



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GENÉTICA

EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y
PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO

HUMBERTO LEÓN VELASCO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

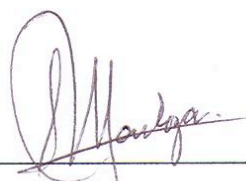
MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2007

La presente tesis titulada: **Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío**, realizada por el alumno: **Humberto León Velasco**, con la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

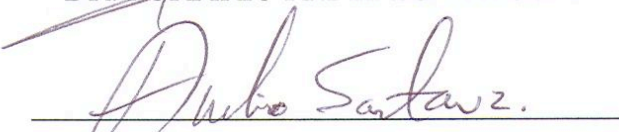
DOCTOR EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GENÉTICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
DR. LEOPOLDO E. MENDOZA ONOFRE

ASESOR: 
DR. FERNANDO CASTILLO GONZÁLEZ

ASESOR: 
DR. PORFIRIO RAMÍREZ VALLEJO

ASESOR: 
DR. AMALIO SANTACRUZ VARELA

Montecillo, Texcoco, México, 7 de noviembre de 2007

EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO

Humberto León Velasco, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2007

En el Colegio de Postgraduados se han formado dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tolerantes al frío adaptados a los Valles Altos Centrales de México. En 1996 se establecieron cinco experimentos, cuyos objetivos fueron: (a) evaluar la variabilidad genética de las dos generaciones para rendimiento de grano (RG) y otras características; (b) caracterizar la adaptabilidad de los genotipos para RG y precocidad; (c) estimar la aptitud combinatoria general (ACG) en cada generación de líneas progenitoras para RG, peso (PG) y número de granos (NG); (d) comparar el comportamiento *per se* y la ACG de las líneas; (e) estimar la heterosis y heterobeltiosis de los híbridos para esas tres variables; y (f) comparar tales estimaciones entre ambas generaciones y con los testigos. Cada experimento incluyó 12 híbridos de 1ª generación y 80 de 2ª, y sus progenitores respectivos, más cuatro testigos, en un diseño látice cuadrado 11×11 con cuatro repeticiones, en parcelas de dos surcos de 3.0 × 0.7 m y una planta cada 10 cm. Los híbridos y progenitores de 2ª generación fueron más precoces, de mayor RG y mejores características que los de la 1ª y que el mejor testigo VA-110. Las líneas B de 2ª generación fueron más precoces que las B de la 1ª y que VA-110; las líneas R de 2ª generación presentaron mayor RG y precocidad que las R de la 1ª. El RG promedio de los 10 mejores híbridos de 2ª generación, en los tres experimentos de riego y los dos de secano fue de 7.97 y 2.49 t ha⁻¹, respectivamente. Las líneas R de 1ª generación fueron estables para RG y los híbridos para precocidad; las líneas R y los híbridos de 2ª generación lo fueron para RG, pero solamente los híbridos de 2ª generación resultaron deseables. En ambas condiciones, la ACG para RG y PG de ambos tipos de líneas de 2ª generación fue superior a la ACG de las líneas de la 1ª. En riego, el comportamiento *per se* de las líneas para RG fue un buen estimador de la ACG. Los híbridos de 2ª generación presentaron mayor amplitud de heterosis y heterobeltiosis para RG, PG y NG, en ambas condiciones. Hubo una relación positiva entre RG, heterosis y heterobeltiosis en los híbridos de 2ª generación en ambas condiciones.

Palabras clave: *Sorghum bicolor* L. Moench, aptitud combinatoria, heterosis, híbridos, tolerancia al frío.

EVALUATION OF TWO GENERATIONS OF COLD TOLERANT
SORGHUM HYBRIDS AND PARENTAL LINES

Humberto León Velasco, Dr.

Postgraduate College, 2007

Two generations of cold tolerant sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] hybrids and parental lines, adapted to the Central High Valleys of México have been developed by the Postgraduate College. In 1996, five experiments were established pursuing as objectives: (a) to evaluate the genetic variability of the two generations in regard to grain yield (GY) and other traits; (b) to characterize the adaptability of the genotypes for GY and earliness; (c) to estimate the general combining ability (GCA) of each generation of parental lines for GY, grain weight (GW) and number of grains (NG); (d) to compare the *per se* performance and GCA of the lines; (e) to estimate the heterosis and heterobeltiosis of hybrids for those three traits; and (f) to compare such estimations between both generations as well as with controls. Each experiment included 12 hybrids of the 1st generation and 80 of the 2nd one, and their parental lines plus four controls, in a 11×11 square lattice design with four replications, in two-row plots of 3.0 × 0.7 m and one plant every 10 cm. The hybrids and parental lines of the 2nd generation were earlier, with higher GY and better traits than those of the 1st one and VA-110, the best control. B lines of 2nd generation were earlier than B lines of the 1st one and VA-110; R lines of 2nd generation presented larger GY and earliness than R lines of the 1st one. The average GY of the 10 best hybrids of the 2nd generation, in the three irrigated experiments was 7.97, and 2.49 t ha⁻¹ in the two rainfed experiments. R lines of the 1st generation were stable for GY and their hybrids for earliness. R lines and their hybrids of the 2nd generation were stable for GY, but only the hybrids were desirable. Under both conditions, GCA for GY and GW of both types of lines was larger in the 2nd generation than in the 1st one. Under irrigation, the *per se* performance of lines for GY was a good estimator of GCA. Hybrids of the 2nd generation showed greater range of heterosis and heterobeltiosis for GY, GW and NG, in both environmental conditions. There was a positive relationship between grain yield, heterosis and heterobeltiosis in the hybrids of the 2nd generation under both environmental conditions.

Key words: *Sorghum bicolor* L. Moench, combining ability, heterosis, hybrids, cold tolerance.

A mis Padres, Hernán León López† y Luvia Velasco Castañón, quienes me encomendaron
la práctica de los verbos amar, servir y estudiar.

Al amor de mi vida, Lucila López Hernández, mi Esposa.

A mis Hijas, Lucía y Gabriela, así como a mis Hijos que pronto vendrán.

En la selección natural, que ha permanecido antes, durante y después de nuestra fecundación y concepción, en el vientre de nuestras madres, tuvimos la fortuna de ser seleccionados para buscar la luz, pero también para honrar a nuestros padres y servir a la humanidad. Fuimos privilegiados al nacer en el siglo XX y aún más al continuar en el siglo XXI, pues en el largo andar por la vida muchos de nuestros seres queridos ya no pudieron compartir este grandioso amanecer. A ellos, les invocamos nuestro eterno amor y recuerdo, en unión de nuestra eterna gratitud, pues su existencia continuará en nuestras mentes y en nuestras sangres, así como en las de nuestros hijos y nuestras generaciones que perpetuarán el maravilloso continuo llamado vida.

Todas las razas humanas, a través de los siglos, nos han heredado sus genes y además el conocimiento que estamos usando hoy; por lo tanto, ellas están hoy unidas a nosotros, física y mentalmente, para que tengamos mayor capacidad de supervivencia, al aplicar esa inagotable herencia con toda nuestra energía en nuestro diario vivir. Así pues, estamos obligados a honrarlas hasta nuestra muerte. Gracias a que ellas murieron nosotros vivimos y también moriremos para que vivan las que nos sucederán. La muerte no existe, porque la vida es un continuo, morimos los eslabones, pero la hermosa cadena de la vida continuará hasta que el Gran Arquitecto del Universo permita que se apague la luz del sol.

Sin embargo, debemos recordar el mensaje de Nikolai Ostrovski, en su libro ‘así se templó el acero’, que dice así: “lo más preciado que posee el hombre es la vida. Se le otorga una sola vez, y hay que vivirla de forma que no se sienta un dolor torturante por los años pasados en vano, para que no queme la vergüenza por el ayer vil y mezquino, y para que al morir se pueda exclamar: ¡toda la vida y todas las fuerzas han sido entregadas a lo más hermoso del mundo, a la lucha por la liberación de la humanidad! y hay que apresurarse a vivir, pues una enfermedad estúpida o cualquier casualidad trágica puede cortar el hilo de la existencia”.

Finalmente, no olvidéis que la pobreza es parte de la naturaleza y que sin pobreza no hay ingenio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Educación Pública y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, por haberme proporcionado la Beca para realizar mis estudios doctorales en la Sede del Colegio de Postgraduados, que se localiza en Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Al propio Colegio de Postgraduados, cuyo prestigio internacional motivó mi proyecto de postgrado, y a mis Profesores por su calidad humana, quienes también han motivado mi superación, como lo han hecho en forma incansable con diversas generaciones, por ser hombres libres y de buenas costumbres.

A la Universidad Autónoma de Chiapas, en particular a la Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicada en Villaflores, Chiapas, por haberme permitido participar en el Programa de Formación de Profesores, Investigadores y Extensionistas.

Al Sindicato de Personal Académico de la Universidad Autónoma de Chiapas, por las iniciativas propuestas para el desarrollo institucional.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Importancia mundial del sorgo	1
Importancia nacional	1
Origen del sorgo híbrido en Estados Unidos de América	2
El sorgo híbrido en México	4
Antecedentes del mejoramiento en Valles Altos	5
Planteamiento general	9
Objetivos	10
Hipótesis	10
Literatura citada	11
CAPÍTULO I. EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO. I: COMPORTAMIENTO EN CINCO AMBIENTES E INTERACCIÓN GENOTIPO × AMBIENTE	14
1.1 Resumen	14
1.2 Introducción	15
1.3 Materiales y métodos	17
1.4 Resultados y discusión	19
1.5 Conclusiones	30
1.6 Literatura citada	32
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO. II: APTITUD COMBINATORIA, HETEROSIS Y HETEROBELTIOSIS	35
2.1 Resumen	35
2.2 Introducción	36
2.3 Materiales y métodos	39
2.4 Resultados y discusión	41
2.5 Conclusiones	54
2.6 Literatura citada	54
CONCLUSIONES GENERALES	58
ANEXO	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.1	Genealogías de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío.	17
1.2	Características de los ambientes de evaluación en Valles Altos Centrales de México. 1996.	17
1.3	Comportamiento de los grupos de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío.	20
1.4	Comportamiento de los genotipos de mayor rendimiento en cada grupo. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México. 1996.	24
1.5	Comportamiento de los genotipos de mayor rendimiento en cada grupo. Promedios de dos experimentos de secano en Valles Altos de México. 1996.	26
1.6	Respuesta (b_i , S^2d_i) a los ambientes en los grupos de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío de dos generaciones. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México.	29
1.7	Respuesta (b_i , S^2d_i) a los ambientes en los genotipos de mayor rendimiento de cada grupo. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México.	31
2.1	Características de los ambientes de evaluación en Valles Altos Centrales de México. 1996.	39
2.2	Aptitud combinatoria general y comportamiento <i>per se</i> de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.	43
2.3	Aptitud combinatoria general y comportamiento <i>per se</i> de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos. Promedios de dos experimentos de secano. Valles Altos de México. 1996.	46
2.4	Heterosis y heterobeltiosis para rendimiento de grano de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.	49
2.5	Heterosis y heterobeltiosis para rendimiento de grano de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de dos experimentos de secano. 1996.	53

LISTA DE CUADROS DEL ANEXO

Cuadro		Página
A.1	Heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.	60
A.2	Heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de dos experimentos de secano. Valles Altos de México. 1996.	62
A.3	Datos originales de cinco experimentos realizados en Valles Altos de México. 1996.	64

INTRODUCCIÓN GENERAL

Importancia mundial del sorgo

En el período comprendido entre 1987 y 2006, el promedio anual de la producción mundial de grano de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] fue de 60.5 millones de toneladas. El 69 % de esa producción se concentró, en orden de importancia, en Estados Unidos de América (EUA), India, Nigeria, México y China. En promedio, México participa con 9.12 % de la producción mundial y ocupa el cuarto lugar en producción anual (5.52 millones de toneladas), así como el quinto lugar en rendimiento (3.24 t ha⁻¹); en una superficie de 1.69 millones de hectáreas. Para satisfacer los requerimientos de grano demandados principalmente por la industria de alimentos balanceados, durante esos 20 años México importó el 49 % de sus necesidades, con un promedio de 3.16 millones de toneladas, provenientes de EUA, que lo ubican como el primer importador mundial pues fue el tercer país consumidor después de EUA e India (CNA, 1993; Galarza *et al.*, 2003; SAGARPA, 2005b, 2007; ASERCA, 2007).

