15 <sup>ns</sup>	-0.31*	1.00	0.19 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.70*	0.40*	0.24*	0.18 <sup>ns</sup>	0.35*	0.30*	0.21*	-0.25*	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.23*	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.21*	0.10 <sup>ns</sup>
LONESP	0.21*	0.07 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	1.00	-0.19 <sup>ns</sup>	0.47*	0.67*	0.69*	0.22*	0.25*	0.14 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>
LONARI	-0.27*	-0.28*	0.02 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	1.00	0.08 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.35*	-0.22*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.26*	-0.25*	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	0.27*
PSPED	0.05 <sup>ns</sup>	-0.40*	0.70*	0.47*	0.08 <sup>ns</sup>	1.00	0.63*	0.55*	0.14 <sup>ns</sup>	0.24*	0.20*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.45*	-0.22*	-0.30*	-0.32*	-0.34*	-0.08 <sup>ns</sup>
PSESP	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.30*	0.40*	0.67*	0.08 <sup>ns</sup>	0.63*	1.00	0.53*	0.26*	0.39*	0.31*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.24*
PSHOJA	0.25*	0.07 <sup>ns</sup>	0.24*	0.69*	-0.15 <sup>ns</sup>	0.55*	0.53*	1.00	0.17 <sup>ns</sup>	0.20*	0.12 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>
GRAESP	0.20*	-0.05 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.22*	-0.35*	0.14 <sup>ns</sup>	0.26*	0.17 <sup>ns</sup>	1.00	0.73*	-0.00 <sup>ns</sup>	0.34*	0.01 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>
PGRESP	0.13 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	0.35*	0.25*	-0.22*	0.24*	0.39*	0.20*	0.73*	1.00	0.67*	0.39*	-0.05 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
P1000G	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.30*	0.14 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.20*	0.31*	0.12 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>	0.67*	1.00	0.21*	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>
REND	0.21*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.21*	0.05 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.34*	0.39*	0.21*	1.00	0.09 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.22*
ESPM2	0.27*	0.53*	-0.25*	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.45*	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	1.00	0.42*	0.70*	0.79*	0.81*	0.41*
BHOJMF	0.38*	0.35*	-0.17 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	-0.26*	-0.22*	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.42*	1.00	0.64*	0.34*	0.58*	-0.32*
BTAMF	0.55*	0.54*	-0.23*	0.13 <sup>ns</sup>	-0.25*	-0.30*	-0.16 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.70*	0.64*	1.00	0.73*	0.91*	0.04 <sup>ns</sup>
BESPMF	0.31*	0.43*	-0.16 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.32*	0.01 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.79*	0.34*	0.73*	1.00	0.94*	0.67*
BTOTMF	0.44*	0.51*	-0.21*	0.18 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.34*	-0.08 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.81*	0.58*	0.91*	0.94*	1.00	0.39*
IC	-0.08 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.27*	-0.08 <sup>ns</sup>	0.24*	-0.10 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.22*	0.41*	-0.32*	0.04 <sup>ns</sup>	0.67*	0.39*	1.00

