

**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_{2:7} 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 triticales 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, triticales.

La segregación transgresiva en plantas autóгамas 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 triticales 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

| | |
|---|-------------|
| ÍNDICE DE CUADROS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS..... | 2 |
| HIPÓTESIS..... | 2 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 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 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 18 |
| 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 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 27 |
| 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 |
| V. CONCLUSIONES..... | 57 |
| VI. LITERATURA CITADA | 59 |
| VI. APÉNDICE | 70 |

ÍNDICE DE CUADROS

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

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 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)..... | 48 |
| 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)..... | 49 |
| Figura 4.3. 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 |
| Figura 4.4. Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para espigas por metro cuadrado (ESPM2), granos por espiga (GRESPE) e índice de cosecha (IC) | 51 |
| 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) | 52 |
| 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)..... | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

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

| | |
|---|----|
| Cuadro A14. Porcentajes de segregación transgresiva por familia versus el mejor progenitor. Ambiente 7 | 88 |
| Cuadro A15. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 1..... | 89 |
| Cuadro A16. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 2..... | 89 |
| Cuadro A17. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 3..... | 89 |
| Cuadro A18. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 4..... | 89 |
| Cuadro A19. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 5..... | 89 |
| Cuadro A20. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 6..... | 89 |
| Cuadro A21. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas. Ambiente 7..... | 89 |
| Cuadro A22. 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 F₂ 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 autógamias.

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 m²).

Control de plagas, enfermedades y malezas.

En Navidad, N.L., no se presentó incidencia de plagas y enfermedades, por tal motivo, esto contribuyó a que no se hiciera ningún tipo de control. En Zaragoza, Coah., se presentó incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita*), por lo cual se tomaron lecturas en los materiales evaluados; sin embargo, no se realizó control químico. En cuanto a la infestación por malezas de hoja ancha, estas se controlaron aplicando 1 lt / ha de Focus en 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_{ij} = Variable observada..

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

G_k = Efecto del k -ésimo genotipo.

E_{ij} = Error experimental.

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.

μ = Efecto de la media general.

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

L_j = Efecto del j -ésimo ambiente.

G_k = Efecto del k -ésimo genotipo.

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

E_{ijk} = Error experimental.

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_{α} = 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 m² (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 m² (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 m² (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 m² (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 t ha^{-1}), superior en 275% al ambiente siete que registró el valor más bajo (0.835 t ha^{-1}). La biomasa de hojas (BHOJMF), registró cuatro grupos diferentes estadísticamente, el ambiente uno registró el valor más alto (2.864 t ha^{-1}), superior en 205% al ambiente siete que registró el valor más bajo (0.937 t ha^{-1}). La biomasa total (BTOTMF), registró 5 grupos diferentes estadísticamente, el ambiente 1 registró el valor más alto (21.868 t ha^{-1}), superior en 351% al ambiente 5, que registró el valor más bajo (4.844 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 t ha^{-1} , superior en un 41% a la familia AN-55-2010, que registró 1.521 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⁻¹, superior en un 49% a la familia AN-42-2010 que registró 9.818 t ha⁻¹, 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⁻¹, superior en un 84% a la familia AN-3-2010, que registró 1.335 t ha⁻¹, 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 |