Importancia nacional

En la agricultura de México, durante el mismo período, el sorgo destaca en segundo lugar de producción entre los 10 principales granos básicos, después del maíz (*Zea mays* L.), y en tercer lugar con respecto a la superficie cosechada, después de maíz y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Su redituabilidad es superior a la de esos dos cultivos, pues su rendimiento medio nacional supera al de ambos en 38 y 414 %, respectivamente (CNA, 1993, 2001; Galarza *et al.*, 2003; SAGARPA, 2005a, b, 2007; ASERCA, 2007).

El sorgo es considerado por los productores pecuarios como sustituto del maíz para usos forrajeros, ya que se destina a la preparación de alimentos balanceados, como alimento directo para aves, cerdos y bovinos; como fuente de materia prima para obtener harinas de almidón y aceites; en menor proporción, como rastrojo (esquilmo) para la alimentación bovina y equina. En el período de 1987 a 2002, el 85 % de la producción nacional de grano de sorgo se ha obtenido en sólo cinco Estados que en orden de importancia son: Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa, en los que se concentra el 85 % de la superficie cosechada (CNA, 1993; Galarza *et al.*, 2003), donde casi toda (95 %) se siembra, desde 1981, con semilla comercializada

por compañías privadas, las cuales distribuyen híbridos que, aunque han resultado "adaptados" a las condiciones ecológicas de las principales áreas sorgueras, no han sido específicamente seleccionados para satisfacer las necesidades de los productores ni las de los consumidores (Mendoza, 1988). Esta problemática crece ante la reciente liquidación de la Productora Nacional de Semillas y mientras no se instituya un organismo impulsor de un sistema nacional de protección, preservación, regulación y fomento de la producción de semillas.

Es pues necesario y urgente aumentar la producción y productividad de grano de este cereal, a través de la ampliación de la frontera agrícola, por ejemplo, cultivándolo en regiones frías; o mediante la mejora del rendimiento o de las prácticas agrícolas. Varias instituciones realizan investigación encaminada a formar híbridos y variedades de sorgo, que superen el rendimiento de grano por hectárea y que posean mejores características agronómicas que los cultivares existentes; además, que satisfagan la demanda señalada y simultáneamente, que sirvan como una alternativa para aquellas regiones donde otros cultivos tienen problemas con la fluctuación de las condiciones ambientales, como las lluvias y la temperatura en las zonas de agricultura de secano (temporal).

Origen del sorgo híbrido en Estados Unidos de América

En 1908, H. Willis Smith, un granjero de Kansas, hizo selecciones de una cruce natural entre Milo × Kafir Blackhull; en 1911, sembró surcos de esa cruce para obtener líneas uniformes, de las cuales desarrolló sorgos de porte tan bajo como para cosecharse con una espigadora de trigo, y nombró a una de sus variedades Kafir Buff (Quinby, 1974; Martin, 1975). El responsable del programa de sorgo del Departamento de Agricultura de EUA (H. N. Vinall), vio los trabajos de mejoramiento del Sr. Smith e inició un programa de mejoramiento en 1914. Entre las cruces que hizo estuvo Feterita × Kafir Blackhull y, de esta cruce, él y A. B. Cron seleccionaron las variedades Premo y Chiltex que se distribuyeron en la Estación Chillicothe en 1923. Los agricultores ya pudieron emplear esas variedades, muy resistentes a la sequía y de rendimiento superior. Éstas fueron las primeras variedades obtenidas de las cruces artificiales entre dos variedades de sorgo. Las técnicas de Vinall y Cron para seleccionar progenie en surcos fueron muy usadas en los años siguientes. J. B. Sieglinger del Departamento de Agricultura en Woodward, Oklahoma, cruzó Milo × Kafir Blackhull y de la progenie seleccionó plantas más

cortas que las de los progenitores; posteriormente, retrocruzó la progenie seleccionada hacia Milo y obtuvo una variedad que llamó Beaver. También obtuvo la variedad Wheatland, ambas enanas de panoja erguida, distribuidas en 1928 y 1931, respectivamente, que fueron las primeras variedades sembradas en las Grandes Llanuras y que rindieron buena producción al cosecharse con máquinas combinadas (Quinby, 1974; Martin, 1975).

En la planta de sorgo cada florecilla contiene a los órganos de reproducción de ambos sexos. Durante muchos años el problema para utilizar sorgo híbrido fue la falta de métodos rápidos y de bajo costo para efectuar las cruzas (Poehlman, 1965). Hasta 1932, la semilla híbrida sólo podía obtenerse después de una laboriosa emasculación manual (Quinby, 1974), por lo que fue necesario producir tipos androestériles. J. C. Stephens inició investigaciones sobre sorgos híbridos en 1929, cuando descubrió en el pasto del Sudán una línea sin anteras (Quinby, 1974; Martin, 1975). Ayyangar en India, así como Stephens y Glen H. Kuykendall, en Texas, aislaron otros ejemplares androestériles que prometían buenos resultados (Martin, 1975). En 1935, Stephens descubrió un macho estéril en Kafir Blackhull de Texas, que fue de origen genético, pero casi al mismo tiempo se halló otro macho estéril genético todavía mejor, por lo que el anterior fue abandonado. Este nuevo macho estéril genético se usó como progenitor hembra de híbridos que, al compararse con las variedades en uso, mostraron 40 % de aumento en rendimiento (Quinby, 1974).

El esquema para usar la androesterilidad genética en la producción comercial de semilla híbrida, implicaba que la mitad de las espigas producía flores masculinas fértiles, por lo que era necesario eliminarlas antes de la polinización; esta operación elevaba tanto el costo de la producción de semilla que la hacía prohibitiva. El siguiente procedimiento se basó en la utilización del material genético androestéril obtenido de la variedad Day, en 1943, por Glen H. Kuykendall (Poehlman, 1965; Quinby, 1974).

Apenas se había iniciado la producción comercial de sorgos híbridos, utilizando el carácter de esterilidad de la variedad Day, cuando Stephens y Holland, en 1952, descubrieron la androesterilidad citoplásmica (Stephens y Holland, 1954; Poehlman, 1965), que permitió

explotar la heterosis y producir semilla híbrida en forma práctica y a bajo costo. En EUA, en 1957 se sembró con híbridos el 15 % de la superficie dedicada a este cultivo y para 1960 el 95 %. La superficie dedicada a maíz en EUA necesitó 20 años para ser cubierta por el maíz híbrido; mientras el sorgo híbrido cubrió su respectiva superficie en sólo 4 años, tan pronto hubo semilla híbrida disponible (Quinby, 1974). En 1956, cuando los híbridos no se empleaban en gran escala, el rendimiento promedio en EUA era 1400 kg ha⁻¹ y para 1965 alcanzaba 3182 kg ha⁻¹. Se considera que la heterosis es responsable de 20 a 40 % de ese aumento, y el resto corresponde a un mejor manejo del cultivo, pues los agricultores utilizaron sistemas de riego y abonos con esos cultivos de mayor rendimiento (Quinby y Schertz, 1975).

El sorgo híbrido en México

En 1944, la Oficina de Estudios Especiales (OEE) introdujo de EUA, para fines de experimentación, algunas variedades e híbridos de sorgo para grano y forraje, que se evaluaron en Chapingo y El Bajío. En los años siguientes se prosiguieron las pruebas de adaptación y rendimiento, para seleccionar las variedades más prometedoras. En 1948 se evaluaron 24 variedades en El Bajío y Chapingo, donde se seleccionaron algunas que tuvieron rendimientos aceptables. Sin embargo, ante los rendimientos bajos obtenidos en altitudes superiores a 1850 m, a partir de 1951 se suspendió la experimentación en Chapingo y se concentró en El Bajío principalmente. Para 1955 ya se contaba con más de 200 variedades comerciales y selecciones de sorgo para grano. Así, se determinó que el sorgo prosperaba en lugares con altitud inferior a 1850 m y se clasificaron las variedades que se adaptaban a Torreón, Valle de Guadalajara, El Bajío y Ciudad Obregón (Ángeles, 1968; Carballo, 1978).

En 1956, la OEE inició pruebas de adaptación y estabilidad de la androesterilidad génico-citoplásmica en distintos ambientes, con material introducido de EUA. En 1959 se disponía de 26 pares de líneas A (línea androestéril) y B (isogénica fértil de la línea A, no restauradora) y 18 líneas R (fértil restauradora de la fertilidad masculina). Sin embargo, el programa de formación de líneas había comenzado desde 1957, por lo que se habían obtenido ya 30 líneas A y B, así como 20 líneas R desarrolladas en México. Con el material introducido seleccionado y el desarrollado localmente se formaron híbridos experimentales (cruzas A×R). En 1960, fue creado

el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en el que se continuó el programa y se sembraron 20 de dichos híbridos para observar su heterosis y, simultáneamente, se formaron 141 híbridos. Durante 1962 y 1963 esos híbridos se evaluaron en Roque, Guanajuato, al igual que en Río Bravo, Tamaulipas en 1963 y 1964 (Ángeles, 1968).

En los ciclos de invierno de 1965 y 1966, en el Campo de Iguala, Guerrero, se logró obtener semilla de la mayoría de híbridos experimentales con androesterilidad citoplásmica, y un grupo de 400 se evaluaron en el ciclo de secano o temporal en nueve Estados de la República, incluyendo Río Bravo, Tamaulipas; Torreón, Coahuila; Ciudad Obregón, Sonora; Los Mochis, Sinaloa; Roque, Guanajuato; Antúnez, Michoacán; Pabellón, Aguascalientes; Iguala, Guerrero; y Santa Rosa, Yucatán. Además, los materiales se evaluaron en el ciclo de primavera (riego) en las mismas localidades para seleccionar, en forma preliminar, los más convenientes para esos ciclos y posteriormente repetir la prueba con los seleccionados, para finalmente recomendar la producción comercial de los sobresalientes. La evaluación de esos híbridos, en el ciclo de secano de 1967, confirmó que se contaba con sorgos destacados tardíos, intermedios y precoces de diferentes tipos de grano y panoja, superiores a los 10 híbridos comerciales incluidos en cada experimento, que podrían recomendarse en las principales áreas sorgueras. También estaban en marcha investigaciones sobre heterosis y depresión en F_2 (Ángeles, 1968). Finalmente, entre 1972 y 1975, el INIA liberó 35 híbridos para las principales áreas sorgueras del país. Desde ese tiempo, el 95 % de la semilla sembrada en México correspondía a híbridos importados o producidos por filiales de compañías de EUA, mientras el 5 % era cubierto por la Productora Nacional de Semillas (Carballo, 1978).

Antecedentes del mejoramiento en Valles Altos

La superficie agrícola de las regiones con altitudes superiores a 1800 m, conocidas como Valles Altos, se estima en poco más de 1.5 millones de hectáreas, distribuidas principalmente en los Estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Oaxaca, donde en 90 % de las áreas de secano se cultiva maíz y frijol (Livera, 1975). El mejoramiento genético del sorgo para grano en esta región data de 1944, con la introducción de variedades

mejoradas en EUA, las que presentaron nulo rendimiento en Chapingo, debido a la imposibilidad de la fecundación (Carballo y Ortiz, 1972).