<sup>ns</sup> = no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A18. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 4.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	0.36*	0.61*	0.27*	-0.15 <sup>ns</sup>	0.45*	0.44*	0.36*	0.48*	0.65*	0.52*	0.58*	0.23*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.58*	0.54*	0.57*	0.18 <sup>ns</sup>
MF	0.36*	1.00	0.35*	0.39*	-0.12 <sup>ns</sup>	0.40*	0.36*	0.40*	0.02 <sup>ns</sup>	0.23*	0.38*	0.24*	0.19 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.41*	0.30*	0.36*	-0.01 <sup>ns</sup>
LONPED	0.61*	0.35*	1.00	0.27*	0.13 <sup>ns</sup>	0.85*	0.59*	0.48*	0.31*	0.54*	0.53*	0.62*	0.11 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.39*	0.52*	0.44*	0.37*
LONESP	0.27*	0.39*	0.27*	1.00	-0.10 <sup>ns</sup>	0.51*	0.70*	0.71*	0.25*	0.36*	0.29*	0.20*	0.18 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.25*	0.30*	0.31*	0.08 <sup>ns</sup>
LONARI	-0.15 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	1.00	0.20*	0.26*	0.10 <sup>ns</sup>	-0.20*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.22*	0.13 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.29*
PSPED	0.45*	0.40*	0.85*	0.51*	0.20*	1.00	0.75*	0.68*	0.20*	0.45*	0.52*	0.53*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	0.41*	0.52*	0.47*	0.32*
PSESP	0.44*	0.36*	0.59*	0.70*	0.26*	0.75*	1.00	0.75*	0.34*	0.60*	0.59*	0.53*	0.14 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.32*	0.48*	0.40*	0.36*
PSHOJA	0.36*	0.40*	0.48*	0.71*	0.10 <sup>ns</sup>	0.68*	0.75*	1.00	0.16 <sup>ns</sup>	0.37*	0.45*	0.29*	0.22*	0.02 <sup>ns</sup>	0.36*	0.39*	0.39*	0.13 <sup>ns</sup>
GRAESP	0.48*	0.02 <sup>ns</sup>	0.31*	0.25*	-0.20*	0.20*	0.34*	0.16 <sup>ns</sup>	1.00	0.80*	0.12 <sup>ns</sup>	0.60*	0.04 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.22*	0.38*	0.31*	0.31*
PGRESP	0.65*	0.23*	0.54*	0.36*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.45*	0.60*	0.37*	0.80*	1.00	0.68*	0.77*	0.02 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	0.37*	0.51*	0.43*	0.40*
P1000G	0.52*	0.38*	0.53*	0.29*	0.22*	0.52*	0.59*	0.45*	0.12 <sup>ns</sup>	0.68*	1.00	0.52*	0.03 <sup>ns</sup>	-0.25*	0.36*	0.43*	0.37*	0.33*
REND	0.58*	0.24*	0.62*	0.20*	0.13 <sup>ns</sup>	0.53*	0.53*	0.29*	0.60*	0.77*	0.52*	1.00	0.04 <sup>ns</sup>	-0.15 <sup>ns</sup>	0.32*	0.50*	0.42*	0.39*
ESPM2	0.23*	0.19 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.22*	0.04 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	1.00	0.27*	0.56*	0.43*	0.55*	-0.04 <sup>ns</sup>
BHOJMF	-0.02 <sup>ns</sup>	0.01	-0.24*	0.12	-0.17	-0.13	-0.15	-0.02	-0.09	-0.19	-0.25*	-0.15	0.27*	1.00	0.33*	0.05	0.35*	-0.56*
BTAMF	0.58*	0.41*	0.39*	0.25*	-0.13 <sup>ns</sup>	0.41*	0.32*	0.36*	0.22*	0.37*	0.36*	0.32*	0.56*	0.33*	1.00	0.68*	0.90*	-0.09 <sup>ns</sup>
BESPMF	0.54*	0.30*	0.52*	0.30*	0.10 <sup>ns</sup>	0.52*	0.48*	0.39*	0.38*	0.51*	0.43*	0.50*	0.43*	0.05 <sup>ns</sup>	0.68*	1.00	0.91*	0.59*
BTOTMF	0.57*	0.36*	0.44*	0.31*	-0.02 <sup>ns</sup>	0.47*	0.40*	0.39*	0.31*	0.43*	0.37*	0.42*	0.55*	0.35*	0.90*	0.91*	1.00	0.22*
IC	0.18 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.37*	0.08 <sup>ns</sup>	0.29*	0.32*	0.36*	0.13 <sup>ns</sup>	0.31*	0.40*	0.33*	0.39*	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.56*	-0.09 <sup>ns</sup>	0.59*	0.22*	1.00