^{ns} = 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 |

^{ns} = 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⁻¹ (REND); Biomasa de hojas a madurez fisiológica t ha⁻¹ (BHOJMF); Biomasa de tallos a madurez fisiológica t ha⁻¹ (BTAMF); Biomasa de espigas a madurez fisiológica t ha⁻¹ (BESPMF); Biomasa total a madurez fisiológica t ha⁻¹ ton ha⁻¹ (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 ^a | 150.181 ^b | 38.453 ^a | 12.868 ^a | 1.733 ^d | 1.720 ^a | 15.533 ^a | 1.678 ^a | 57.344 ^a |
| 2 | 108.686 ^b | 147.727 ^d | 37.417 ^a | 12.470 ^b | 2.111 ^d | 1.562 ^b | 14.396 ^b | 1.550 ^b | 56.078 ^a |
| 3 | 99.292 ^c | 91.414 ^g | 36.152 ^b | 12.685 ^{ab} | 1.595 ^d | 1.522 ^b | 13.444 ^c | 1.626 ^a | 51.359 ^b |
| 4 | 69.747 ^e | 174.585 ^a | 26.997 ^d | 9.851 ^c | 3.779 ^a | 0.936 ^c | 8.251 ^d | 1.051 ^c | 29.282 ^c |
| 5 | 60.959 ^f | 149.383 ^c | 24.987 ^e | 8.850 ^d | 3.372 ^b | 0.803 ^d | 6.312 ^f | 0.811 ^e | 24.559 ^d |
| 6 | 73.282 ^d | 110.060 ^e | 29.342 ^c | 9.956 ^c | 3.618 ^{ab} | 0.987 ^c | 7.376 ^e | 0.994 ^c | 31.264 ^c |
| 7 | 73.737 ^d | 108.191 ^f | 29.656 ^c | 9.798 ^c | 3.692 ^a | 0.944 ^c | 6.902 ^{ef} | 0.916 ^d | 31.480 ^c |
| 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 ^a | 38.246 ^a | 3.133 ^a | 552.45 ^b | 2.864 ^a | 8.412 ^a | 10.591 ^a | 21.868 ^a | 47.847 ^b |
| 2 | 2.032 ^b | 36.308 ^b | 2.574 ^b | 482.25 ^c | 2.269 ^b | 6.301 ^b | 8.046 ^c | 16.617 ^c | 47.923 ^b |
| 3 | 1.761 ^c | 34.304 ^c | 2.366 ^c | 575.71 ^b | 3.014 ^a | 6.301 ^b | 9.708 ^b | 19.024 ^b | 50.459 ^a |
| 4 | 0.951 ^d | 32.244 ^d | 1.911 ^d | 668.04 ^a | 1.437 ^c | 3.863 ^c | 5.310 ^d | 10.610 ^d | 49.621 ^{ab} |
| 5 | 0.719 ^f | 28.366 ^e | 0.798 ^e | 457.99 ^c | 1.093 ^d | 1.779 ^d | 1.971 ^e | 4.844 ^e | 40.964 ^c |
| 6 | 0.846 ^e | 26.446 ^f | 0.867 ^e | 293.75 ^d | 1.101 ^d | 1.934 ^d | 2.415 ^e | 5.452 ^e | 16.070 ^d |
| 7 | 0.790 ^{ef} | 24.987 ^g | 0.835 ^e | 331.21 ^d | 0.937 ^d | 1.835 ^d | 2.296 ^e | 5.069 ^e | 15.336 ^d |
| 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⁻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 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 ^{abcd} | 132.619 ^{ghij} | 32.390 ^{bcd} | 10.303 ^{fg} | 2.471 ^{ghi} | 1.033 ^{efg} | 9.266 ^{def} | 1.161 ^{cdef} | 40.086 ^{abcd} |
| AN-3-2010 | 88.810 ^{abcd} | 131.571 ^{ijklm} | 33.674 ^{abc} | 10.608 ^{def} | 3.193 ^{efg} | 1.242 ^{bcdef} | 10.442 ^{abcdef} | 1.276 ^{abcde} | 37.348 ^{cd} |
| AN-8-2010 | 84.286 ^{abcdefgh} | 132.333 ^{hijklm} | 29.888 ^{de} | 10.453 ^{efg} | 2.706 ^{fgh} | 1.004 ^{fg} | 10.919 ^{abcde} | 1.161 ^{cdef} | 39.276 ^{bcd} |
| AN-12-2010 | 89.286 ^{abcd} | 134.571 ^{cdefg} | 30.981 ^{cde} | 11.718 ^{ab} | 3.871 ^{cde} | 1.214 ^{bcdefg} | 10.904 ^{abcde} | 1.371 ^{ab} | 46.310 ^a |
| AN-13-2010 | 81.667 ^{defgh} | 134.381 ^{cdefgh} | 31.824 ^{cde} | 11.462 ^{abc} | 2.103 ^{lhijkl} | 1.285 ^{abcde} | 10.481 ^{abcdef} | 1.285 ^{abcde} | 41.167 ^{abcd} |
| AN-24-210 | 85.000 ^{abcdefgh} | 133.476 ^{defghi} | 30.649 ^{cde} | 10.860 ^{cdef} | 2.591 ^{ghi} | 1.152 ^{defg} | 10.400 ^{abcdef} | 1.271 ^{abcde} | 42.733 ^{abcd} |
| AN-28-2010 | 85.952 ^{abcdefg} | 135.333 ^{cde} | 32.572 ^{bcd} | 11.403 ^{abcd} | 1.403 ^{ikl} | 1.195 ^{bcdefg} | 10.266 ^{abcdef} | 1.223 ^{bcdef} | 40.348 ^{abcd} |
| AN-31-2010 | 90.381 ^{abc} | 132.476 ^{ghijkl} | 28.984 ^e | 11.291 ^{abcde} | 4.677 ^{abc} | 1.123 ^{defg} | 10.595 ^{abcdef} | 1.285 ^{abcde} | 38.524 ^{bcd} |
| AN-33-2010 | 83.190 ^{cdefgh} | 130.524 ^{lmnk} | 31.585 ^{cde} | 11.323 ^{abcd} | 2.014 ^{hijkl} | 1.376 ^{abcd} | 11.147 ^{abcd} | 1.295 ^{abcd} | 43.152 ^{abc} |
| AN-34-2010 | 85.476 ^{abcdefgh} | 133.191 ^{efghi} | 32.707 ^{bcd} | 11.501 ^{abc} | 1.287 ^l | 1.266 ^{bcde} | 10.719 ^{abcdef} | 1.280 ^{abcde} | 41.900 ^{abcd} |
| AN-39-2010 | 84.762 ^{abcdefgh} | 133.286 ^{efghi} | 31.959 ^{bcd} | 10.683 ^{cdef} | 2.468 ^{ghi} | 1.252 ^{bcdef} | 9.8762 ^{abcdef} | 1.209 ^{bcdef} | 38.900 ^{bcd} |
| AN-42-2010 | 80.000 ^{fgh} | 134.667 ^{cdefg} | 30.656 ^{dce} | 10.818 ^{cdef} | 1.470 ^{ikl} | 1.042 ^{efg} | 10.009 ^{abcdef} | 1.133 ^{def} | 42.757 ^{abc} |
| AN-49-2010 | 85.714 ^{abcdefg} | 133.619 ^{defghi} | 30.723 ^{dce} | 10.946 ^{bcdef} | 1.804 ^{ijkl} | 1.109 ^{efg} | 9.542 ^{cdef} | 1.228 ^{bcdef} | 41.114 ^{abcd} |
| AN-50-2010 | 88.095 ^{abcde} | 136.524 ^{bc} | 31.004 ^{dce} | 11.163 ^{abcde} | 2.071 ^{hijkl} | 1.133 ^{defg} | 9.933 ^{abcdef} | 1.347 ^{abc} | 39.619 ^{bcd} |
| AN-55-2010 | 89.571 ^{abc} | 134.286 ^{defgh} | 30.495 ^{dce} | 10.911 ^{bcdef} | 1.441 ^{ikl} | 0.957 ^g | 10.166 ^{abcdef} | 1.195 ^{bcdef} | 40.910 ^{abcd} |
| AN-60-2010 | 90.476 ^{abc} | 135.476 ^{bcd} | 31.454 ^{dce} | 10.920 ^{bcdef} | 1.352 ^{kl} | 1.061 ^{efg} | 9.781 ^{abcdef} | 1.214 ^{bcdef} | 39.905 ^{abcd} |
| AN-61-2010 | 91.905 ^a | 133.000 ^{ghij} | 32.131 ^{bcd} | 11.421 ^{abcd} | 2.630 ^{fgh} | 1.266 ^{bcde} | 10.881 ^{abcde} | 1.266 ^{abcde} | 39.638 ^{bcd} |
| AN-65-2010 | 85.000 ^{abcdefgh} | 135.333 ^{cde} | 32.545 ^{bcd} | 11.275 ^{abcde} | 3.126 ^{efg} | 1.157 ^{defg} | 10.238 ^{abcdef} | 1.276 ^{abcde} | 40.367 ^{abcd} |
| AN-80-2010 | 81.667 ^{defgh} | 134.238 ^{defgh} | 30.118 ^{de} | 11.252 ^{abcde} | 2.196 ^{hij} | 1.133 ^{defg} | 9.352 ^{def} | 1.200 ^{bcdef} | 36.986 ^{cd} |
| AN-82-2010 | 90.714 ^{abc} | 135.238 ^{cde} | 31.761 ^{cde} | 11.370 ^{abcd} | 3.412 ^{def} | 1.147 ^{defg} | 10.757 ^{abcdef} | 1.290 ^{abcde} | 37.667 ^{cd} |
| AN-83-2010 | 87.143 ^{abcdef} | 135.476 ^{bcd} | 32.180 ^{bcd} | 10.661 ^{cdef} | 3.254 ^{efg} | 1.271 ^{bcde} | 9.900 ^{abcdef} | 1.442 ^a | 37.176 ^{cd} |
| AN-90-2010 | 83.810 ^{bcdefgh} | 134.238 ^{defgh} | 31.899 ^{dce} | 10.175 ^{fg} | 2.154 ^{hijk} | 1.090 ^{efg} | 8.861 ^f | 1.028 ^f | 38.810 ^{bcd} |
| AN-101-2010 | 86.190 ^{abcdefg} | 137.667 ^{ab} | 33.004 ^{abcd} | 10.576 ^{defg} | 2.040 ^{hijkl} | 1.223 ^{bcdef} | 9.109 ^{ef} | 1.166 ^{bcdef} | 41.390 ^{abcd} |
| AN-102-2010 | 88.095 ^{abcde} | 134.810 ^{cdef} | 33.777 ^{abc} | 9.729 ^g | 2.518 ^{ghi} | 1.238 ^{bcdef} | 9.133 ^{ef} | 1.157 ^{cdef} | 38.086 ^{bcd} |
| AN-107-2010 | 85.238 ^{abcdefgh} | 130.191 ^{no} | 31.624 ^{dce} | 11.851 ^a | 1.343 ^{kl} | 1.538 ^a | 11.457 ^{abc} | 1.442 ^a | 41.000 ^{abcd} |
| AN-123-2010 | 91.143 ^{ab} | 132.571 ^{ghijk} | 35.311 ^{ab} | 11.241 ^{abcde} | 4.783 ^{ab} | 1.423 ^{abc} | 11.600 ^a | 1.328 ^{abcd} | 36.267 ^d |
| AN-123 ♀ | 77.857 ^h | 126.191 ^q | 32.505 ^{bcd} | 10.672 ^{cdef} | 4.561 ^{b c} | 1.447 ^{ab} | 11.595 ^a | 1.200 ^{bcdef} | 43.267 ^{abc} |
| AN-125 ♀ | 79.048 ^{gh} | 128.667 ^{nop} | 31.067 ^{dce} | 10.138 ^{fg} | 4.659 ^{abc} | 1.152 ^{defg} | 9.619 ^{bcdef} | 1.057 ^f | 39.429 ^{bcd} |