Dada la falta de adaptación de los sorgos comerciales, el INIA inició, en 1960, un programa de mejoramiento genético con el propósito de obtener variedades o híbridos adaptados a los Valles Altos. Se introdujeron, de Etiopía, variedades que producían grano en altitudes superiores a 2000 m y destacaron Nyundo, Mabere y Magune (Ángeles, 1968; Livera, 1975), y por su capacidad para producir grano en Chapingo (a 2250 m de altitud), se les denominó tolerantes al frío (TF). Posteriormente, se introdujeron los genotipos 38 Day Milo, 40 Day Kafir y Hegari Precoz, para utilizarlos como fuentes de precocidad; sin embargo, al igual que todos los híbridos comerciales y la mayor parte del material genético introducido, resultaron susceptibles al frío y no formaron grano (Livera y Carballo, 1985). Debido a que las variedades africanas eran tardías, de porte alto y con nula excersión, en 1961 se cruzaron con las fuentes de precocidad, esterilidad, planta baja y buena excersión, para generar segregantes por los métodos genealógico y masivo, este último con algunas modificaciones (Ángeles, 1968; Livera, 1975).

La selección se aplicó sobre los segregantes con criterios de precocidad, adaptación y rendimiento. Ante la disminución de rendimiento, al seleccionar tipos con las características deseadas, se siguió un programa de retrocruzas hacia Nyundo, Mabere y Magune, así como cruzas de líneas seleccionadas, por adaptación y precocidad con sorgos comerciales, para seleccionar segregantes con buena adaptación, precocidad y excersión, así como panojas de buen tamaño, tipo y rendimiento. De manera simultánea se evaluaron nuevas introducciones en ensayos de rendimiento, con Nyundo, Mabere y Magune, como testigos, obteniéndose con la primera hasta 7.5 t ha^{-1} de grano, en siembras de abril, las que también tenían posibilidades en siembras de “punteado” en mayo y principios de junio, mientras que los materiales comerciales producían grano en grado variable, de 0 a 80 % en siembras de mayo, pues las temperaturas frías de la mañana en la época de floración impedían la fecundación y en consecuencia la formación de grano, por lo que se percibió que su siembra era factible en lugares de menor altitud (2100 m) en determinadas fechas.

Para 1969 el programa tenía 1300 selecciones precoces e intermedias con buenas características agronómicas (Carballo y Muñoz, 1969; Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1969), que se evaluaron en Chapingo, México, y Tecamachalco, Puebla, en 1971 (Livera, 1979). En 1972, se habían obtenido 746 líneas TF derivadas de las variedades africanas Nyundo (616 líneas) y Mabere (33 líneas), así como de otros materiales del CIMMyT (97 líneas) (Livera, 1975). Como la variedad Nyundo era la fuente principal de la tolerancia al frío, se buscó ampliar la base genética del programa de mejoramiento, por lo que se observaron nuevas introducciones y se indujeron mutaciones con radiaciones ionizantes (rayos gamma) (Livera y Carballo, 1975).

Además de continuar con la selección entre y dentro de líneas, se realizaron ensayos de rendimiento en Chapingo, donde destacaron 20 genotipos que, en 1973, se sometieron una vez más a prueba en zonas agrícolas de varios Estados del país, en altitudes de 1800 a 2600 m. En las 10 líneas más prometedoras se practicó selección masal para disminuir la variabilidad que presentaban como consecuencia del método de selección y manejo, pues en algunas generaciones no se controló la polinización, así como para evitar la protección contra las bajas temperaturas que pudiera haberse ocasionado al embolsar las panojas para autofecundar. El estrato más precoz y con mejores caracteres agronómicos de cada una de esas 10 líneas, constituyó las primeras variedades experimentales de sorgo TF para Valles Altos (Sorgo para Valles Altos, SVA1 a SVA10) (Livera, 1979). Las variedades de sorgo para grano, Valles Altos 110, 120 y 130, se evaluaron durante varios años, en condiciones de riego y secano en el Estado de México y de secano en el Estado de Hidalgo; además se hicieron otras pruebas en varias localidades de los Valles Altos a nivel nacional. Las tres variedades eran de polinización libre y por lo tanto, el agricultor podría seleccionar semilla de su misma cosecha para sembrar en años posteriores, siendo una real alternativa de cultivo para las regiones de los Valles Altos de México, con altitudes entre 1800 y 2300 m.

Valles Altos 110 (VA-110) resultó de la cruce entre las variedades Nyundo y Milo y una retrocruza hacia Nyundo; posteriormente, se realizó selección individual, hasta la generación F₉, después de la cual se practicó un ciclo de selección masal. Valles Altos 120 (VA-120) provino de un material introducido al programa de sorgo, para los Valles Altos, en el que se realizó

selección individual y por último un ciclo de selección masal. Valles Altos 130 (VA-130) se originó de una cruce simple entre las variedades Nyundo y Milo, con selección individual hasta la generación F_{13} y al final un ciclo de selección masal. Al hacer los cruzamientos y practicar la selección individual en generaciones segregantes, en esa época no se cubrían las panojas con bolsas de papel, por lo que existe la posibilidad de que la genealogía reconocida no corresponda con los genotipos actuales, debido al probable cruzamiento natural que hay en todas las siembras de sorgo (Romo y Carballo, 1980).

En los 10 años siguientes, los investigadores aplicaron casi todas las metodologías propias de especies autógamias y alógamas: introducción de germoplasma, selección individual, selección familiar, hibridación, mutagénesis y recombinaciones de diversos tipos. Se aplicaron criterios de selección para altura de planta, precocidad, tolerancia a enfermedades, adaptación, calidad, color y rendimiento de grano, así como rendimiento de forraje. Uno de los objetivos del programa del INIA era esclarecer las causas de la ausencia de formación de grano en los híbridos comerciales disponibles en el mercado, cuando se sembraban en áreas con condiciones ambientales similares a las de Chapingo. Esta meta se alcanzó en el período de 1970 a 1977 cuando se identificó la androesterilidad “ecológica” (efecto del frío en la microsporogénesis, pero menor efecto en la megasporogénesis). La androesterilidad ecológica se propuso como una posibilidad de aprovechar la susceptibilidad de los progenitores para producir híbridos y con ese criterio también se desarrollaron líneas experimentales TF.

Posteriormente, el objetivo del programa fue formar genotipos TF que presentaran altura de planta, precocidad y rendimiento que hicieran competitiva la siembra de esta especie, sobre todo en siembras de secano. Este propósito pretendía dar respuesta a las necesidades de diversificación de la agricultura de secano en los Valles Altos, donde el sorgo podría ser cultivado. En 1981, se liberó la variedad de polinización libre VA-110, que en cierto grado cumplía con algunos de los atributos planteados, pero no se adoptó por su heterogeneidad en altura de planta y precocidad, propiciada por su alto grado de ahijamiento. Simultáneamente, se planteó la conveniencia de incorporar criterios de calidad nixtamalera y harinera en la selección de genotipos TF, puesto que se postulaba que el maíz sería el cultivo principal con el que

competiría el sorgo. Por último, era clara la necesidad de contar con genotipos más precoces que VA-110, pues esta variedad ofrecía su mejor respuesta en siembras de riego o auxiliadas con algún riego (Mendoza, 1991).

Planteamiento general

El Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Colegio de Postgraduados (PMGS-CP), con sede en Montecillo, Estado de México, en 1980 inició un programa de formación de híbridos tolerantes al frío TF, adaptados a esa región, con 250 líneas TF, donadas por ICRISAT-CIMMYT, identificadas con las siglas BT y BTP, provenientes de India y África. De esas líneas sólo cinco presentaron respuesta B, procediéndose a formar su respectiva isogénica A, mediante ocho retrocruzas. La fuente de androesterilidad citoplásmica fueron líneas A con el sistema CMS-A1 (Milo-Kafir), donadas por la Universidad de Nebraska, EUA. En las 245 líneas R se practicó selección visual durante un ciclo y se seleccionaron 50 líneas, ocho de las cuales se cruzaron con las cinco líneas A en 1989, formándose 40 híbridos llamados “primera generación de híbridos de sorgo TF”, evaluados en 1990 con resultados prometedores (Mendoza-Onofre, 1992; Osuna-Ortega *et al.*, 2000).

Con objeto de incrementar y diversificar las líneas B TF, en 1986, en forma manual se hicieron las cruzas posibles entre las cinco líneas B y a partir de la F₂ se efectuó selección individual (pedigrí), con criterios como nula ramificación, uniformidad en tipo de planta, mayor longitud de panoja y excursión, color y tamaño de grano, así como semejante o mayor precocidad que sus antecesoras y que la variedad VA-110. Simultáneamente, la planta seleccionada en cada generación se retrocruzaba hacia una planta A de la craza previa, por lo que en 1992 se disponía de nuevas líneas A y B con mejores características agronómicas que sus predecesoras. Por otra parte, las 50 líneas R seleccionadas se evaluaron en diversos ambientes y se seleccionaron diferentes líneas R, aplicando los criterios indicados en la derivación de las nuevas líneas B, con las que se esperaba generar híbridos de mayor rendimiento (Mendoza-Onofre, 1992; Mendoza y Mora, 1992). En 1994, se seleccionaron las líneas B y R más sobresalientes, en rendimiento de grano y otras características.

En 1995 se obtuvieron las cruzas directas posibles entre ocho líneas A nuevas y 10 líneas R nuevas, produciéndose 80 híbridos nombrados “segunda generación de híbridos de sorgo TF”; asimismo, se obtuvo semilla de 12 híbridos de primera generación (cruzas de tres líneas A viejas y cuatro líneas R viejas), y se incrementó la semilla de los progenitores de ambas generaciones. Estos genotipos más cuatro testigos [línea experimental TF-88, variedad VA-110 (ambas TF), RB-4000 y Purépecha (híbridos comerciales susceptibles al frío recomendados para el norte de Tamaulipas y El Bajío, respectivamente)] se evaluaron en tres ambientes de riego y dos de secano durante 1996, en tres localidades representativas de los Valles Altos Centrales, ubicadas a 2250 m de altitud en el Estado de México, con los objetivos y las hipótesis siguientes:

Objetivos

- a. Medir la variabilidad genética de las dos generaciones de híbridos y progenitores para rendimiento de grano y otras características de planta y panoja.
- b. Evaluar la adaptabilidad de los genotipos con base en parámetros de estabilidad de rendimiento de grano y precocidad.
- c. Comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones y con los testigos.
- d. Estimar la aptitud combinatoria general (ACG) en cada generación de líneas progenitoras para rendimiento, peso y número de granos.
- e. Comparar el comportamiento *per se* y la ACG de las líneas progenitoras.
- f. Estimar la heterosis y heterobeltiosis dentro de cada generación de híbridos para esas tres variables.
- g. Comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones de híbridos y progenitores.

Hipótesis

1. Existe amplia variabilidad genética en rendimiento de grano y otras características en ambas generaciones de genotipos.
2. El rendimiento y la precocidad de los genotipos responde diferencialmente al ambiente.
3. La segunda generación de genotipos supera a la primera y a los testigos en rendimiento, estabilidad y otras características.

4. Existe variabilidad genética de naturaleza aditiva (ACG) para rendimiento, peso y número de granos en los progenitores de ambas generaciones.
5. El comportamiento *per se* de las líneas estima la respectiva ACG.
6. Los híbridos de cada generación presentan diferentes grados de heterosis y heterobeltiosis para esas tres variables.
7. La ACG de las líneas, así como la heterosis y heterobeltiosis de los híbridos de la segunda generación superan a sus correspondientes de la primera.

La evaluación generó información que para propósitos de presentación se organizó en dos capítulos, que ya se enviaron en forma de artículos científicos a la revista *Agrociencia*; el primero se refiere al análisis del comportamiento de los genotipos en cinco ambientes y al de la interacción genotipo \times ambiente; y el segundo a la estimación de la aptitud combinatoria general de los progenitores, así como la heterosis y heterobeltiosis de los híbridos.