<sup>ns</sup>

= no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP) . , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A19. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 5.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	0.04 <sup>ns</sup>	0.41*	0.47*	0.12 <sup>ns</sup>	0.39*	0.52*	0.46*	0.47*	0.59*	0.55*	0.54*	0.27*	0.23*	0.34*	0.44*	0.39*	0.22*
MF	0.04 <sup>ns</sup>	1.00	-0.34*	0.37*	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.24*	0.27*	0.11 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	0.22*	0.22*	0.03 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.26*
LONPED	0.41*	-0.34*	1.00	0.10 <sup>ns</sup>	0.21*	0.47*	0.18 <sup>ns</sup>	0.22*	0.13 <sup>ns</sup>	0.31*	0.38*	0.28*	0.18 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.24*	0.15 <sup>ns</sup>	0.27*
LONESP	0.47*	0.37*	0.10 <sup>ns</sup>	1.00	-0.15 <sup>ns</sup>	0.38*	0.69*	0.64*	0.39*	0.42*	0.39*	0.28*	0.04 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.27*	0.27*	0.28*	0.07 <sup>ns</sup>
LONARI	0.12 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.21*	-0.15 <sup>ns</sup>	1.00	0.22*	0.22*	0.06 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.32*	0.30*	0.39*	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>
PSPED	0.39*	-0.24*	0.47*	0.38*	0.22*	1.00	0.53*	0.56*	0.16 <sup>ns</sup>	0.36*	0.46*	0.32*	0.09 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
PSESP	0.52*	0.27*	0.18 <sup>ns</sup>	0.69*	0.22*	0.53*	1.00	0.67*	0.35*	0.47*	0.51*	0.34*	0.10 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.26*	0.24*	0.26*	0.07 <sup>ns</sup>
PSHOJA	0.46*	0.11 <sup>ns</sup>	0.22*	0.64*	0.06 <sup>ns</sup>	0.56*	0.67*	1.00	0.25*	0.33*	0.36*	0.32*	0.07 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.22*	0.25*	0.22*	0.12 <sup>ns</sup>
GRAESP	0.47*	0.12 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.39*	0.16 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.35*	0.25*	1.00	0.81*	0.37*	0.71*	0.21*	0.24*	0.30*	0.43*	0.38*	0.21*
PGRESP	0.59*	0.10 <sup>ns</sup>	0.31*	0.42*	0.32*	0.36*	0.47*	0.33*	0.81*	1.00	0.76*	0.85*	0.22*	0.20*	0.35*	0.51*	0.42*	0.28*
P1000G	0.55*	0.02 <sup>ns</sup>	0.38*	0.39*	0.30*	0.46*	0.51*	0.36*	0.37*	0.76*	1.00	0.64*	0.17 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.25*	0.34*	0.29*	0.21*
REND	0.54*	-0.01 <sup>ns</sup>	0.28*	0.28*	0.39*	0.32*	0.34*	0.32*	0.71*	0.85*	0.64*	1.00	0.31*	0.27*	0.40*	0.53*	0.47*	0.20*
ESPM2	0.27*	-0.04 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.21*	0.22*	0.17 <sup>ns</sup>	0.31*	1.00	0.67*	0.69*	0.62*	0.72*	-0.13
BHOJMF	0.23*	0.22*	-0.03 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.24*	0.20*	0.15 <sup>ns</sup>	0.27*	0.67*	1.00	0.81*	0.56*	0.83*	-0.47*
BTAMF	0.34*	0.22*	0.13 <sup>ns</sup>	0.27*	0.01 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.26*	0.22*	0.30*	0.35*	0.25*	0.40*	0.69*	0.81*	1.00	0.75*	0.95*	-0.28*
BESPMF	0.44*	0.03 <sup>ns</sup>	0.24*	0.27*	0.11 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.24*	0.25*	0.43*	0.51*	0.34*	0.53*	0.62*	0.56*	0.75*	1.00	0.90*	0.34*
BTOTMF	0.39*	0.16 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.28*	0.05 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.26*	0.22*	0.38*	0.42*	0.29*	0.47*	0.72*	0.83*	0.95*	0.90*	1.00	-0.08 <sup>ns</sup>
IC	0.22*	-0.26*	0.27*	0.07 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.21*	0.28*	0.21*	0.20*	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.47*	-0.28*	0.34*	-0.08 <sup>ns</sup>	1.00