| AN-137 ♀ | 80.952 ^{efgh} | 128.238 ^{pq} | 31.463 ^{dce} | 10.243 ^{fg} | 4.563 ^{bc} | 1.185 ^{cdefg} | 10.519 ^{abcdef} | 1.042 ^f | 40.676 ^{abcd} |
| AN-38 ♀ | 80.476 ^{efgh} | 130.905 ^{ijklm} | 32.172 ^{bcd} | 10.776 ^{cdef} | 4.470 ^{bc} | 1.423 ^{abc} | 11.504 ^{ab} | 1.266 ^{abcde} | 41.881 ^{abcd} |
| AN-105 ♀ | 79.762 ^{fgh} | 130.333 ^{lmno} | 30.887 ^{dce} | 10.691 ^{cdef} | 5.458 ^a | 1.266 ^{bcde} | 10.538 ^{abcdef} | 1.138 ^{def} | 37.690 ^{cd} |
| Eronga 83 ♀ | 85.714 ^{abcdefg} | 126.571 ^{pq} | 36.175 ^a | 10.814 ^{cdef} | 4.124 ^{bcd} | 1.423 ^{abc} | 11.152 ^{abcd} | 1.085 ^{ef} | 44.181 ^{ab} |
| ABT ♂ | 85.714 ^{abcdefg} | 139.571 ^a | 31.141 ^{dce} | 11.298 ^{abcde} | 1.602 ^{ikl} | 1.119 ^{defg} | 9.776 ^{abcdef} | 1.347 ^{abc} | 37.905 ^{bcd} |
| 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 ^{ef} | 28.529 ^h | 1.797 ^{bcdef} | 548.05 ^a | 1.847 ^a | 4.736 ^{abcde} | 5.839 ^{abcdef} | 12.423 ^{abcd} | 36.071 ^{defghij} |
| AN-3-2010 | 1.306 ^{bcdef} | 32.895 ^{cdef} | 1.335 ^f | 439.19 ^{abc} | 1.891 ^a | 4.328 ^{bcdefg} | 5.215 ^{abcdefg} | 11.435 ^{bcd} | 36.257 ^{defghij} |
| AN-8-2010 | 1.387 ^{bcdef} | 33.395 ^{bode} | 1.675 ^{cdef} | 443.81 ^{abc} | 1.845 ^a | 3.941 ^{cdefg} | 5.490 ^{abcdefg} | 11.276 ^{bcd} | 40.590 ^{abcdefg} |
| AN-12-2010 | 1.450 ^{abcde} | 29.095 ^{fgh} | 1.751 ^{cdef} | 462.90 ^{abc} | 1.793 ^a | 4.974 ^{abc} | 7.077 ^{ab} | 13.845 ^{ab} | 40.405 ^{abcdefg} |
| AN-13-2010 | 1.279 ^{cdef} | 28.510 ^h | 1.869 ^{bcdef} | 485.76 ^{abc} | 2.004 ^a | 3.858 ^{cdefg} | 6.535 ^{abcde} | 12.398 ^{abcd} | 39.124 ^{cdefghi} |
| AN-24-210 | 1.444 ^{abcde} | 32.705 ^{cdef} | 1.849 ^{bcdef} | 529.52 ^{abc} | 1.842 ^a | 4.827 ^{abcd} | 6.416 ^{abcdef} | 13.087 ^{abc} | 40.352 ^{abcdefg} |
| AN-28-2010 | 1.281 ^{cdef} | 29.338 ^{fgh} | 1.879 ^{bcdef} | 445.38 ^{abc} | 2.002 ^a | 4.189 ^{bcdefg} | 5.558 ^{abcdefg} | 11.750 ^{abcd} | 36.419 ^{defghij} |
| AN-31-2010 | 1.210 ^{def} | 30.410 ^{efgh} | 1.817 ^{bcdef} | 541.62 ^{abc} | 1.877 ^a | 5.235 ^{ab} | 6.704 ^{abcd} | 13.818 ^{ab} | 37.271 ^{cdefghij} |
| AN-33-2010 | 1.431 ^{abcde} | 31.114 ^{efgh} | 1.657 ^{cdef} | 447.67 ^{abc} | 1.592 ^a | 3.610 ^{efg} | 5.311 ^{abcdefg} | 10.514 ^{cd} | 41.190 ^{abcdef} |
| AN-34-2010 | 1.381 ^{bcdef} | 31.105 ^{efgh} | 1.874 ^{bcdef} | 424.71 ^{bc} | 1.831 ^a | 3.732 ^{defg} | 5.139 ^{bcdefg} | 10.702 ^{bcd} | 40.176 ^{abcdefg} |
| AN-39-2010 | 1.288 ^{cdef} | 31.552 ^{defgh} | 1.680 ^{cdef} | 452.71 ^{abc} | 1.800 ^a | 3.870 ^{cdefg} | 4.730 ^{efg} | 10.402 ^{cd} | 35.919 ^{defghij} |
| AN-42-2010 | 1.310 ^{bcdef} | 29.138 ^{fgh} | 1.805 ^{bcdef} | 453.48 ^{abc} | 1.798 ^a | 3.543 ^{fg} | 4.475 ^{fg} | 9.817 ^d | 35.495 ^{efghij} |
| AN-49-2010 | 1.276 ^{cdef} | 30.324 ^{efgh} | 1.710 ^{cdef} | 524.38 ^{abc} | 1.932 ^a | 4.647 ^{abcdef} | 5.815 ^{abcdefg} | 12.395 ^{abcd} | 37.490 ^{cdefghij} |
| AN-50-2010 | 1.187 ^{ef} | 29.352 ^{fgh} | 1.398 ^f | 461.81 ^{abc} | 1.740 ^a | 4.751 ^{abcde} | 6.441 ^{abcde} | 12.932 ^{abcd} | 35.676 ^{efghij} |
| AN-55-2010 | 1.292 ^{cdef} | 30.538 ^{efgh} | 1.401 ^f | 487.57 ^{abc} | 1.521 ^a | 3.902 ^{cdefg} | 5.321 ^{abcdefg} | 10.744 ^{bcd} | 39.076 ^{cdefghi} |
| AN-60-2010 | 1.305 ^{bcdef} | 31.205 ^{efgh} | 1.500 ^{ef} | 458.38 ^{abc} | 1.679 ^a | 4.500 ^{bcdef} | 5.975 ^{abcdefg} | 12.155 ^{abcd} | 37.895 ^{cdefghij} |
| AN-61-2010 | 1.464 ^{abcd} | 35.305 ^{abcd} | 1.718 ^{cdef} | 509.67 ^{abc} | 2.151 ^a | 4.915 ^{abc} | 5.720 ^{abcdefg} | 12.787 ^{abcd} | 36.067 ^{defghij} |
| AN-65-2010 | 1.274 ^{cdef} | 30.414 ^{efgh} | 1.840 ^{bcdef} | 512.48 ^{abc} | 1.696 ^a | 4.440 ^{bcdefg} | 5.939 ^{abcdefg} | 12.075 ^{abcd} | 39.833 ^{bcdefg} |
| AN-80-2010 | 1.163 ^f | 30.467 ^{efgh} | 1.587 ^{def} | 513.33 ^{abc} | 1.809 ^a | 4.792 ^{abcd} | 6.186 ^{abcde} | 12.788 ^{abcd} | 35.862 ^{defghij} |
| AN-82-2010 | 1.386 ^{bcdef} | 35.443 ^{abc} | 2.014 ^{abcde} | 526.33 ^{abc} | 1.836 ^a | 5.726 ^a | 7.115 ^a | 14.677 ^a | 38.614 ^{cdefghij} |
| AN-83-2010 | 1.209 ^{def} | 31.286 ^{efgh} | 1.514 ^{ef} | 509.05 ^{abc} | 1.605 ^a | 4.512 ^{bcdef} | 6.283 ^{abcdef} | 12.401 ^{abcd} | 38.452 ^{cdefghij} |
| AN-90-2010 | 1.195 ^{ef} | 28.633 ^{gh} | 1.421 ^f | 495.81 ^{abc} | 1.799 ^a | 4.144 ^{bcdefg} | 4.643 ^{efg} | 10.587 ^{cd} | 34.790 ^{fghij} |
| AN-101-2010 | 1.306 ^{bcdef} | 30.062 ^{efgh} | 1.665 ^{cdef} | 476.43 ^{abc} | 1.899 ^a | 5.248 ^{ab} | 5.577 ^{abcdefg} | 12.724 ^{abcd} | 32.205 ^j |
| AN-102-2010 | 1.290 ^{cdef} | 32.657 ^{cdef} | 1.687 ^{cdef} | 493.62 ^{abc} | 2.000 ^a | 4.822 ^{abcd} | 5.333 ^{abcdefg} | 12.156 ^{abcd} | 34.362 ^{ghij} |
| AN-107-2010 | 1.222 ^{def} | 29.510 ^{fgh} | 1.893 ^{abcde} | 434.90 ^{abc} | 2.125 ^a | 4.268 ^{bcdefg} | 4.093 ^g | 10.487 ^{cd} | 32.757 ^{ij} |
| AN-123-2010 | 1.494 ^{abc} | 37.624 ^a | 1.990 ^{abcde} | 438.10 ^{abc} | 1.866 ^a | 4.036 ^{cdefg} | 5.815 ^{abcdefg} | 11.717 ^{abcd} | 41.581 ^{abcde} |
| AN-123 ♀ | 1.566 ^{ab} | 35.305 ^{abcd} | 2.222 ^{abc} | 470.71 ^{abc} | 1.588 ^a | 3.664 ^{defg} | 6.511 ^{abcde} | 11.764 ^{abcd} | 46.576 ^a |
| AN-125 ♀ | 1.269 ^{cdef} | 31.186 ^{efgh} | 2.103 ^{abcd} | 545.38 ^{ab} | 1.802 ^a | 3.893 ^{cdefg} | 5.688 ^{abcdefg} | 11.384 ^{bcd} | 42.452 ^{abcd} |
| AN-137 ♀ | 1.356 ^{bcdef} | 32.190 ^{cdefgh} | 2.019 ^{abcde} | 509.81 ^{abc} | 1.637 ^a | 3.834 ^{cdefg} | 6.421 ^{abcdef} | 11.894 ^{abcd} | 43.752 ^{abc} |
| AN-38 ♀ | 1.385 ^{bcdef} | 32.495 ^{cdefg} | 2.457 ^a | 474.95 ^{abc} | 1.951 ^a | 4.778 ^{abcde} | 6.172 ^{abcdef} | 12.902 ^{abcd} | 39.167 ^{cdefghi} |
| AN-105 ♀ | 1.310 ^{bcdef} | 33.667 ^{bode} | 1.996 ^{abcde} | 422.43 ^c | 1.732 ^a | 3.309 ^g | 4.904 ^{cdefg} | 9.947 ^{cd} | 39.286 ^{cdefghi} |
| Eronga 83 ♀ | 1.683 ^a | 36.843 ^{ab} | 2.326 ^{ab} | 461.52 ^{abc} | 1.627 ^a | 4.208 ^{bcdefg} | 6.837 ^{abc} | 12.673 ^{abcd} | 45.957 ^{ab} |
| ABT ♂ | 1.207 ^{def} | 29.114 ^{fgh} | 1.414 ^f | 445.14 ^{abc} | 1.825 ^a | 4.200 ^{bcdefg} | 4.886 ^{defg} | 10.911 ^{bcd} | 33.357 ^{hij} |
| 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 x ABT, AN-137 x ABT 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 cruza 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 cruza AN-137 xABT y la familia AN-123-2010, originada de la cruza 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 cruza 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 cruza AN-38 x ABT, la familia AN-61-2010, originada de la cruza AN-125 x ABT y la familia AN-12-2010, originada de la cruza 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 cruza 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.