LITERATURA CITADA

- Ángeles A., H. H. 1968. El maíz y el sorgo y sus programas de mejoramiento genético en México. *In*: Memorias del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Chapingo, México. pp: 425-446.
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 2007. Indicadores del sector. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/161/ca161.pdf>.
- Carballo C., A. 1978. Sorgo. *In*: Recursos Genéticos Disponibles a México. Tarcicio Cervantes S. (ed.). SOMEFI. Chapingo, México. pp: 85-91.
- Carballo C., A. y A. Muñoz O. 1969. Resultados y proyecciones del programa de maíz y sorgo para la Mesa Central. Informe CIB. Chapingo, México. *s/n*.
- Carballo C., A. y J. Ortiz C. 1972. ¿Tendremos pronto sorgos para Valles Altos? *Agrosíntesis* 15: 18-19.
- Consejo Nacional Agropecuario. 1993. Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario 1983-1992. 10 Años de Actividad Agropecuaria en México. Departamento de Estudios Económicos. México. pp: 19-98.

- Consejo Nacional Agropecuario. 2001. Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario 1990-2000. Dirección de Estudios Económicos. México. pp: 13-132.
- Galarza M., J. M., U. Miramontes P., J. Castillo M. y M. A. Rebolledo V. 2003. Situación actual y perspectivas de la producción de sorgo en México 1992-2004. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Livera M., M. 1975. La temperatura como factor limitante en la adaptación del sorgo para grano (*Sorghum bicolor* Moench) en los Valles Altos de México. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México. 54 p.
- Livera M., M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes al frío. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 142 p.
- Livera M., M. y A. Carballo C. 1975. Inducciones de mutaciones en la variedad Nyundo. Informe de Labores. Campo Agrícola Experimental Valle de México. Chapingo, México. p. 64.
- Livera M., M. y A. Carballo C. 1985. Ampliación de las áreas de adaptación del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). I. Análisis del potencial productivo de genotipos tolerantes al frío en los Valles Altos. Fitotecnia 7: 96-113.
- Martin, J. H. 1975. Historia y clasificación de los sorgos (*Sorghum bicolor* [Linn.] Moench). *In*: Producción y Usos del Sorgo. J. S. Wall y W. M. Ross (comps.). Andrés O. Bottaro (trad.). Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp: 3-18.
- Mendoza O., L. E. 1988. La investigación del cultivo del sorgo en el INIFAP-México. *In*: Memoria del VI Taller de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo. Centro de Tecnología Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. pp: 31-41.
- Mendoza O., L. E. 1991. Sorgo. *In*: 10 Años de Investigación Agrícola en la Región Central de México. CAEVAMEX. SARH. Chapingo, México. pp: 105-118.
- Mendoza-Onofre, L. E. 1992. Grain yield of the first cold tolerant sorghum hybrids developed in México. Sorghum Newsletter 33: 62.

- Mendoza O., L. E. y R. Mora A. 1992. Rendimiento de grano de los primeros híbridos de sorgo tolerantes al frío formados en México. *In*: Memoria del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. p: 367.
- Osuna-Ortega, J., L. E. Mendoza-Onofre, V. A. González-Hernández, F. Castillo-González, M. C. Mendoza-Castillo, and H. Williams-Alanís. 2000. Potential of cold tolerant germplasm in the adaptation and adaptability of sorghum in México: I. High Valleys. *Agrociencia* 34: 561-572.
- Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Nicolás Sánchez Durón (trad.). Ed. LIMUSA. México. pp: 301-327.
- Quinby, J. R. 1974. Sorghum Improvement and the Genetics of Growth. The Texas Agric. Exp. Stat. in cooperation with the Pioneer Hi-Bred Co. Texas A&M Univ. Press. College Station, TX. pp: 9-17.
- Quinby, J. R. y K. F. Schertz. 1975. Genética, fitotecnia y producción de semilla de sorgo híbrido. *In*: Producción y Usos del Sorgo. J. S. Wall y W. M. Ross (comps.). Andrés O. Bottaro (trad.). Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp: 43-67.
- Romo C., E. y A. Carballo C. 1980. Características de tres variedades de sorgo para los Valles Altos. Circular CIAMEC 130. INIA-SARH. Chapingo, México. 11 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2005a. Competitividad fríjol-2005. http://www.sagarpa.gob.mx/subagri/info/comp/sp/fríjol/c_fríjol.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2005b. Competitividad sorgo-2005. http://www.sagarpa.gob.mx/subagri/info/comp/sp/sorgo/c_sorgo.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007. Índice de maíz. http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maíz/Descripción.pdf
- Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1969. Adelantos de la ciencia agrícola en México. Informe de labores del INIA-SAG. 1966-1968. México. pp: 467-470.
- Stephens, J. C., and R. F. Holland. 1954. Cytoplasmic male-sterility for hybrid sorghum seed production. *Agron. J.* 46: 20-23.

CAPÍTULO I

EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO. I: COMPORTAMIENTO EN CINCO AMBIENTES E INTERACCIÓN GENOTIPO × AMBIENTE¹

EVALUATION OF TWO GENERATIONS OF COLD TOLERANT SORGHUM HYBRIDS AND PARENTAL LINES. I: PERFORMANCE IN FIVE ENVIRONMENTS AND GENOTYPE × ENVIRONMENT INTERACTION

Humberto León-Velasco, Leopoldo E. Mendoza-Onofre, Fernando Castillo-González, Tarcicio Cervantes-Santana† y Ángel Martínez-Garza†

1.1 RESUMEN

En 1990 se evaluó la primera generación de híbridos experimentales de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] tolerantes al frío, formados en los Valles Altos Centrales de México, con resultados prometedores. De las líneas B progenitoras de esos híbridos, se derivaron nuevas líneas B con mejores características y precocidad semejante o mayor que sus antecesoras. Simultáneamente y con iguales criterios se seleccionaron nuevas líneas R y en 1995 se formó la segunda generación de híbridos. En 1996 se establecieron cinco experimentos en ambientes contrastantes (a 2250 m de altitud), cuyos objetivos fueron: (a) evaluar la variabilidad genética de las dos generaciones de híbridos y progenitores para rendimiento de grano y otras características; (b) caracterizar la adaptabilidad de los genotipos mediante parámetros de estabilidad para rendimiento de grano y precocidad; y (c) comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones. Cada experimento incluyó 12 híbridos de primera generación y sus progenitores; 80 híbridos de segunda generación y sus progenitores; y cuatro testigos. En cada caso se empleó un diseño látice cuadrado 11×11 con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de dos surcos de 3 m de largo y 0.7 m de ancho, con una planta cada 10 cm. Los híbridos y progenitores de 2ª generación fueron más precoces, de mayor rendimiento de grano y mejores características agronómicas que los de la 1ª y que VA-110 (el mejor testigo). Las líneas B de 2ª generación fueron más precoces que las B de la 1ª y que VA-110; las líneas R de 2ª generación presentaron mayor rendimiento y precocidad que las R de la 1ª. El rendimiento

¹ Artículo enviado a la revista Agrobiencia para publicación.

promedio de los 10 mejores híbridos de 2ª generación, en los tres experimentos de riego y los dos de secano fue equivalente a 7.97 y 2.49 t ha⁻¹, respectivamente. Las líneas R de 1ª generación fueron estables para rendimiento y los híbridos para precocidad; las líneas R y los híbridos de 2ª generación lo fueron para rendimiento, pero solamente los híbridos de 2ª generación resultaron deseables. Los híbridos 9×19, 1×19 y 7×16 de 2ª generación fueron deseables para rendimiento de grano y precocidad.

Palabras clave: *Sorghum bicolor* L. Moench, híbridos, progenitores, tolerancia al frío.

1.2 INTRODUCCIÓN

La evaluación de genotipos en diversos ambientes es necesaria e importante en los programas de mejoramiento, pues su respuesta relativa con frecuencia cambia de un ambiente a otro. La magnitud de la interacción genotipo × ambiente debe medirse y relacionarse con los efectos genéticos, para seleccionar los genotipos de acuerdo con los objetivos del fitomejorador (Brancourt-Hulmel y Lecomte, 2003; Coutiño-Estrada y Vidal-Martínez, 2003).

En los Valles Altos Centrales de México, cuya altitud promedio es mayor de 1800 m, prevalecen temperaturas mínimas cercanas a 8° C durante la estación de crecimiento del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], por lo que los híbridos convencionales no se adaptan; por lo que fue necesario emprender programas de mejoramiento específicos para esa región. El Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Colegio de Postgraduados (PMGS-CP), con sede en Montecillo, Estado de México, inició en 1980 un programa de formación de híbridos tolerantes al frío (TF), adaptados a esa región, con 250 líneas TF, donadas por ICRISAT-CIMMyT, identificadas con las siglas BT y BTP, provenientes de India y África. De esas líneas sólo cinco presentaron respuesta B, procediéndose a formar su respectiva isogénica A, mediante ocho retrocruzas. La fuente de androesterilidad citoplásmica fueron líneas A con el sistema CMS-A1 (Milo-Kafir), donadas por la Universidad de Nebraska, EUA. En las 245 líneas R se practicó selección visual durante un ciclo y se seleccionaron 50 líneas, ocho de las cuales se cruzaron con las cinco líneas A en 1989, formándose 40 híbridos llamados “primera generación de híbridos de

sorgo TF”, evaluados en 1990 con resultados prometedores (Mendoza-Onofre, 1992; Osuna-Ortega *et al.*, 2000).

Con objeto de incrementar y diversificar las líneas B TF, en 1986, en forma manual se hicieron las cruzas posibles entre las cinco líneas B y a partir de la F₂ se efectuó selección individual (pedigrí), con criterios como nula ramificación, uniformidad en tipo de planta, mayor longitud de panoja y excursión, color y tamaño de grano, así como semejante o mayor precocidad que sus antecesoras y que la variedad VA-110. Simultáneamente, la planta seleccionada en cada generación se retrocruzaba hacia una planta A de la crusa previa, por lo que en 1992 se disponía de nuevas líneas A y B con mejores características agronómicas que sus antecesoras. Por otra parte, las 50 líneas R seleccionadas se evaluaron en diversos ambientes y se seleccionaron diferentes líneas R, aplicando los criterios indicados en la derivación de las nuevas líneas B (Mendoza-Onofre, 1992).

En 1995 se cruzaron ocho nuevas líneas A y 10 nuevas líneas R, produciéndose 80 híbridos nombrados “segunda generación de híbridos de sorgo TF”; asimismo se obtuvieron 12 híbridos de 1ª generación (cruzas de tres viejas líneas A y cuatro viejas líneas R), y se incrementó la semilla de los progenitores de ambas generaciones y la variedad VA-110. La genealogía de las líneas se presenta en el Cuadro 1.1.

Los objetivos de la presente investigación fueron: (a) medir la variabilidad genética de las dos generaciones de híbridos y progenitores para rendimiento de grano y otras características de planta y panoja; (b) evaluar la adaptabilidad de los genotipos mediante parámetros de estabilidad para rendimiento de grano y precocidad; y (c) comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones y con los testigos. Las hipótesis fueron: (1) existe amplia variabilidad genética para rendimiento de grano y otras características en ambas generaciones de genotipos; (2) el rendimiento y la precocidad de los genotipos responde en forma diferente al cambiar de ambiente; y (3) la 2ª generación de genotipos supera a la 1ª y a los testigos en rendimiento, estabilidad y otras características.

1.3 MATERIALES Y MÉTODOS

En 1996 se sembraron cinco experimentos uniformes, tres en condiciones de riego y dos en seco (temporal) (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.1. Genealogías de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío.