<sup>ns</sup>

= no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A20. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 6.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	-0.10 <sup>ns</sup>	0.33*	0.11 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.20*	0.09 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.25*	0.10 <sup>ns</sup>	0.20*	-0.04 <sup>ns</sup>
MF	-0.10 <sup>ns</sup>	1.00	-0.00 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.39*	-0.25*	-0.42*	0.14 <sup>ns</sup>	-0.33*	-0.40*	-0.45*	-0.70*	-0.60*	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.33*	-0.56*	-0.46*	-0.52*
LONPED	0.33*	-0.00 <sup>ns</sup>	1.00	0.07 <sup>ns</sup>	0.33*	0.73*	0.29*	0.44*	0.25*	0.23*	0.08 <sup>ns</sup>	0.28*	0.25*	0.23*	0.27*	0.32*	0.34*	0.07 <sup>ns</sup>
LONESP	0.11 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	1.00	-0.02 <sup>ns</sup>	0.27*	0.21*	0.52*	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>	0.22*	0.18 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.25*
LONARI	0.06 <sup>ns</sup>	-0.39*	0.33*	-0.02 <sup>ns</sup>	1.00	0.41*	0.32*	0.08 <sup>ns</sup>	0.20*	0.31*	0.29*	0.40*	0.33*	0.23*	0.30*	0.39*	0.38*	0.20*
PSPED	0.20*	-0.25*	0.73*	0.27*	0.41*	1.00	0.57*	0.58*	0.31*	0.38*	0.27*	0.51*	0.38*	0.33*	0.44*	0.54*	0.54*	0.21*
PSESP	0.09 <sup>ns</sup>	-0.42*	0.29*	0.21*	0.32*	0.57*	1.00	0.39*	0.27*	0.41*	0.49*	0.50*	0.30*	0.05 <sup>ns</sup>	0.24*	0.51*	0.38*	0.35*
PSHOJA	0.19 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.44*	0.52*	0.08 <sup>ns</sup>	0.58*	0.39*	1.00	0.21*	0.15 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	-0.08 <sup>ns</sup>
GRAESP	0.11 <sup>ns</sup>	-0.33*	0.25*	-0.07 <sup>ns</sup>	0.20*	0.31*	0.27*	0.21*	1.00	0.82*	0.33*	0.53*	0.22*	0.03 <sup>ns</sup>	0.22*	0.32*	0.26*	0.46*
PGRESP	0.07 <sup>ns</sup>	-0.40*	0.23*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.31*	0.38*	0.41*	0.15 <sup>ns</sup>	0.82*	1.00	0.69*	0.59*	0.26*	0.09 <sup>ns</sup>	0.22*	0.44*	0.34*	0.47*
P1000G	0.02 <sup>ns</sup>	-0.45*	0.08 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.29*	0.27*	0.49*	0.01 <sup>ns</sup>	0.33*	0.69*	1.00	0.45*	0.23*	0.08 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.31*	0.21*	0.38*
REND	0.07 <sup>ns</sup>	-0.70*	0.28*	-0.11 <sup>ns</sup>	0.40*	0.51*	0.50*	0.09 <sup>ns</sup>	0.53*	0.59*	0.45*	1.00	0.61*	0.16 <sup>ns</sup>	0.44*	0.70*	0.58*	0.79*
ESPM2	0.15 <sup>ns</sup>	-0.60*	0.25*	-0.08 <sup>ns</sup>	0.33*	0.38*	0.30*	-0.00 <sup>ns</sup>	0.22*	0.26*	0.23*	0.61*	1.00	0.26*	0.62*	0.77*	0.72*	0.24*
BHOJMF	0.16 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	0.23*	0.22*	0.23*	0.33*	0.05 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.26*	1.00	0.59*	0.34*	0.68*	-0.26*
BTAMF	0.25*	-0.33*	0.27*	0.18 <sup>ns</sup>	0.30*	0.44*	0.24*	0.19 <sup>ns</sup>	0.22*	0.22*	0.07 <sup>ns</sup>	0.44*	0.62*	0.59*	1.00	0.65*	0.90*	-0.06 <sup>ns</sup>
BESPMF	0.10 <sup>ns</sup>	-0.56*	0.32*	0.05 <sup>ns</sup>	0.39*	0.54*	0.51*	0.15 <sup>ns</sup>	0.32*	0.44*	0.31*	0.70*	0.77*	0.34*	0.65*	1.00	0.87*	0.24*
BTOTMF	0.20*	-0.46*	0.34*	0.16 <sup>ns</sup>	0.38*	0.54*	0.38*	0.19 <sup>ns</sup>	0.26*	0.34*	0.21*	0.58*	0.72*	0.68*	0.90*	0.87*	1.00	0.03 <sup>ns</sup>
IC	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.52*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.25*	0.20*	0.21*	0.35*	-0.08 <sup>ns</sup>	0.46*	0.47*	0.38*	0.79*	0.24*	-0.26*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.24*	0.03 <sup>ns</sup>	1.00