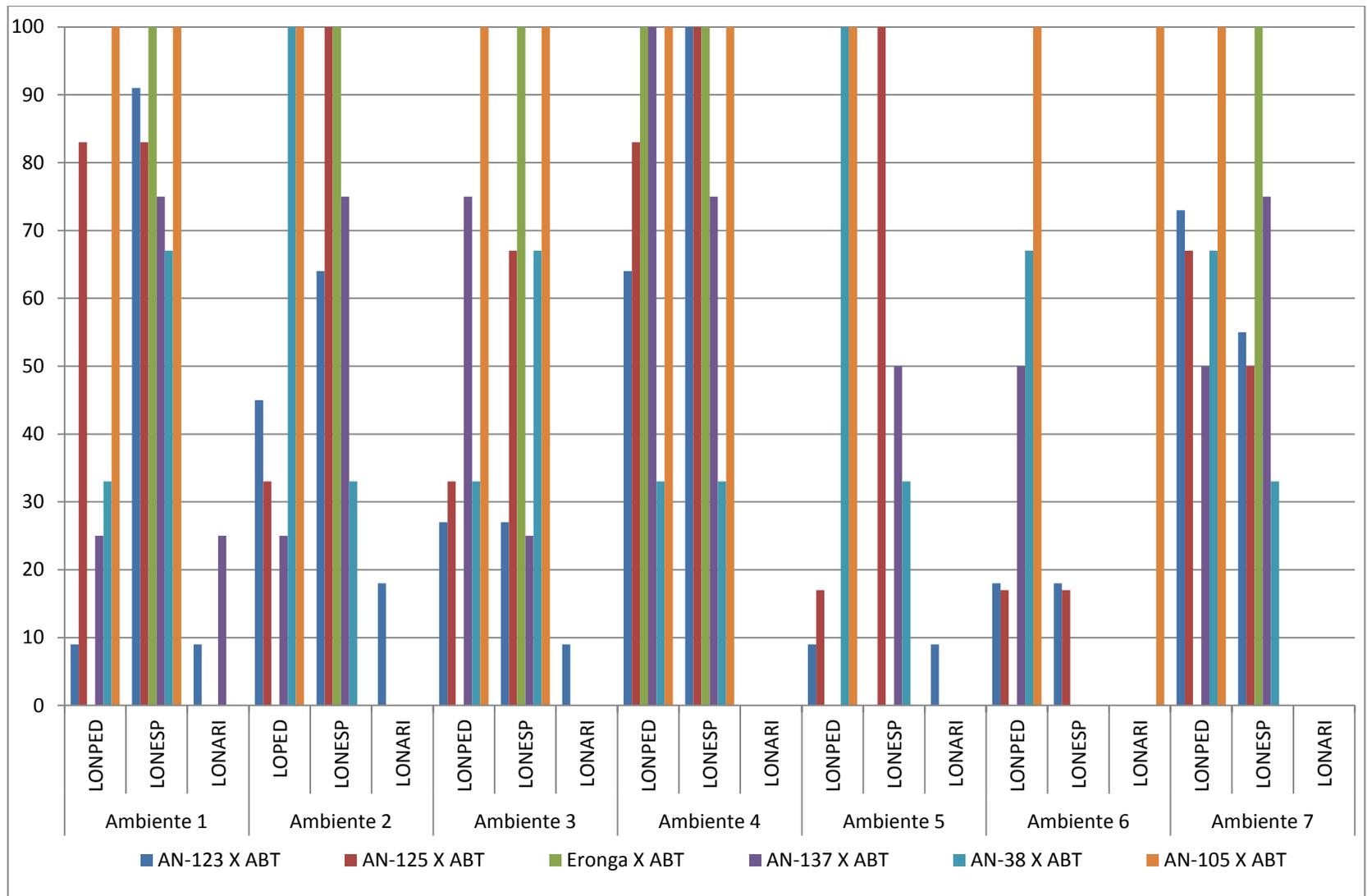


Figura 4.1 Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para longitud de pedúnculo (LONPED), longitud de espigas (LONESP) y longitud de aristas (LONARI).

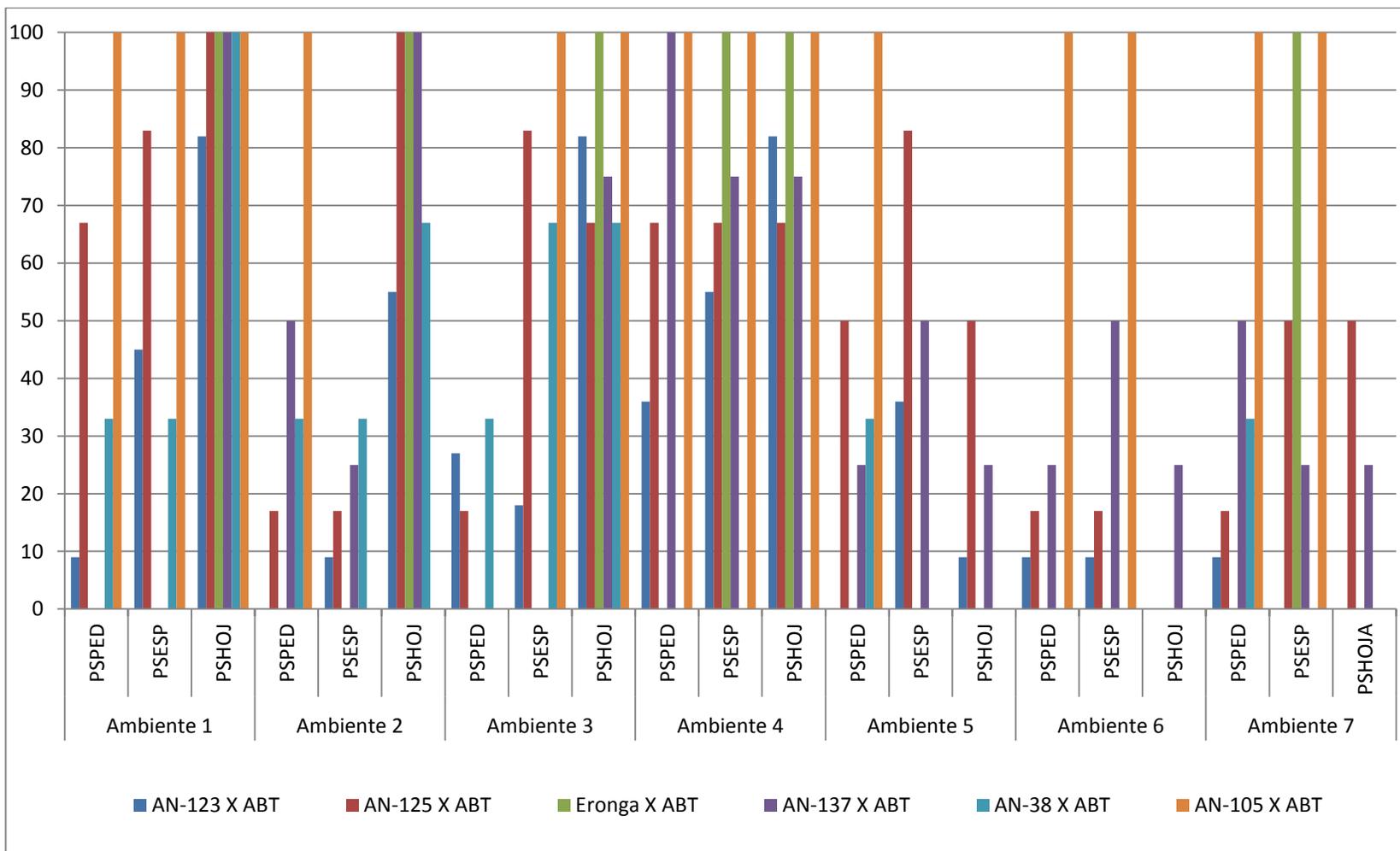


Figura 4.2. Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para peso seco de pedúnculo (PSPED), peso seco de espigas (PSESP) y peso seco de hoja bandera (PSHOJ).