Clave (CP-95)	Genealogía	Clave Origen [†] (CP-95)	Genealogía
Primera generación			
	Línea A		Línea R
28	BT 100-3-1-2-1-2 CP-TF	L ₁ A	31 BT 1-1-1-1-5-1 CP-TF
29	BT 110-1-1-2-4-3	L ₃ A	32 BTP 15-5-1-1-2-1
30	BT 100-2-2-1-1-3	L ₂ A	33 BTP 26-4-2-1-2-1
			34 BTP 55-5-1-1-3-1
Segunda generación			
1	(L ₁ A × BTF-1) RC ₄		14 (BCTP × 76 BTP 29-1-1) F ₂ -1-2-1-2-1-1
2	(L ₂ A × BTF-4) RC ₄		15 (SOC B-1-4-3 × COMP. PRECOZ 3) F ₂ -2-3-1-1-3-2-1
3	[(L ₁ A × BTF-15) × BTF-6] RC ₄		16 (TL-79A-76-17 × COMP. PRECOZ 4) F ₂ -1-2-2-1-2-2-1
5	[(L ₃ A × BTF-14) × BTF-9] RC ₄		17 (DESC CH-90 573-1) -3-2
6	[(L ₃ A × BTF-16) × BTF-9] RC ₄		19 (GRANO BLANCO) Sel 1
7	(L ₁ A × BTF-12) RC ₄		20 [(SOC B 74-1-2 × COMP. PRECOZ 4) × MILO] 14-5-2
9	(L ₂ A × BTF-22) RC ₄		21 CI-85-773-1PL-1-3
11	(A ₁ × BTF-26) RC ₆	Tx-623	22 TL-79A-76-17 × COMP. PRECOZ 4) -1-2-1-2
			23 TL-79A-76-17 × COMP. PRECOZ 4) -1-5-1-2
			25 (NY 666-1 × H-I-59 MUT. 1) -2-3-1

[†]Fuente donadora de la androesterilidad citoplásmica.

Cuadro 1.2. Características de los ambientes de evaluación en Valles Altos Centrales de México. 1996.

Exp	Localidad	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)	Altitud (m)	Siembra		Textura	pH	MO (%)	PP (mm)	Helada (Fecha ¹)
					Condición	Fecha					
1	Santa Lucía	19° 29'	98° 54'	2250	Riego	09/05	Migajón-arcillo-arenosa	7.0-7.3	1-2	431	15-20/10
2	Tecámac	19° 43'	98° 56'	2260	Riego	15/05	Arcilla	7.2-7.6	2-3	326	12-19/10
3	Montecillo	19° 29'	98° 54'	2250	Riego	16/05	Arcilla	8.0-8.3	1-3	426	15-20/10
4	Montecillo	19° 29'	98° 54'	2250	Secano	10/06	Arcilla	8.0-8.3	1-3	370	15-20/10
5	Tecámac	19° 43'	98° 56'	2260	Secano	12/06	Arcilla	7.2-7.6	2-3	320	12-19/10

Exp, experimento; pH, potencial hidrógeno; MO, materia orgánica; y PP, precipitación pluvial (durante el ciclo de cultivo). ¹Intervalo de las tres primeras heladas.

Cada experimento incluyó 12 híbridos y sus progenitores (tres líneas B y cuatro líneas R) de 1ª generación; 80 híbridos y sus progenitores (ocho líneas B y 10 líneas R) de 2ª generación; y cuatro testigos: línea experimental TF-88, variedad VA-110 (ambas TF), RB-4000 y Purépecha (híbridos comerciales susceptibles al frío recomendados para el norte de Tamaulipas y El Bajío, respectivamente). Las líneas B fueron las isogénicas de las líneas A. Los 121 genotipos de cada experimento se distribuyeron en un diseño látice cuadrado 11×11 con cuatro repeticiones (Martínez, 1988). La parcela experimental fue dos surcos de 3 m de largo y 0.7 m de ancho.

La labranza consistió en aradura, rastreo y surcado. La siembra manual en seco fue a chorrillo en el fondo del surco, aclarándose a una plántula cada 10 cm (142 850 plantas ha⁻¹). Los experimentos con riego tuvieron humedad óptima y los de secano dependieron de la precipitación pluvial (Cuadro 1.2). En riego se abonó con la dosis 120 kg N más 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ y en secano con 80 kg N más 40 kg P₂O₅ ha⁻¹; todo el P₂O₅ y la mitad de N se aplicó a la siembra y el resto en el aporque. Se hizo escarda y aporque a 40 y 60 d después de la siembra, respectivamente.

En 10 plantas representativas y con competencia completa, elegidas y etiquetadas antes de la floración, por cada unidad experimental, se midió: días a floración (DF, desde el riego de siembra o primera lluvia hasta la ocurrencia de floración a media panoja); altura de planta (AP, en cm, desde el suelo hasta el ápice de la panoja); longitud de panoja (LP, en cm, de la base al ápice); y excursión (EX, en cm, de la lígula de la hoja bandera a la base de la panoja). En los casos de rendimiento de grano (RG, en g planta⁻¹, peso de grano seco, limpio y libre de glumas); peso de 100 granos (PG, en g, elegidos al azar) y número de granos por panoja (NG= 100 × RG/PG), se usaron 20 plantas por unidad experimental.

El análisis de varianza (ANVA) combinado (por localidades, en riego o secano) para cada variable se desglosó de manera anidada, con el PROC GLM del SAS (1999-2000): la primera debida a la variación entre ocho grupos de genotipos: tres líneas B (B's-1), cuatro líneas R (R's-1) y 12 híbridos (H's-1) de 1ª generación; ocho líneas B (B's-2), 10 líneas R (R's-2) y 80 híbridos (H's-2) de 2ª generación; variedad testigo (VA-110) y los (Otros) tres testigos. La segunda parte del desglose correspondió a la variación entre genotipos dentro de cada uno de esos ocho grupos. Para

la comparación de medias, ajustadas con la instrucción LSMEANS del SAS de acuerdo con el diseño experimental, se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cuando la interacción genotipo \times ambiente resultó significativa ($p \leq 0.05$) para rendimiento y días a floración en los respectivos ANVA combinados en riego, se realizaron los análisis de estabilidad, aplicándose las mismas particiones, entre grupos y dentro de grupos. Se empleó el algoritmo computacional para obtener los indicadores de estabilidad de Eberhart y Russell (Mastache y Martínez, 1998); la clasificación de grupos y genotipos se hizo de acuerdo con los criterios propuestos por Eberhart y Russell (1966) y Carballo y Márquez (1970).

1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Valles Altos de México, el disponer de híbridos o variedades de sorgo con mayor precocidad y rendimiento de grano que VA-110 sería ventajoso, pues esa variedad ha sido la única liberada con fines comerciales en la región. Por su precocidad, completa su ciclo biológico sin sufrir daño por heladas, que con frecuencia se presentan en la zona desde el primer tercio de octubre. En 1996, las heladas ocurrieron a mediados de octubre, en consecuencia en los experimentos de secano resultaron afectados tanto los “Otros” tres testigos (TF-88, RB-40000 y Purépecha) como los progenitores e híbridos TF tardíos. Incluso en riego, esos testigos fueron tardíos, por lo que a su floración la disponibilidad de polen fértil fue reducida y causó bajo rendimiento de grano en RB-4000 y Purépecha, pues por su susceptibilidad al frío producen polen estéril. Por ello, aunque en los resultados se presenta la información de todos los grupos de genotipos, en la discusión se hace énfasis en las comparaciones con VA-110, pues fue el mejor testigo.

Diferencias entre grupos de genotipos

Experimentos con riego

En los ANVA combinados de los Experimentos 1 (Santa Lucía), 2 (Tecámac) y 3 (Montecillo) de riego, el rendimiento de grano promedio del grupo H's-2 (48.85 g planta⁻¹, equivalente a 6.98 t ha⁻¹) fue superior ($p \leq 0.05$) al de los grupos H's-1 y VA-110 en 34 y 58 %, respectivamente.

respectivamente (Cuadro 1.3). El grupo H's-2 presentó 45 % de heterosis y 19 % de heterobeltiosis, sobre el rendimiento promedio de sus grupos de progenitores y sobre su mejor grupo progenitor R's-2, respectivamente; en cambio, el H's-1 expresó 28 % de heterosis sobre el rendimiento promedio de sus grupos de progenitores y 24 % de heterobeltiosis, sobre su mejor grupo progenitor R's-1. Destaca que el grupo H's-2 fue 4 d más precoz, con granos más pesados y plantas de mayor porte, longitud de panoja y excersión que H's-1; también fue 3 d más precoz que VA-110. Esto indica que la recombinación genética y la selección aplicada para la obtención de los progenitores de 2ª generación produjo híbridos más rendidores, más precoces y de mejores características agronómicas. El mayor RG de H's-2 pareciera deberse al mayor peso de grano; además, mostró mayor longitud de panoja y aceptable número de granos por panoja, los cuales son los principales componentes del rendimiento de grano en sorgo (Maman *et al.*, 2004).

Cuadro 1.3. Comportamiento de los grupos de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío.

Grupo	RG (g planta ⁻¹)	PG (g)	NG	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)
Promedios de tres experimentos de riego (Santa Lucía, Tecámac y Montecillo, Estado de México)							
H's-2	48.85 a	2.57 b	1912 bc	91 e	142 a	25.4 a	12.9 a
H's-1	36.52 c	1.86 de	1994 b	95 cd	104 c	21.9 c	9.3 bc
R's-2	40.92 b	2.45 c	1700 d	96 c	139 a	23.8 b	9.5 bc
R's-1	29.43 de	1.36 f	2195 a	98 b	101 c	18.1 e	9.0 c
B's-2	26.62 f	1.82 de	1497 e	91 e	97 d	20.5 d	10.5 b
B's-1	27.52 ef	1.93 d	1424 e	95 cd	97 d	21.6 c	6.4 d
VA-110	30.96 d	1.79 e	1785 cd	94 d	85 e	20.3 d	2.5 f
Otros	20.80 g	2.70 a	708 f	111 a	114 b	23.8 b	4.9 e
DSH ¹	2.60	0.114	129	1.16	3.15	0.61	1.48
Promedios de dos experimentos de secano (Montecillo y Tecámac, Estado de México)							
H's-2	12.26 a	1.37 a	888 a	93 g	137 a	23.6 a	14.7 a
H's-1	8.07 a-c	1.14 a-c	706 ab	97 e	108 c	21.0 c	12.1 b
R's-2	8.51 a-c	1.10 bc	774 ab	99 d	136 a	22.0 b	11.2 b
R's-1	3.69 d	0.80 d	498 b	102 c	103 d	17.8 e	10.4 bc
B's-2	7.55 b-d	1.32 ab	571 ab	95 f	100 d	20.0 d	12.5 b
B's-1	5.53 cd	1.07 c	529 b	104 b	108 c	22.2 b	8.2 d
VA-110	10.33 ab	1.33 a	749 ab	94 fg	102 d	19.6 d	8.3 cd
Otros	-	-	-	109 a	119 b	22.1 b	4.1 e
DSH ¹	4.38	0.23	328	1.48	4.48	0.95	2.19

H's-1, híbridos, B's-1, líneas mantenedoras, y R's-1, líneas restauradoras, de 1ª generación; H's-2, híbridos, B's-2, líneas mantenedoras, y R's-2, líneas restauradoras, de 2ª generación; VA-110, testigo TF; Otros, TF-88, RB-4000 y Purépecha. RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; DF, días a floración; AP, altura de planta; LP, longitud de panoja; y EX, excersión. ¹Diferencia significativa honesta. Valores con las mismas letras en cada columna dentro de cada grupo de experimentos son iguales (Tukey, p≤0.05).

En cada generación, el RG del grupo de híbridos fue superior al de los grupos de sus respectivos progenitores y su precocidad resultó similar ($p \leq 0.05$) a la de sus progenitores hembra B. De igual manera, Haussmann *et al.* (2000) observaron que el RG de los híbridos de sorgo, promedio de todos los ambientes, superó en 54 % al de sus progenitores. Asimismo, Mendoza (1983) indica que la precocidad del híbrido de sorgo se asemeja más a la del progenitor hembra, y según Hammer *et al.* (1989) los híbridos de sorgo responden como su progenitor más precoz, lo que sugiere que la precocidad muestra algún grado de dominancia.

El RG del grupo R's-2 fue de 40.92 g planta⁻¹ (5.85 t ha⁻¹), superior ($p \leq 0.05$) al del grupo R's-1 en 39 % y al del testigo VA-110 en 32 %; además, fue 2 d más precoz que R's-1, así como de mayor PG, AP y LP. El RG de R's-2 fue tan destacado que incluso superó ($p \leq 0.05$) al del grupo H's-1. Aunque R's-1 fue el mejor grupo para NG, su RG fue bajo, pues su grano es pequeño y su panoja corta; comprobándose así la relación inversa entre peso de grano y número de granos por panoja (Valadez-Gutiérrez *et al.*, 2006).