<sup>ns</sup> = no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A21. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 7.**

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	-0.01 <sup>ns</sup>	0.56*	0.21*	-0.06 <sup>ns</sup>	0.39*	0.32*	0.22*	-0.05 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>
MF	-0.01 <sup>ns</sup>	1.00	0.02 <sup>ns</sup>	0.29*	-0.32*	-0.26*	-0.21*	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.29*	-0.45*	-0.42*	-0.68*	-0.58*	-0.36*	-0.67*	-0.65*	-0.69*	-0.52*
LONPED	0.56*	0.02 <sup>ns</sup>	1.00	0.07 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.57*	0.29*	0.21*	0.00 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.26*	0.29*	0.28*	-0.00 <sup>ns</sup>
LONESP	0.21*	0.29*	0.07 <sup>ns</sup>	1.00	-0.19 <sup>ns</sup>	0.24*	0.22*	0.33*	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.34*	-0.43*	-0.30*	-0.16 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.20*	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.28*
LONARI	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.32*	0.08 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	1.00	0.19 <sup>ns</sup>	0.20*	0.04	0.28*	0.39*	0.38*	0.39*	0.38*	0.21*	0.41*	0.38*	0.42*	0.23*
PSPED	0.39*	-0.26*	0.57*	0.24*	0.19 <sup>ns</sup>	1.00	0.62*	0.61*	0.11 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.29*	0.33*	0.16 <sup>ns</sup>	0.37*	0.44*	0.42*	0.10 <sup>ns</sup>
PSESP	0.32*	-0.21*	0.29*	0.22*	0.20*	0.62*	1.00	0.53*	0.12 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	0.22*	0.26*	0.19 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.20*	0.31*	0.22*	0.16 <sup>ns</sup>
PSHOJA	0.22*	-0.04 <sup>ns</sup>	0.21*	0.33*	0.04 <sup>ns</sup>	0.61*	0.53*	1.00	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>
GRAESP	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.29*	0.00 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.28*	0.11 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	1.00	0.80*	0.27*	0.44*	0.29*	0.08 <sup>ns</sup>	0.25*	0.37*	0.31*	0.38*
PGRESP	0.01 <sup>ns</sup>	-0.45*	0.10 <sup>ns</sup>	-0.34*	0.39*	0.15 <sup>ns</sup>	0.20*	-0.03 <sup>ns</sup>	0.80*	1.00	0.77*	0.66*	0.39*	0.12 <sup>ns</sup>	0.38*	0.56*	0.48*	0.56*
P1000G	0.07 <sup>ns</sup>	-0.42*	0.19 <sup>ns</sup>	-0.43*	0.38*	0.18 <sup>ns</sup>	0.22*	0.00 <sup>ns</sup>	0.27*	0.77*	1.00	0.61*	0.32*	0.11 <sup>ns</sup>	0.36*	0.52*	0.44*	0.52*
REND	0.01 <sup>ns</sup>	-0.68*	0.17 <sup>ns</sup>	-0.30*	0.39*	0.29*	0.26*	0.05 <sup>ns</sup>	0.44*	0.66*	0.61*	1.00	0.60*	0.34*	0.64*	0.77*	0.74*	0.83*
ESPM2	0.05 <sup>ns</sup>	-0.58*	0.13 <sup>ns</sup>	-0.16 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.33*	0.19 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.60 <sup>ns</sup>	1.00	0.44 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	0.77*	0.79*	0.28*
BHOJMF	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.36*	0.07 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	0.21*	0.16	-0.07 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.34*	0.44*	1.00	0.59*	0.36*	0.66*	0.06 <sup>ns</sup>
BTAMF	0.18 <sup>ns</sup>	-0.67*	0.26*	-0.20*	0.41*	0.37*	0.20*	0.10 <sup>ns</sup>	0.25*	0.38*	0.36*	0.64*	0.69*	0.59*	1.00	0.73*	0.92*	0.29*
BESPMF	0.09 <sup>ns</sup>	-0.65*	0.29*	-0.19 <sup>ns</sup>	0.38*	0.44*	0.31*	0.07 <sup>ns</sup>	0.37*	0.56*	0.52*	0.77*	0.77*	0.36*	0.73*	1.00	0.91*	0.40*
BTOTMF	0.10 <sup>ns</sup>	-0.69*	0.28*	-0.19 <sup>ns</sup>	0.42*	0.42*	0.22*	0.10 <sup>ns</sup>	0.31*	0.48*	0.44*	0.74*	0.79*	0.66*	0.92*	0.91*	1.00	0.34*
IC	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.52*	-0.00 <sup>ns</sup>	-0.28*	0.23*	0.10 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.00 <sup>ns</sup>	0.38*	0.56*	0.52*	0.83*	0.28*	0.06 <sup>ns</sup>	0.29*	0.40*	0.34*	1.00