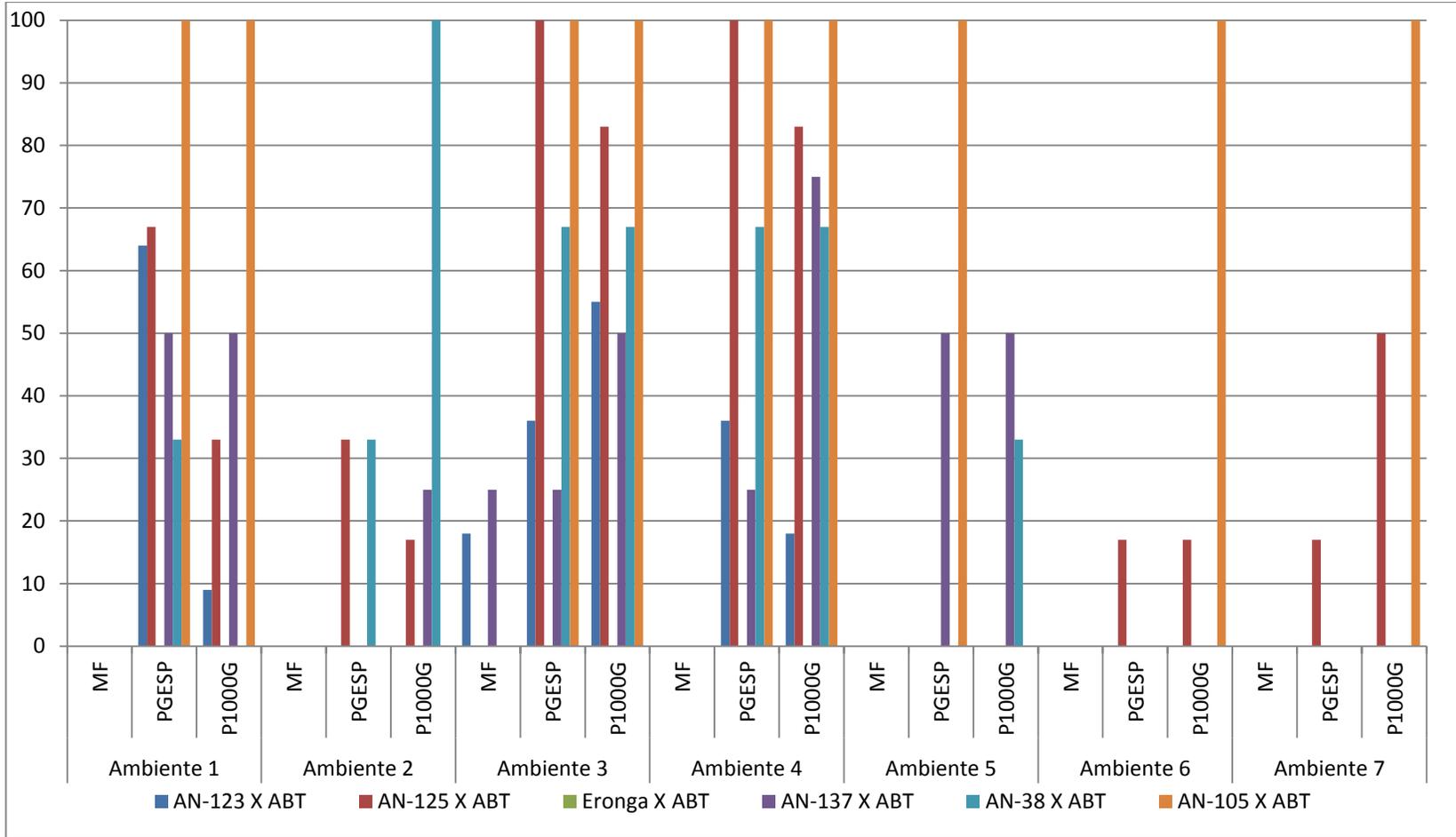


Figura 4.3. Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para días a madurez fisiológica (MF), peso de granos por espiga (PGRESP) y peso de mil granos (P1000G).

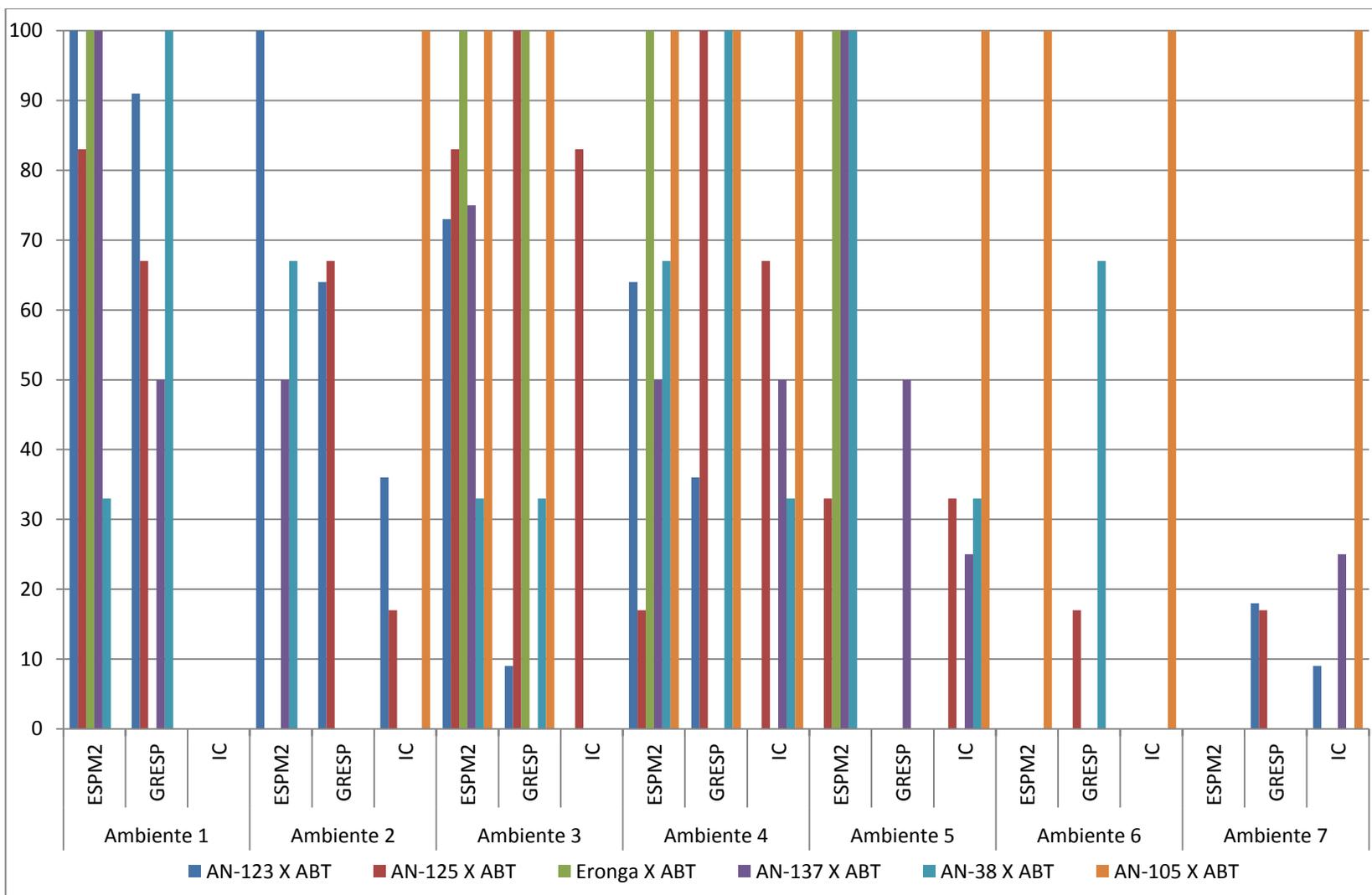


Figura 4.4. Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para espigas por metro cuadrado (ESPM2), granos por espiga (GRESP) e índice de cosecha (IC).