En el caso de las líneas B, los grupos B's-2 y B's-1 resultaron iguales en rendimiento, peso de grano, número de granos por panoja y altura de planta, pero B's-2 fue 4 d más precoz y de mayor EX en grado significativo ($p \leq 0.05$). La igualdad del rendimiento de ambos grupos sugiere que la superioridad de H's-2 se debe más a la contribución de R's-2, como se ha observado en sorgo (Haussmann *et al.*, 2000); y su precocidad pareciera deberse en mayor medida a la contribución de sus progenitores femeninos B's-2. En cambio, el RG de H's-1 superó en 28 % al de sus progenitores, pero su precocidad también se asemeja más a la de sus progenitores femeninos B's-1. El mayor RG de R's-2 sobre B's-2 coincide con los resultados de Mendoza-Onofre (1992), en donde el rendimiento promedio de las líneas R fue 20 % mayor que el de las líneas B.

En resumen, los resultados de los experimentos de riego indican que el programa de mejoramiento ha sido efectivo, pues el grupo de nuevas líneas B fue más precoz y de mayor excursión que el de viejas líneas B; y el grupo de nuevas líneas R también resultó más precoz y de mayor rendimiento, altura de planta y longitud de panoja que el de viejas líneas R. Respecto a los híbridos de 2ª generación, se confirmó (Mendoza-Onofre, 1992) que las nuevas líneas producirían

mejores híbridos; ya que el grupo H's-2 fue estadísticamente más precoz que el H's-1 y de mayor rendimiento, altura de planta, longitud de panoja y excersión.

Experimentos en secano

Los ANVA combinados de los Experimentos 4 (Montecillo) y 5 (Tecámac) de secano, muestran drástica reducción en RG, PG y NG en todos los grupos, comparados con los de riego (Cuadro 1.3); debido a que las heladas tempranas (Cuadro 1.2) en la etapa de llenado de grano impidieron que el cultivo llegara a madurez fisiológica, en particular los genotipos más tardíos. Staggenborg y Vanderlip (1996) afirman que la ocurrencia de heladas en esa etapa mermó el peso, la calidad y el rendimiento de grano en sorgo. Sin embargo, el rendimiento promedio de H's-2 (12.26 g planta⁻¹) fue numéricamente superior al de H's-1 (8.07 g planta⁻¹) y VA-110 (10.33 g planta⁻¹). Para los caracteres que ya se habían expresado antes de las heladas las diferencias entre grupos son semejantes a las de riego. Además, H's-2 fue 4 d más precoz y de mayor AP, LP y EX que H's-1, así como de igual precocidad que VA-110 ($p \leq 0.05$). La precocidad de H's-2 fue más cercana a B's-2 que a R's-2, confirmándose lo observado en riego; es decir, la predominancia de los progenitores femeninos para este carácter. En condiciones de riego, Hammer y Vanderlip (1989) lograron mayor rendimiento en híbridos nuevos que en viejos; y esa tendencia se mantuvo en secano, pero el rendimiento fue menor por deficiente humedad.

Respecto a las líneas restauradoras, R's-2 resultó más precoz que R's-1 y superior en RG, PG, AP y LP, pero similar en NG y EX ($p \leq 0.05$). Estos resultados coinciden en las dos condiciones de humedad, excepto que R's-1 expresó el mejor NG en riego, lo que se atribuye al efecto de las heladas tempranas, pues R's-1 fue de los grupos más tardíos en secano (DF=102).

Ambos grupos de líneas B fueron iguales en RG y NG, pero B's-2 fue 9 d más precoz que B's-1 y de mayor PG y EX ($p \leq 0.05$). El RG similar de B's-1 y B's-2, al igual que lo presentado en riego, permite suponer que la superioridad de este carácter en H's-2 se debe a la contribución de sus progenitores masculinos, y que su mayor precocidad se debe a sus progenitores femeninos.

Variación dentro de grupos de genotipos

Experimentos con riego

Las diferencias entre genotipos dentro de cada grupo (tipo de líneas, híbridos o testigos) fueron significativas para todas las variables. En el Cuadro 1.4 se presentan los promedios respectivos de los genotipos de mayor RG dentro de cada grupo, con base en el promedio de los tres ambientes de riego. El RG promedio de los 10 mejores H's-2 fue de 55.79 g planta⁻¹ (7.97 t ha⁻¹), que superó en 31 % al de los dos mejores H's-1 y en 80 % al de VA-110. El híbrido 9×19 de 2^a generación produjo 58.47 g planta⁻¹ (8.35 t ha⁻¹), superior en 2.27 t ha⁻¹ al 28×33 de 1^a generación y en 3.93 t ha⁻¹ a VA-110. Cinco de los 10 H's-2 fueron tan precoces como VA-110, los otros cinco fueron más precoces. Resaltan 11×17 en PG, 9×19 en NG, 1×19 y 1×22 en LP, 7×16 en AP y 7×17 en precocidad. Se sugiere proseguir esos híbridos en condiciones de riego, además de los híbridos 9×22, 9×17, 9×23 y 1×17, por su potencial de rendimiento y precocidad. Los dos H's-1 (28×33 y 28×34) fueron no diferentes ($p \leq 0.05$) en todas las variables e iguales a VA-110 en precocidad; sin embargo, por su menor rendimiento y pobres características agronómicas no compiten con los 10 H's-2 superiores.

En cuanto a las líneas restauradoras, el RG promedio de las dos mejores R's-2 (7.29 t ha⁻¹) fue 58 y 65 % mayor que el de la mejor R-1 (Línea 34) y VA-110, respectivamente, y la Línea 22 (la mejor R-2, 7.61 t ha⁻¹) rindió 3.19 t ha⁻¹ más que VA-110. La Línea 34 y las dos R's-2 presentaron igual NG, DF y EX, pero éstas fueron de mayor RG, PG, AP y LP ($p \leq 0.05$). La Línea 22 destaca pues su precocidad se asemeja a la de VA-110, pero su RG es 72 % mayor y similar al de los 10 mejores híbridos de 2^a generación, por lo que tiene potencial para emplearse como variedad de polinización libre en áreas de riego en los Valles Altos. Entre las líneas mantenedoras, la B-2 (Línea 9) más rendidora produjo lo mismo ($p \leq 0.05$) que la mejor B-1 (Línea 28), pero en promedio fue 3 d más precoz (Cuadro 1.4).

En forma regular los genotipos con mayor número de granos, panojas más largas y granos más pesados fueron más rendidores, como es el caso de los 10 H's-2 y las dos R's-2. Los 10 híbridos nuevos presentaron mejor excersión y fueron más precoces que sus mejores progenitores.

Cuadro 1.4. Comportamiento de los genotipos de mayor rendimiento en cada grupo. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México. 1996.

Grupo	RG		PG		NG		DF		AP		LP		EX	
Genotipo	(g planta ⁻¹)		(g)						(cm)		(cm)		(cm)	
H's-2														
9×19	58.47	a ¹ a ²	2.40	d d-f	2455	a a	93	ab e-h	138	cd d-f	23.5	ef e-g	10.3	de d-h
9×22	58.24	a a	2.44	cd d-f	2401	a-c ab	92	a-c f-i	150	ab bc	22.5	fg g-i	10.5	c-e c-g
1×19	58.11	a a	2.42	cd d-f	2414	ab ab	90	b-d h-j	145	bc c-e	31.0	a a	15.2	ab ab
9×17	56.96	a a	2.70	b-d cd	2080	b-e a-e	92	a-c f-i	136	de ef	20.8	g ij	11.2	b-e b-f
11×17	56.85	a a	3.08	a a	1865	e d-f	91	b-d g-j	129	e fg	24.9	de d-f	7.6	e f-i
1×22	54.45	a ab	2.40	d d-f	2296	a-d a-c	90	b-d h-j	158	a ab	30.2	a a	15.8	a a
7×16	53.99	a ab	2.65	b-d cd	2036	c-e b-e	89	cd ij	158	a ab	27.9	b b	12.2	a-d a-e
7×17	53.89	a ab	2.93	ab a-c	1849	e d-f	88	d j	142	b-d c-e	25.7	cd cd	14.9	ab a-c
9×23	53.58	a ab	2.47	cd d-f	2186	a-e a-d	95	a c-f	147	b cd	23.4	ef e-g	11.5	b-e a-f
1×17	53.36	a ab	2.73	bc b-d	1967	de c-e	90	b-d h-j	142	b-d c-e	27.4	bc bc	14.7	a-c a-d
Media ³	55.79		2.62		2155		91		145		25.7		12.4	
DSH ¹	7.43		0.32		370		3.3		9.0		1.74		4.22	
H's-1														
28×33	42.56	a cd	1.96	a gh	2175	a a-d	97	a b-d	106	a hi	21.3	a h-j	5.7	a i-k
28×34	42.33	a cd	2.05	a gh	2127	a a-e	96	a b-e	101	a i	20.7	a ij	6.5	a g-j
Media ³	42.44		2.00		2151		97		104		21.0		6.13	
DSH ¹	5.81		0.25		289		2.6		7.0		1.36		3.30	
R's-2														
22	53.30	a ab	2.59	a c-e	2059	a b-e	96	a b-e	163	a a	25.2	a de	9.3	a e-i
20	48.74	a bc	2.29	b e-g	2138	a a-e	98	a bc	144	b c-e	22.8	b gh	7.4	a f-i
Media ³	51.02		2.44		2098		97		153		24.0		8.35	
DSH ¹	5.66		0.25		282		2.5		6.8		1.32		3.22	
R-1	34	32.20	e	1.36 j	2385	ab	99	b	104	hi	17.4	k	9.4	e-i
B-2	9	31.13	ef	1.46 j	2179	a-d	95	c-f	102	i	18.3	k	5.9	h-j
B-1	28	34.82	de	2.28 e-g	1504	fg	98	bc	106	hi	20.3	j	1.4	k
VA-110	Testigo	TF	30.96	ef	1.79 hi	1785	ef	94	d-g	85	j	20.3 j	2.5	jk
Otros														
TF-88	35.54	a de	3.04	a ab	1149	a gh	93	c e-h	124	a g	22.3	c g-i	8.4	a e-i
Purépecha	23.91	b f	2.84	b a-c	872	b h	118	b a	112	b h	23.3	b fg	5.0	b i-k
RB-4000	2.94	c g	2.21	c fg	103	c i	121	a a	105	c hi	25.8	a cd	1.4	c k
Media ³	20.80		2.70		708		111		114		23.8		4.93	
DSH ¹	3.63		0.16		181		1.6		4.4		0.85		2.06	
DSH ²	7.79		0.343		387		3.47		9.4		1.82		4.42	
Media ⁴	43.21		2.38		1838		93		131		24.1		11.4	

H's-1, híbridos, B-1, línea mantenedora, y R-1, línea restauradora, de 1ª generación; H's-2, híbridos, B-2, línea mantenedora, y R's-2, líneas restauradoras, de 2ª generación. RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; DF, días a floración; AP, altura de planta; LP, longitud de panoja; y EX, excursión. ¹La 1ª columna de letras indica la diferencia significativa honesta de grupo. ²La 2ª columna de letras marca la diferencia significativa honesta general. ³Media de los genotipos incluidos en el Cuadro. ⁴Media de 121 genotipos. Valores con las mismas letras en cada columna son iguales (Tukey, p≤0.05).

Cisneros-López *et al.* (2007) indican que 15 nuevos híbridos de sorgo TF del PMGS-CP expresaron mayor RG que el promedio de sus progenitores. Asimismo, las variedades experimentales TF, comparadas con sus progenitores, fueron más precoces y eficientes para acumular fotoasimilados en el grano (Livera y Carballo, 1985). Los resultados confirman que el peso de grano, el número de granos por panoja y la longitud de panoja son los principales componentes del rendimiento de grano (Maman *et al.*, 2004; Valadez-Gutiérrez *et al.*, 2006).