<sup>ns</sup>

= no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP). , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).

**Cuadro A22.** Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas del combinado entre ambientes.

VARIABLE	ALT	MF	LONPED	LONESP	LONARI	PSPED	PSESP	PSHOJ	GRESP	PGESP	P1000G	REND	ESPM2	BHOJMF	BTAMF	BESPMF	BTOTMF	IC
ALT	1.00	-0.05 <sup>ns</sup>	0.85*	0.82*	-0.48*	0.77*	0.83*	0.81*	0.86*	0.86*	0.61*	0.73*	0.25*	0.70*	0.84*	0.77*	0.82*	0.40*
MF	-0.05 <sup>ns</sup>	1.00	<b>-0.16*</b>	<b>-0.11*</b>	0.06	<b>-0.08*</b>	0.02	-0.05	<b>-0.09*</b>	0.03	<b>0.24*</b>	<b>0.18*</b>	<b>0.36*</b>	<b>-0.08*</b>	<b>0.14*</b>	0.04	0.06	<b>0.42*</b>
LONPED	0.85*	<b>-0.16*</b>	1.00	0.74*	-0.35*	0.88*	0.80*	0.76*	0.78*	0.79*	0.58*	0.68*	0.14*	0.59*	0.68*	0.67*	0.69*	0.33*
LONESP	0.82*	<b>-0.11*</b>	0.74*	1.00	-0.48*	0.79*	0.88*	0.88*	0.80*	0.79*	0.55*	0.66*	0.21*	0.69*	0.72*	0.72*	0.75*	0.40*
LONARI	-0.48*	0.06 <sup>ns</sup>	-0.35*	-0.48*	1.00	-0.30*	-0.38*	-0.42*	-0.48*	-0.41*	-0.17*	-0.29*	-0.14*	-0.46*	-0.43*	-0.35*	-0.41*	-0.20*
PSPED	0.77*	<b>-0.08*</b>	0.88*	0.79*	-0.30*	1.00	0.88*	0.84*	0.75*	0.78*	0.61*	0.71*	0.17*	0.61*	0.66*	0.64*	0.67*	0.40*
PSESP	0.83*	0.02 <sup>ns</sup>	0.80*	0.88*	-0.38*	0.88*	1.00	0.86*	0.84*	0.88*	0.71*	0.79*	0.26*	0.68*	0.75*	0.75*	0.78*	0.54*
PSHOJA	0.81*	-0.05 <sup>ns</sup>	0.76*	0.88*	-0.42*	0.84*	0.86*	1.00	0.77*	0.78*	0.59*	0.68*	0.28*	0.68*	0.75*	0.72*	0.76*	0.45*
GRAESP	0.86*	<b>-0.09*</b>	0.78*	0.80*	-0.48*	0.75*	0.84*	0.77*	1.00	0.94*	0.59*	0.77*	0.23*	0.69*	0.76*	0.75*	0.78*	0.45*
PGRESP	0.86*	0.03 <sup>ns</sup>	0.79*	0.79*	-0.41*	0.78*	0.88*	0.78*	0.94*	1.00	0.81*	0.82*	0.29*	0.70*	0.80*	0.78*	0.82*	0.55*