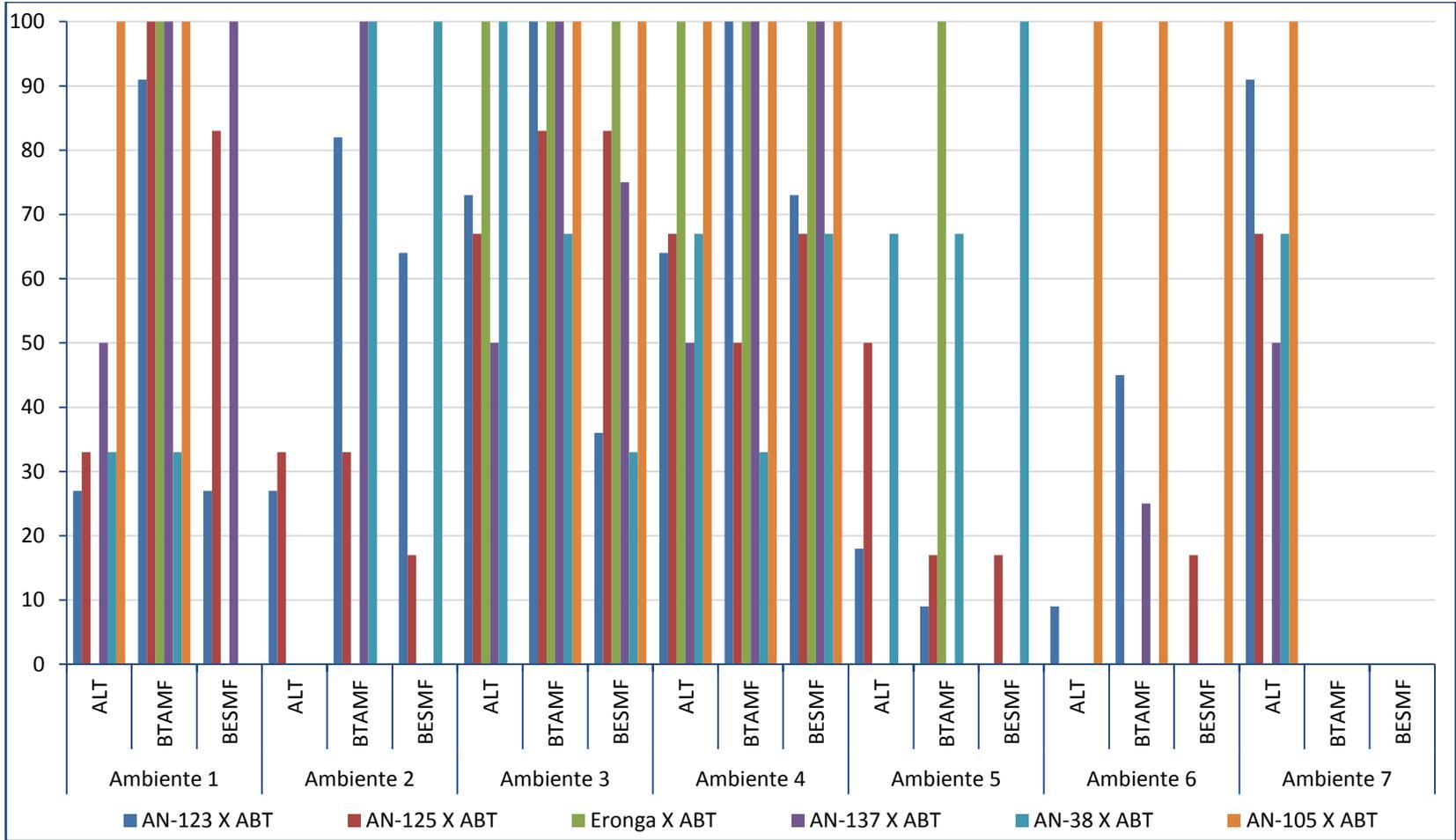


Figura 4.5. Frecuencia de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para altura (ALT), biomasa de tallos a madurez fisiológica (BTAMF) y biomasa de espigas a madurez fisiológica (BESMF).

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.

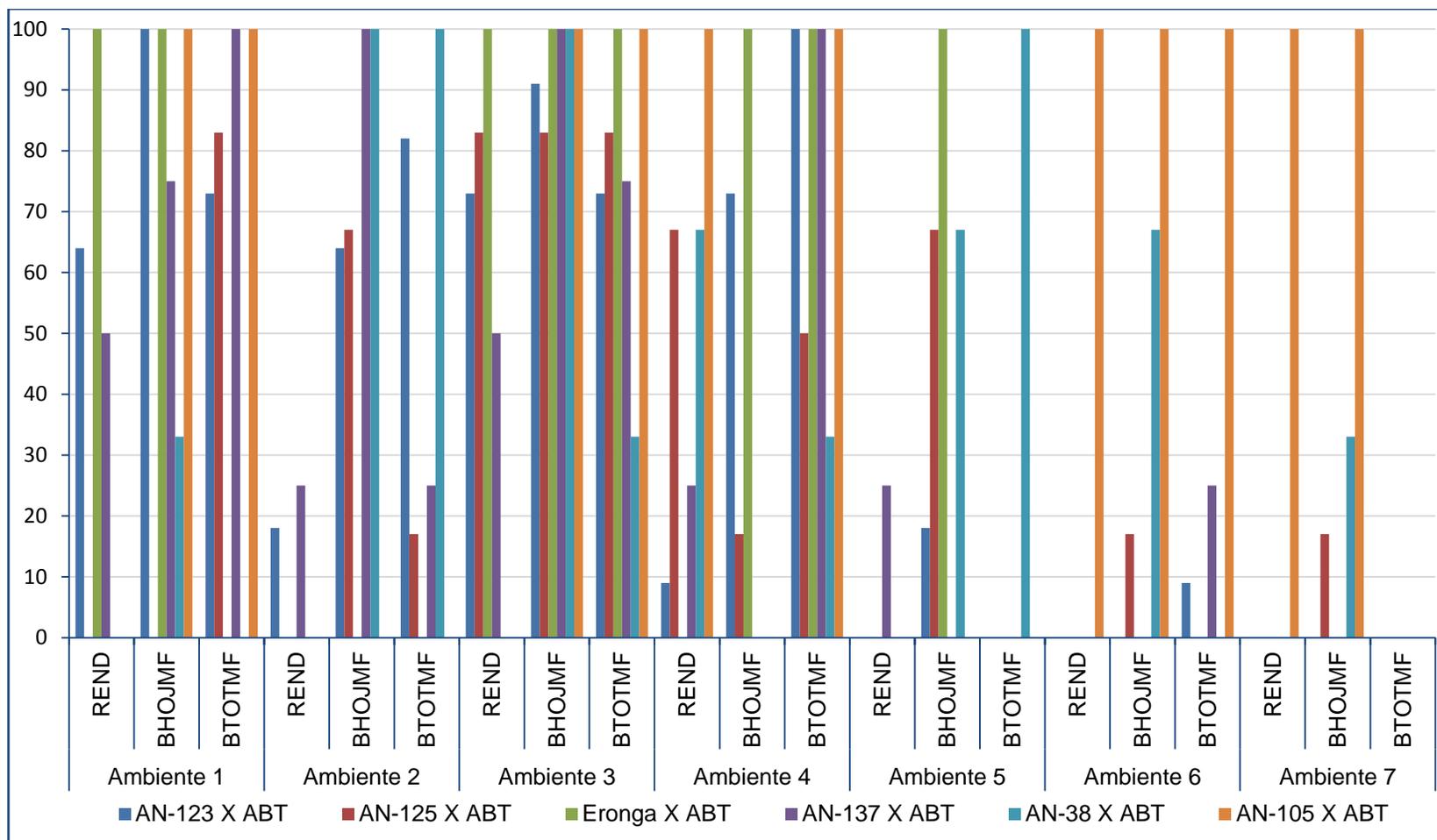


Figura 4.6. Frecuencias de familias transgresivas (%) en las diferentes cruzas para rendimiento de grano (REND), biomasa de hojas a madurez fisiológica (BHOJMF) y biomasa total a madurez fisiológica (BTOTMF).