Experimentos en secano

También en este caso, las diferencias entre genotipos dentro de cada grupo (tipo de líneas, híbridos o testigos) fueron significativas para todas las variables. Los promedios de los genotipos de mayor RG dentro de cada grupo, con base en el promedio de los dos ambientes de secano (Cuadro 1.5) muestran la disminución en RG, PG y NG en todos los casos, comparados con los de riego, debido principalmente a las heladas (Cuadro 1.2), como también ocurrió en los experimentos de Osuna-Ortega *et al.* (2000).

El rendimiento promedio de los 10 mejores H's-2 fue 17.4 g planta⁻¹ (2.49 t ha⁻¹), superior en 64 % al de los dos mejores H's-1 y en 68 % al de VA-110; además, presentaron superioridad en la mayoría de características, con precocidad similar a la del mejor progenitor B-2 (Línea 6). El híbrido 6×20 de 2ª generación produjo 2.73 t ha⁻¹, superior en 1.13 y 1.25 t ha⁻¹ al híbrido 29×31 de 1ª generación y a VA-110, respectivamente. Los 10 H's-2 fueron semejantes ($p \leq 0.05$) para RG, NG y EX; nueve de ellos resultaron iguales a VA-110 en precocidad y sólo 7×17 fue 5 d más precoz. Este híbrido resaltó para PG y por ser el más precoz de todos los genotipos en secano, así como lo fue en riego. Los híbridos 1×16 y 1×22 destacan en AP y LP, al igual que el 2×20 en NG. El comportamiento de 1×22 fue similar en ambas condiciones de humedad, en las que fue de los mejores para NG, AP, LP, EX y precocidad. Se sugiere promover esos híbridos en condiciones de secano, además de los híbridos 6×20, 6×22, 5×16, 3×22, 5×22 y 9×19, por su potencial de rendimiento y precocidad.

Cuadro 1.5. Comportamiento de los genotipos de mayor rendimiento en cada grupo. Promedios de dos experimentos de secano en Valles Altos de México. 1996.

Grupo Genotipo	RG (g planta ⁻¹)	PG (g)	NG	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)							
H's-2														
6×20	19.11 a ¹ a ²	1.60 ab	ab	1215 a	a-c	92 b-d	g-i	138 bc	cd	23.0 de	c-e	15.4 a	a-d	
6×22	18.49 a	a	1.47 a-c	a-c	1246 a	ab	91 cd	hi	147 ab	a-c	23.9 c-e	b-d	16.2 a	a-d
7×17	17.90 a	a	1.68 a	a	1055 a	a-e	89 d	i	142 a-c	b-d	24.8 cd	bc	16.4 a	a-c
2×20	17.83 a	a	1.38 bc	a-e	1339 a	a	96 a	d-f	134 c	de	22.2 e	de	13.0 a	b-f
5×16	17.62 a	a	1.59 ab	ab	1078 a	a-e	91 cd	hi	142 a-c	b-d	24.2 c-e	b-d	15.1 a	a-e
1×16	17.14 a	ab	1.51 a-c	a-c	1135 a	a-e	93 a-c	f-h	148 a	a-c	27.7 a	a	16.8 a	ab
3×22	16.87 a	ab	1.61 ab	ab	1022 a	a-e	91 cd	hi	145 ab	a-c	25.3 bc	b	15.0 a	a-e
5×22	16.42 a	a-c	1.44 a-c	a-d	1119 a	a-e	92 b-d	g-i	143 a-c	a-d	24.6 cd	bc	14.8 a	a-e
9×19	16.39 a	a-c	1.38 bc	a-e	1217 a	a-c	95 ab	d-g	134 c	de	22.1 e	de	13.4 a	b-f
1×22	16.27 a	a-d	1.32 c	b-e	1210 a	a-d	95 ab	d-g	151 a	ab	27.8 a	a	14.5 a	a-e
Media ³	17.40		1.50		1164		93		142		24.6		15.1	
DSH ¹	5.21		0.27		390		3.3		10		2.12		4.90	
H's-1														
29×31	11.20 a	b-e	1.13 a	de	1000 a	a-e	97 a	de	116 a	fg	22.9 a	c-e	18.7 a	a
30×34	10.01 a	d-f	1.31 a	b-e	742 a	d-f	94 b	e-h	103 b	h	19.5 b	f	9.9 b	e-g
Media ³	10.60		1.22		871		96		110		21.2		14.3	
DSH ¹	5.19		0.27		388		2.6		7.7		1.63		3.78	
R's-2														
22	10.87 a	b-e	1.26 a	c-e	859 a	b-f	97 a	de	149 a	ab	23.1 a	b-e	12.0 a	b-f
16	10.19 a	c-f	1.14 a	de	937 a	a-f	98 a	cd	153 a	a	23.1 a	b-e	11.1 a	d-f
Media ³	10.53		1.20		898		97		151		23.1		11.5	
DSH ¹	4.84		0.25		362		2.6		7.8		1.66		3.83	
R-1														
31	4.03	f	0.72	f	677	ef	102	b	106	gh	16.9	g	11.2	c-f
B-2														
6	9.13	ef	1.36	a-e	682	ef	95	d-g	104	h	19.5	f	16.4	a-c
B-1														
29	5.53	ef	1.08	e	529	f	101	bc	105	h	24.6	bc	12.5	b-f
VA-110														
Testigo	10.33	c-e	1.33	b-e	749	c-f	94	e-h	102	h	19.6	f	8.3	fg
TF														
Otros														
TF-88							103 b	b	125 a	ef	21.4 b	ef	5.2 a	gh
Purépecha							116 a	a	112 b	gh	22.9 a	c-e	3.0 a	h
RB-4000														
Media ³							110		119		22.2		4.1	
DSH ¹							2.0		6.0		1.26		2.92	
DSH ²	6.28	0.33			470		3.54		11		2.26		5.22	
Media ⁴	10.87	1.30			821		95		129		22.7		13.6	

H's-1, híbridos, B-1, línea mantenedora, y R-1, línea restauradora, de 1ª generación; H's-2, híbridos, B-2, línea mantenedora, y R's-2, líneas restauradoras, de 2ª generación. RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; DF, días a floración; AP, altura de planta; LP, longitud de panoja; y EX, excursión. ¹La 1ª columna de letras indica la diferencia significativa honesta de grupo. ²La 2ª columna de letras marca la diferencia significativa honesta general. ³Media de los genotipos incluidos en el Cuadro. ⁴Media de 121 genotipos. Valores con las mismas letras en cada columna son iguales (Tukey, p≤0.05).

Los híbridos 7×17, 9×19 y 1×22 se incluyen entre los 10 mejores tanto en riego como en seco; en el caso del 7×17 pudiera deberse a su mayor precocidad (88 y 89 d, respectivamente), pero en 9×19 y 1×22 pudieran estar involucrados otros factores o mecanismos; por lo que esos tres híbridos podrían sembrarse en las dos condiciones. Aunque los dos mejores H's-1 fueron iguales en RG, PG y NG, su precocidad fue similar a la de VA-110, pero sin competir con el RG de la mayoría de los 10 H's-2 superiores en seco.

El RG promedio de las dos mejores R's-2 fue 161 % mayor que el de la mejor R-1 (Línea 31). Nuevamente la Línea 22 (R-2, 10.87 g planta⁻¹) destacó por su RG, PG, AP, LP y precocidad, por lo que también podría utilizarse como variedad para seco. Como ocurrió en riego, el rendimiento y otras características de los H's-2 fueron más similares a sus progenitores R's-2.

Respecto a las mejores líneas mantenedoras, las Líneas 29 (B-1) y 6 (B-2) fueron iguales ($p \leq 0.05$) para la mayoría de variables, excepto que la Línea 6 fue 6 d más precoz y de menor LP que su antecesora 29. La similitud entre dichas líneas se atribuye a que las nuevas líneas B son producto del entrecruzamiento de algunas líneas viejas (Cuadro 1.1). Aún así, es evidente que durante la selección hubo mejoría al menos en precocidad; carácter que según Haussmann *et al.* (2000) fue más importante que el potencial de rendimiento, para adaptar el sorgo a ambientes con sequía final extrema.

En los tres experimentos de riego y los dos de seco, los 10 H's-2 y las dos R's-2 presentaron mayor RG, PG, AP y LP que el resto de genotipos, sugiriéndose el posible uso de las R's-2 como variedades de polinización libre; especialmente la Línea 22, que había ya producido 8.5 t ha⁻¹ de grano en experimentos de riego realizados por León *et al.* (1998). El mayor rendimiento y las mejores características de los híbridos TF superiores de 2ª generación se esperaban, pues sus progenitores tienen más ciclos de selección, especialmente los machos, que tienen potencial como buenos polinizadores y como productores de grano. Se corrobora que la inclusión de nuevo germoplasma y los criterios de selección usados en el PMGS-CP, fueron

efectivos para alcanzar sus objetivos de formar líneas B y R de mejores características agronómicas y precocidad semejante o mayor que sus antecesoras (y que VA-110).

Interacción genotipo × ambiente

La evaluación del potencial de rendimiento, adaptabilidad y estabilidad de genotipos en varios sitios y años es indispensable en programas de mejoramiento genético vegetal (Brancourt-Hulmel y Lecomte, 2003). Disponer de híbridos estables proporciona mayor seguridad para obtener rendimientos relativamente consistentes a través de ambientes y disminuir los problemas de producción de semilla al cubrir grandes áreas con siembra comercial de pocos híbridos (Torres y Williams, 1988).

Experimentos con riego

Según las seis categorías sugeridas por Eberhart y Russell (1966) y Carballo y Márquez (1970), en promedio el rendimiento de los grupos H's-2, R's-2 y R's-1 fue estable ($b_i=1$, $S^2d_i=0$); los grupos H's-1 y B's-2 mostraron mejor respuesta en ambientes desfavorables ($b_i<1$) y fueron consistentes ($S^2d_i=0$); en cambio el grupo B's-1 presentó mejor respuesta en mejores ambientes ($b_i>1$), también con consistencia; el RG del testigo VA-110 varió de acuerdo al cambio del ambiente ($b_i=1$) pero fue inconsistente ($S^2d_i>0$) (Cuadro 1.6).

Respecto a la precocidad, el grupo H's-1 fue el único estable y consistente. Los grupos H's-2, R's-1 y B's-2 fueron de mejor respuesta en ambientes “favorables” con consistencia; mientras los grupos B's-1 y VA-110 fueron de respuesta proporcional al ambiente pero con inconsistencia. El grupo R's-2 presentó consistencia y mejor respuesta en ambientes desfavorables. En consecuencia, el ambiente tuvo gran influencia en la expresión diferencial de los grupos de genotipos para rendimiento y precocidad. Sin embargo, resalta el alto rendimiento y la estabilidad de H's-2; características que debe reunir un “genotipo deseable”, de acuerdo con Eberhart y Russell (1966) y Carballo y Márquez (1970). Por lo tanto, el único grupo deseable en rendimiento de grano y estabilidad fue el de los híbridos de 2ª generación. El concepto “variedad deseable” se aplicó para el caso de la producción de maíz (*Zea mays* L.) de EUA, donde existe

gran amplitud en producción y productividad (Peterson *et al.*, 1997). Asimismo, Rodríguez-Pérez *et al.* (2005) identifican dos patrones deseables de adaptación en una variedad comercial de trigo (*Triticum aestivum* L.): uno asociado con alto rendimiento y efectos mínimos de interacción genotipo \times ambiente y otro con buena respuesta en ambientes favorables debido a efectos positivos de la interacción.

Cuadro 1.6. Respuesta (b_i , S^2d_i) a los ambientes en los grupos de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío de dos generaciones. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México.