P1000G	0.61*	<b>0.24*</b>	0.58*	0.55*	-0.17*	0.61*	0.71*	0.59*	0.59*	0.81*	1.00	0.73*	0.39*	0.53*	0.65*	0.65*	0.66*	0.63*
REND	0.73*	<b>0.18*</b>	0.68*	0.66*	-0.29*	0.71*	0.79*	0.68*	0.77*	0.82*	0.73*	1.00	0.47*	0.65*	0.77*	0.78*	0.80*	0.66*
ESPM2	0.25*	<b>0.36*</b>	0.14*	0.21*	-0.14*	0.17*	0.26*	0.28*	0.23*	0.29*	0.39*	0.47*	1.00	0.48*	0.58*	0.61*	0.61*	0.62*
BHOJMF	0.70*	<b>-0.08*</b>	0.59*	0.69*	-0.46*	0.61*	0.68*	0.68*	0.69*	0.70*	0.53*	0.65*	0.48*	1.00	0.79*	0.73*	0.83*	0.42*
BTAMF	0.84*	<b>0.14*</b>	0.68*	0.72*	-0.43*	0.66*	0.75*	0.75*	0.76*	0.80*	0.65*	0.77*	0.58*	0.79*	1.00	0.91*	0.97*	0.56*
BESPMF	0.77*	0.04 <sup>ns</sup>	0.67*	0.72*	-0.35*	0.64*	0.75*	0.72*	0.75*	0.78*	0.65*	0.78*	0.61*	0.73*	0.91*	1.00	0.98*	0.68*
BTOTMF	0.82*	0.06 <sup>ns</sup>	0.69*	0.75*	-0.41*	0.67*	0.78*	0.76*	0.78*	0.82*	0.66*	0.80*	0.61*	0.83*	0.97*	0.98*	1.00	0.63*
IC	0.40*	<b>0.42*</b>	0.33*	0.40*	-0.20*	0.40*	0.54*	0.45*	0.45*	0.55*	0.63*	0.66*	0.62*	0.42*	0.56*	0.68*	0.63*	1.00

<sup>ns</sup>

= no significativo; \* significativo al 5% ; Altura final de planta (ALT); Días a madurez fisiológica (MF); Longitud de pedúnculos (LONPED); Longitud de espigas (LONESP); Longitud de aristas (LONARI); Peso seco de pedúnculos (PSPED); Peso seco de espigas (PSESP); Peso seco de hoja bandera (PSHOJ); Espigas por metro cuadrado (ESPM2); Granos por espiga (GRESP) , Peso de granos por espiga (PGESP); Peso de mil granos (P1000G); Peso seco de grano individual (PSGRIND); Rendimiento t ha-1 (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF); Índice de cosecha (IC).