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 F₂ 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. Lebsack. 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 ^{ns} | 1.303* | 3.034 ^{ns} | 0.247 ^{ns} | 0.779 ^{ns} | 0.025 ^{ns} | 2.194 ^{ns} | 0.049 ^{ns} | 24.280 ^{ns} |
| 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 ^{ns} | 12945.363 ^{ns} | 0.242 ^{ns} | 1.072 ^{ns} | 1.879 ^{ns} | 2.325 ^{ns} | 87.794* |
| Trat | 32 | 0.159** | 40.356** | 0.619* | 29702.933** | 0.591 ^{ns} | 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 ^{ns} | 5.673 ^{ns} | 1.964* | 1.520 ^{ns} | 0.003 ^{ns} | 0.961 ^{ns} | 0.028 ^{ns} | 47.741 ^{ns} |
| 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 ^{ns} | 0.774 ^{ns} | 0.486 ^{ns} | 6418.191 ^{ns} | 0.250 ^{ns} | 0.835 ^{ns} | 4.068 ^{ns} | 5.620 ^{ns} | 54.863 ^{ns} |
| Trat | 32 | 0.183** | 47.144** | 0.670** | 12944.417* | 0.539 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.161 ^{ns} | 4.404 ^{ns} | 6.112 ^{**} | 0.396 ^{ns} | 0.094 ^{ns} | 19.074 ^{**} | 0.127 ^{ns} | 186.194 ^{**} |
| Trat | 32 | 145.328 ^{**} | 11.458 ^{**} | 17.568 [*] | 1.544 ^{**} | 5.208 ^{**} | 0.160 [*] | 7.109 ^{**} | 0.141 ^{**} | 66.629 ^{**} |
| 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 [*] | 66.541 ^{**} | 0.472 ^{ns} | 11112.798 ^{ns} | 0.711 ^{ns} | 0.853 ^{ns} | 27.783 [*] | 28.758 ^{ns} | 350.209 ^{**} |
| Trat | 32 | 0.124 [*] | 24.883 [*] | 0.374 ^{**} | 43977.682 ^{**} | 0.832 ^{**} | 6.707 ^{**} | 18.685 ^{**} | 49.812 ^{**} | 102.313 ^{**} |
| 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 ^{**} | 33.464 ^{**} | 116.019 ^{**} | 8.165 ^{**} | 0.637 ^{ns} | 0.800 ^{**} | 20.473 ^{**} | 0.264 ^{**} | 97.417 ^{ns} |
| Trat | 32 | 113.604 [*] | 16.521 ^{**} | 22.773 ^{ns} | 1.660 ^{**} | 6.745 ^{**} | 0.112 [*] | 5.087 ^{**} | 0.096 ^{**} | 43.312 ^{ns} |
| 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 ^{**} | 76.463 ^{**} | 2.325 [*] | 64438.676 [*] | 0.076 ^{ns} | 7.174 ^{**} | 34.885 ^{**} | 69.040 ^{**} | 312.891 ^{**} |
| Trat | 32 | 0.078 [*] | 35.092 ^{**} | 0.514 ^{ns} | 26382.724 [*] | 0.310 ^{ns} | 1.918 ^{**} | 2.826 ^{ns} | 8.428 [*] | 92.392 ^{**} |
| 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 ^{ns} | 0.224** | 14.457* | 0.140* | 153.781* |
| Trat | 32 | 45.328 ^{ns} | 22.231** | 15.120** | 1.630* | 4.856** | 0.057 ^{ns} | 4.036 ^{ns} | 0.037 ^{ns} | 38.270 ^{ns} |
| 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 ^{ns} | 0.366 ^{ns} | 1.653 ^{ns} | 1.991 ^{ns} | 10.443 ^{ns} | 10.801 ^{ns} |
| Trat | 32 | 0.076* | 36.573** | 0.350** | 25680.260 ^{ns} | 0.159 ^{ns} | 0.313 ^{ns} | 0.923 ^{ns} | 2.565 ^{ns} | 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 ^{ns} | 2.866** | 0.082 ^{ns} | 0.717 ^{ns} | 0.007 ^{ns} | 29.756 ^{ns} |
| Trat | 32 | 41.398 ^{ns} | 133.509** | 10.074 ^{ns} | 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 ^{ns} | 9.121 ^{ns} | 0.275* | 33630.616** | 0.460 ^{ns} | 1.931** | 2.209** | 11.865** | 6.361 ^{ns} |
| 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 ^{ns} | 0.249 ^{ns} | 0.226** | 3.539 ^{ns} | 0.053 ^{ns} | 4.747 ^{ns} |
| 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 ^{ns} | 16.522 ^{ns} | 0.636** | 11955.363* | 0.097 ^{ns} | 0.699 ^{ns} | 0.716 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.14 ^{ns} | 0.34* | 0.07 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.08 ^{ns} | 0.00 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.23* | 0.40* | 0.21* | 0.33* | -0.16 ^{ns} |
| MF | 0.33* | 1.00 | -0.29* | 0.22* | -0.25* | -0.24* | -0.17 ^{ns} | 0.41* | -0.06 ^{ns} | -0.22* | -0.24* | -0.07 ^{ns} | 0.41* | 0.19 ^{ns} | 0.54* | 0.20* | 0.37* | -0.28* |
| LONPED | 0.24* | -0.29* | 1.00 | 0.00 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.69* | 0.39* | 0.25* | -0.01 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | -0.18 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.08 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.02 ^{ns} |
| LONESP | 0.22* | 0.22* | 0.00 ^{ns} | 1.00 | 0.01 ^{ns} | 0.39* | 0.58* | 0.65* | 0.21* | 0.18 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | -0.17 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | -0.10 ^{ns} |
| LONARI | -0.12 ^{ns} | -0.25* | -0.01 ^{ns} | 0.01 ^{ns} | 1.00 | 0.09 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | -0.10 ^{ns} | -0.23* | 0.11 ^{ns} | 0.39* | 0.12 ^{ns} | -0.00 ^{ns} | -0.12 ^{ns} | -0.03 ^{ns} | 0.21* | 0.09 ^{ns} | 0.36* |
| PSPED | 0.07 ^{ns} | -0.24* | 0.69* | 0.39* | 0.09 ^{ns} | 1.00 | 0.77* | 0.55* | 0.13 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | 0.20* | -0.33* | 0.17 ^{ns} | -0.18 ^{ns} | -0.15 ^{ns} | -0.13 ^{ns} | -0.7 ^{ns} |
| PSESP | 0.14 ^{ns} | -0.17 ^{ns} | 0.39* | 0.58* | 0.15 ^{ns} | 0.77* | 1.00 | 0.51* | 0.22* | 0.34* | 0.17 ^{ns} | 0.27* | -0.28* | 0.17 ^{ns} | -0.12 ^{ns} | -0.07 ^{ns} | -0.06 ^{ns} | -0.02 ^{ns} |
| PSHOJA | 0.34* | 0.41* | 0.25* | 0.65* | -0.10 ^{ns} | 0.55* | 0.51* | 1.00 | 0.16 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | -0.05 ^{ns} | 0.09 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | 0.25* | 0.24* | 0.06 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.23* |
| GRAESP | 0.07 ^{ns} | -0.06 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.21* | -0.23* | 0.13 ^{ns} | 0.22* | 0.16 ^{ns} | 1.00 | 0.54* | -0.25* | 0.08 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | -0.11 ^{ns} |
| PGRESP | 0.15 ^{ns} | -0.22* | 0.12 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.34* | 0.11 ^{ns} | 0.54* | 1.00 | 0.64* | 0.13 ^{ns} | -0.05 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.14 ^{ns} | 0.02 ^{ns} |
| P1000G | 0.08 ^{ns} | -0.24* | 0.11 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | 0.39* | 0.06 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | -0.5 ^{ns} | -0.25* | 0.64* | 1.00 | 0.05 ^{ns} | -0.10 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.08 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | 0.12 ^{ns} |
| REND | 0.00 ^{ns} | -0.07 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.20* | 0.27* | 0.09 ^{ns} | 0.08 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | 1.00 | 0.09 ^{ns} | 0.21* | 0.02 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.14 ^{ns} |
| ESPM2 | 0.15 ^{ns} | 0.41* | -0.18 ^{ns} | -0.17 ^{ns} | -0.00 ^{ns} | -0.33* | -0.28* | -0.02 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | -0.05 ^{ns} | -0.10 ^{ns} | 0.09 ^{ns} | 1.00 | 0.37* | 0.75* | 0.77* | 0.83* | 0.18 ^{ns} |
| BHOJMF | 0.23* | 0.19 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.12 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.25* | 0.12 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | 0.21* | 0.37* | 1.00 | 0.32* | 0.16 ^{ns} | 0.41* | -0.42* |
| BTAMF | 0.40* | 0.54* | -0.08 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | -0.03 ^{ns} | -0.18 ^{ns} | -0.12 ^{ns} | 0.24 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | 0.75* | 0.32* | 1.00 | 0.73* | 0.90* | -0.02 ^{ns} |
| BESPMF | 0.21* | 0.20* | -0.01 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.21* | -0.15 ^{ns} | -0.07 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.08 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.77* | 0.16 ^{ns} | 0.73* | 1.00 | 0.93* | 0.57* |
| BTOTMF | 0.33* | 0.37* | -0.01 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | 0.09 ^{ns} | -0.13 ^{ns} | -0.06 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | 0.14 ^{ns} | 0.06 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.83* | 0.41* | 0.90* | 0.93* | 1.00 | 0.26* |
| IC | -0.16 ^{ns} | -0.28* | 0.02 ^{ns} | -0.10 ^{ns} | 0.36* | -0.07 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | -0.23 ^{ns} | -0.11 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.14 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.42* | -0.02 ^{ns} | 0.57* | 0.26* | 1.00 |

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

^{ns}

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

^{ns} = 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 ^{ns} | 0.45* | 0.44* | 0.36* | 0.48* | 0.65* | 0.52* | 0.58* | 0.23* | -0.02 ^{ns} | 0.58* | 0.54* | 0.57* | 0.18 ^{ns} |
| MF | 0.36* | 1.00 | 0.35* | 0.39* | -0.12 ^{ns} | 0.40* | 0.36* | 0.40* | 0.02 ^{ns} | 0.23* | 0.38* | 0.24* | 0.19 ^{ns} | 0.01 ^{ns} | 0.41* | 0.30* | 0.36* | -0.01 ^{ns} |
| LONPED | 0.61* | 0.35* | 1.00 | 0.27* | 0.13 ^{ns} | 0.85* | 0.59* | 0.48* | 0.31* | 0.54* | 0.53* | 0.62* | 0.11 ^{ns} | -0.24* | 0.39* | 0.52* | 0.44* | 0.37* |
| LONESP | 0.27* | 0.39* | 0.27* | 1.00 | -0.10 ^{ns} | 0.51* | 0.70* | 0.71* | 0.25* | 0.36* | 0.29* | 0.20* | 0.18 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.25* | 0.30* | 0.31* | 0.08 ^{ns} |
| LONARI | -0.15 ^{ns} | -0.12 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | -0.10 ^{ns} | 1.00 | 0.20* | 0.26* | 0.10 ^{ns} | -0.20* | -0.02 ^{ns} | 0.22* | 0.13 ^{ns} | -0.14 ^{ns} | -0.17 ^{ns} | -0.13 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | 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 ^{ns} | -0.13 ^{ns} | 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 ^{ns} | -0.15 ^{ns} | 0.32* | 0.48* | 0.40* | 0.36* |
| PSHOJA | 0.36* | 0.40* | 0.48* | 0.71* | 0.10 ^{ns} | 0.68* | 0.75* | 1.00 | 0.16 ^{ns} | 0.37* | 0.45* | 0.29* | 0.22* | 0.02 ^{ns} | 0.36* | 0.39* | 0.39* | 0.13 ^{ns} |
| GRAESP | 0.48* | 0.02 ^{ns} | 0.31* | 0.25* | -0.20* | 0.20* | 0.34* | 0.16 ^{ns} | 1.00 | 0.80* | 0.12 ^{ns} | 0.60* | 0.04 ^{ns} | -0.09 ^{ns} | 0.22* | 0.38* | 0.31* | 0.31* |
| PGRESP | 0.65* | 0.23* | 0.54* | 0.36* | -0.02 ^{ns} | 0.45* | 0.60* | 0.37* | 0.80* | 1.00 | 0.68* | 0.77* | 0.02 ^{ns} | -0.19 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.68* | 1.00 | 0.52* | 0.03 ^{ns} | -0.25* | 0.36* | 0.43* | 0.37* | 0.33* |
| REND | 0.58* | 0.24* | 0.62* | 0.20* | 0.13 ^{ns} | 0.53* | 0.53* | 0.29* | 0.60* | 0.77* | 0.52* | 1.00 | 0.04 ^{ns} | -0.15 ^{ns} | 0.32* | 0.50* | 0.42* | 0.39* |
| ESPM2 | 0.23* | 0.19 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.14 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.14 ^{ns} | 0.22* | 0.04 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | 0.03 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | 1.00 | 0.27* | 0.56* | 0.43* | 0.55* | -0.04 ^{ns} |
| BHOJMF | -0.02 ^{ns} | 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 ^{ns} | 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 ^{ns} |
| BESPMF | 0.54* | 0.30* | 0.52* | 0.30* | 0.10 ^{ns} | 0.52* | 0.48* | 0.39* | 0.38* | 0.51* | 0.43* | 0.50* | 0.43* | 0.05 ^{ns} | 0.68* | 1.00 | 0.91* | 0.59* |
| BTOTMF | 0.57* | 0.36* | 0.44* | 0.31* | -0.02 ^{ns} | 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 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.37* | 0.08 ^{ns} | 0.29* | 0.32* | 0.36* | 0.13 ^{ns} | 0.31* | 0.40* | 0.33* | 0.39* | -0.04 ^{ns} | -0.56* | -0.09 ^{ns} | 0.59* | 0.22* | 1.00 |

^{ns}

= 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 ^{ns} | 0.41* | 0.47* | 0.12 ^{ns} | 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 ^{ns} | 1.00 | -0.34* | 0.37* | -0.07 ^{ns} | -0.24* | 0.27* | 0.11 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | 0.02 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | -0.04 ^{ns} | 0.22* | 0.22* | 0.03 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | -0.26* |
| LONPED | 0.41* | -0.34* | 1.00 | 0.10 ^{ns} | 0.21* | 0.47* | 0.18 ^{ns} | 0.22* | 0.13 ^{ns} | 0.31* | 0.38* | 0.28* | 0.18 ^{ns} | -0.03 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | 0.24* | 0.15 ^{ns} | 0.27* |
| LONESP | 0.47* | 0.37* | 0.10 ^{ns} | 1.00 | -0.15 ^{ns} | 0.38* | 0.69* | 0.64* | 0.39* | 0.42* | 0.39* | 0.28* | 0.04 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.27* | 0.27* | 0.28* | 0.07 ^{ns} |
| LONARI | 0.12 ^{ns} | -0.07 ^{ns} | 0.21* | -0.15 ^{ns} | 1.00 | 0.22* | 0.22* | 0.06 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | 0.32* | 0.30* | 0.39* | -0.09 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | 0.01 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.05 ^{ns} | 0.16 ^{ns} |
| PSPED | 0.39* | -0.24* | 0.47* | 0.38* | 0.22* | 1.00 | 0.53* | 0.56* | 0.16 ^{ns} | 0.36* | 0.46* | 0.32* | 0.09 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.11 ^{ns} |
| PSESP | 0.52* | 0.27* | 0.18 ^{ns} | 0.69* | 0.22* | 0.53* | 1.00 | 0.67* | 0.35* | 0.47* | 0.51* | 0.34* | 0.10 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | 0.26* | 0.24* | 0.26* | 0.07 ^{ns} |
| PSHOJA | 0.46* | 0.11 ^{ns} | 0.22* | 0.64* | 0.06 ^{ns} | 0.56* | 0.67* | 1.00 | 0.25* | 0.33* | 0.36* | 0.32* | 0.07 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.22* | 0.25* | 0.22* | 0.12 ^{ns} |
| GRAESP | 0.47* | 0.12 ^{ns} | 0.13 ^{ns} | 0.39* | 0.16 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | 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 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.38* | 0.39* | 0.30* | 0.46* | 0.51* | 0.36* | 0.37* | 0.76* | 1.00 | 0.64* | 0.17 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.25* | 0.34* | 0.29* | 0.21* |
| REND | 0.54* | -0.01 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | 0.04 ^{ns} | -0.09 ^{ns} | 0.09 ^{ns} | 0.10 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.21* | 0.22* | 0.17 ^{ns} | 0.31* | 1.00 | 0.67* | 0.69* | 0.62* | 0.72* | -0.13 |
| BHOJMF | 0.23* | 0.22* | -0.03 ^{ns} | 0.18 ^{ns} | -0.02 ^{ns} | -0.01 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.24* | 0.20* | 0.15 ^{ns} | 0.27* | 0.67* | 1.00 | 0.81* | 0.56* | 0.83* | -0.47* |
| BTAMF | 0.34* | 0.22* | 0.13 ^{ns} | 0.27* | 0.01 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.24* | 0.27* | 0.11 ^{ns} | 0.17 ^{ns} | 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 ^{ns} | 0.15 ^{ns} | 0.28* | 0.05 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.26* | 0.22* | 0.38* | 0.42* | 0.29* | 0.47* | 0.72* | 0.83* | 0.95* | 0.90* | 1.00 | -0.08 ^{ns} |
| IC | 0.22* | -0.26* | 0.27* | 0.07 ^{ns} | 0.16 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.12 ^{ns} | 0.21* | 0.28* | 0.21* | 0.20* | -0.13 ^{ns} | -0.47* | -0.28* | 0.34* | -0.08 ^{ns} | 1.00 |

^{ns}

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

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

^{ns}

= 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 ^{ns} | 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 ^{ns} | 1.00 | -0.16* | -0.11* | 0.06 | -0.08* | 0.02 | -0.05 | -0.09* | 0.03 | 0.24* | 0.18* | 0.36* | -0.08* | 0.14* | 0.04 | 0.06 | 0.42* |
| LONPED | 0.85* | -0.16* | 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* | -0.11* | 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 ^{ns} | -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* | -0.08* | 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 ^{ns} | 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 ^{ns} | 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* | -0.09* | 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 ^{ns} | 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* | 0.24* | 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* | 0.18* | 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* | 0.36* | 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* | -0.08* | 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* | 0.14* | 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 ^{ns} | 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 ^{ns} | 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* | 0.42* | 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 |

^{ns}

= 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).