Grupo	RG (g planta ⁻¹)	b_i	S^2d_i	DF	b_i	S^2d_i
H's-2	48.85 a	1.34 = 1	-0.13 = 0	91 e	1.16 > 1	-0.21 = 0
H's-1	36.52 c	-0.82 < 1	0.37 = 0	95 cd	0.88 = 1	0.25 = 0
R's-2	40.92 b	1.51 = 1	1.37 = 0	96 c	0.96 < 1	-0.22 = 0
R's-1	29.43 de	0.02 = 1	0.97 = 0	98 b	1.01 > 1	-0.22 = 0
B's-2	26.62 f	0.19 < 1	-0.63 = 0	91 e	1.18 > 1	-0.02 = 0
B's-1	27.52 ef	1.60 > 1	-1.10 = 0	95 cd	1.30 = 1	2.31 > 0
VA-110	30.96 d	0.32 = 1	17.23 > 0	94 d	0.92 = 1	5.31 > 0
Otros	20.80 g	3.83 = 1	5.82 > 0	111 a	0.59 = 1	3.30 > 0
DSH ¹	2.60			1.16		

H's-1, híbridos, B's-1, líneas mantenedoras, y R's-1, líneas restauradoras, de 1ª generación; H's-2, híbridos, B's-2, líneas mantenedoras, y R's-2, líneas restauradoras, de 2ª generación; VA-110, testigo TF; Otros, TF-88, RB-4000 y Purépecha. RG, rendimiento de grano por planta; y DF, días a floración. $b_i=1$, $S^2d_i=0$, genotipo estable; $b_i=1$, $S^2d_i>0$, buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente; $b_i<1$, $S^2d_i=0$, mejor respuesta en ambientes desfavorables, consistente; $b_i<1$, $S^2d_i>0$, mejor respuesta en ambientes desfavorables, inconsistente; $b_i>1$, $S^2d_i=0$, mejor respuesta en buenos ambientes, consistente; $b_i>1$, $S^2d_i>0$, mejor respuesta en buenos ambientes, inconsistente. ¹Diferencia significativa honesta. Cifras con las mismas letras en cada columna son iguales (Tukey, $p\leq 0.05$).

En los análisis de estabilidad de los mejores genotipos de cada grupo, en los tres experimentos de riego, en promedio 50 y 39 % de ellos presentó estabilidad para rendimiento de grano y precocidad, respectivamente; observándose un híbrido (28 \times 34) de 1ª generación y tres (9 \times 19, 1 \times 19 y 7 \times 16) de 2ª generación, que resultaron estables y consistentes para ambos caracteres (Cuadro 1.7).

Cuadro 1.7. Respuesta (b_i , S^2d_i) a los ambientes en los genotipos de mayor rendimiento de cada grupo. Promedios de tres experimentos de riego en Valles Altos de México.

Grupo Genotipo	RG (g planta ⁻¹)	b_i	S^2d_i	DF	b_i	S^2d_i
H's-2						
9×19	58.47 a	2.01 = 1	12.15 = 0	93 e-h	1.08 = 1	-0.58 = 0
9×22	58.24 a	2.12 = 1	30.70 > 0	92 f-i	0.84 < 1	-0.73 = 0
1×19	58.11 a	3.00 = 1	8.09 = 0	90 h-j	1.00 = 1	0.06 = 0
9×17	56.96 a	2.97 > 1	-2.56 = 0	92 f-i	0.97 = 1	-0.61 = 0
11×17	56.84 a	5.84 > 1	-2.42 = 0	91 g-j	1.25 = 1	12.39 > 0
1×22	54.45 ab	3.05 > 1	-1.75 = 0	90 h-j	1.21 > 1	-0.09 = 0
7×16	53.99 ab	1.92 = 1	-3.51 = 0	89 ij	0.95 = 1	-0.76 = 0
7×17	53.89 ab	1.30 = 1	-4.11 = 0	88 j	1.18 > 1	-0.88 = 0
9×23	53.58 ab	3.87 > 1	-0.95 = 0	95 c-f	0.95 = 1	-0.63 = 0
1×17	53.36 ab	2.40 = 1	3.47 = 0	90 h-j	1.29 > 1	-0.08 = 0
H's-1						
28×33	42.56 cd	-0.57 = 1	49.92 > 0	97 b-d	0.67 < 1	-0.65 = 0
28×34	42.33 cd	1.71 = 1	-0.77 = 0	96 b-e	0.82 = 1	0.40 = 0
R's-2						
20	48.74 bc	2.72 > 1	-4.41 = 0	98 bc	0.98 = 1	-0.11 = 0
16	48.10 bc	0.80 = 1	-3.52 = 0	95 c-f	0.88 < 1	-0.91 = 0
R-1						
34	32.20 e	-1.14 < 1	-2.86 = 0	99 b	0.94 = 1	5.36 > 0
B-2						
9	31.13 ef	2.26 = 1	-0.76 = 0	95 c-f	0.86 < 1	-0.90 = 0
B-1						
29	26.27 f	2.58 > 1	-3.13 = 0	94 d-g	1.21 > 1	-0.63 = 0
VA-110						
Testigo TF	30.96 ef	-0.42 = 1	13.06 = 0	94 d-g	0.84 = 1	4.08 > 0
Otros						
TF-88	35.54 de	1.44 = 1	-1.85 = 0	93 e-h	1.15 > 1	-0.76 = 0
Purépecha	23.91 f	7.45 > 1	0.20 = 0	118 a	-0.06 < 1	20.84 > 0
RB-4000	2.94 g	1.01 = 1	-4.06 = 0	121 a	0.50 < 1	-0.38 = 0
DSH ¹	7.79			3.47		

H's-1, híbridos, B-1, línea mantenedora, y R-1, línea restauradora, de 1ª generación; H's-2, híbridos, B-2, línea mantenedora, y R's-2, líneas restauradoras, de 2ª generación. RG, rendimiento de grano por planta; y DF, días a floración. $b_i=1$, $S^2d_i=0$, genotipo estable; $b_i=1$, $S^2d_i>0$, buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente; $b_i<1$, $S^2d_i=0$, mejor respuesta en ambientes desfavorables, consistente; $b_i<1$, $S^2d_i>0$, mejor respuesta en ambientes desfavorables, inconsistente; $b_i>1$, $S^2d_i=0$, mejor respuesta en buenos ambientes, consistente; $b_i>1$, $S^2d_i>0$, mejor respuesta en buenos ambientes, inconsistente. ¹Diferencia significativa honesta. Valores con las mismas letras en cada columna son iguales (Tukey, $p\leq 0.05$).

Si el concepto “variedad deseable” se extiende a otras características deseables en las variedades, como lo sugieren Carballo y Márquez (1970), en este caso, a un genotipo estable y de igual o mayor precocidad que VA-110, entonces los híbridos 9×19, 1×19 y 7×16 de 2ª

generación fueron deseables para rendimiento y precocidad. El criterio “variedad deseable” también ha sido aplicado al evaluar la estabilidad, por ejemplo, en días a floración y altura de planta en sorgo (Torres y Williams, 1988), decoloración de grano en arroz (*Oryza sativa* L.) (Gravois y Bernhardt, 2000) y color de grano en trigo (Matus-Cádiz *et al.*, 2003), además del rendimiento de grano. Si bien otros genotipos, como las Líneas 9 (B-2) y 16 (R-2) y la variedad VA-110, resultaron estables para RG, no fueron deseables por su menor producción; igualmente la Línea 20 (R-2) expresó estabilidad en precocidad, pero tampoco fue deseable pues resultó 4 d más tardía que VA-110. Por lo tanto, la gama de respuestas de los genotipos, además de la condición estable o deseable de algunos, permite la selección final de los potenciales genotipos comerciales de mayor interés para diversas condiciones ambientales, así como lo sugieren otros autores (Coutiño-Estrada y Vidal-Martínez, 2003; Rodríguez-Pérez *et al.*, 2005).

Finalmente, los resultados sobresalientes que presentaron las nuevas líneas B y R, así como los híbridos de sorgo tolerantes al frío de 2ª generación, en condiciones de riego y secano de la Mesa Central de México, evidencian que el PMGS-CP cuenta con nuevo germoplasma TF que, por un lado, ya se puede validar en forma semi-comercial en la región y, por otro, puede aprovecharse a través del intercambio de germoplasma con instituciones de otras regiones agrícolas del país, por ejemplo El Bajío y Tamaulipas, al establecer programas de hibridación y criterios de selección específicos en cada región de interés, para incrementar la adaptabilidad del sorgo a diversos ambientes.

1.5 CONCLUSIONES

Los híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío de 2ª generación fueron más precoces, de mayor rendimiento de grano y mejores características agronómicas que los de la 1ª y que el mejor testigo VA-110. Las líneas B de 2ª generación fueron más precoces que las B de la 1ª y que VA-110; las líneas R de 2ª generación presentaron mayor rendimiento y precocidad que las R de la 1ª. El rendimiento promedio de los 10 mejores híbridos de 2ª generación, en los tres experimentos de riego y los dos de secano fue equivalente a 7.97 y 2.49 t ha⁻¹, respectivamente. Las líneas R de 1ª generación fueron estables para rendimiento y los híbridos para precocidad; las líneas R y los híbridos de 2ª generación lo fueron para rendimiento, pero solamente los híbridos de

2ª generación resultaron deseables. Los híbridos 9×19, 1×19 y 7×16 de 2ª generación fueron deseables para rendimiento de grano y precocidad.

1.6 LITERATURA CITADA

- Brancourt-Hulmel, M. and C. Lecomte. 2003. Effect of environmental variates on genotype × environment interaction of winter wheat: a comparison of biadditive factorial regression to AMMI. *Crop Sci.* 43: 608-617.
- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5: 129-146.
- Cisneros-López, M. E., L. E. Mendoza-Onofre, G. Mora-Aguilera, L. Córdova-Téllez, and M. Livera-Muñoz. 2007. Cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. I: seed quality and its effects on seedling establishment. *Agrociencia* 41: 45-55.
- Coutiño-Estrada, B. and V. A. Vidal-Martínez. 2003. Grain yield stability of corn hybrids using best linear unbiased predictors. *Agrociencia* 37: 605-616.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Gravois, K. A. and J. L. Bernhardt. 2000. Heritability and genotype × environment interactions for discolored rice kernels. *Crop Sci.* 40: 314-318.
- Hammer, G. L. and R. L. Vanderlip. 1989. Genotype-by-environment interaction in grain sorghum. III. Modeling the impact in field environments. *Crop Sci.* 29: 385-391.
- Hammer, G. L., R. L. Vanderlip, G. Gibson, L. J. Wade, R. G. Henzell, D. R. Younger, J. Warren, and A. B. Dale. 1989. Genotype-by-environment interaction in grain sorghum. II. Effects of temperature and photoperiod on ontogeny. *Crop Sci.* 29: 376-384.
- Hausmann, B. I. G., A. B. Obilana, P. O. Ayiecho, A. Blum, W. Schipprack, and H. H. Geiger. 2000. Yield and yield stability of four population types of grain sorghum in semi-arid area of Kenya. *Crop Sci.* 40: 319-329.
- León V., H., L. E. Mendoza O., M. Livera M., and J. A. Estrada G. 1998. Phenology, seed yield and seed quality of cold tolerant sorghum restorer lines. *Agrociencia* 32: 339-347.

- Livera M., M. y A. Carballo C. 1985. Ampliación de las áreas de adaptación del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). I. Análisis del potencial productivo de genotipos tolerantes al frío en los Valles Altos. *Fitotecnia* 7: 96-113.
- Maman, N., S. C. Mason, D. J. Lyon, and P. Dhungana. 2004. Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. *Crop Sci.* 44: 2138-2145.
- Martínez G., Á. 1988. Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Ed. Trillas. México. pp: 538-566.
- Mastache L., Á. A. y Á. Martínez G. 1998. Un algoritmo computacional para obtener los indicadores de estabilidad de Eberhart y Russell. *Comunicaciones en Socioeconomía, Estadística e Informática*. Vol. 2. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 30 p.
- Matus-Cádiz, M. A., P. Hucl, C. E. Perron, and R. T. Tyler. 2003. Genotype \times environment interaction for grain color in hard white spring wheat. *Crop Sci.* 43: 219-226.
- Mendoza O., L. E. 1983. Estudios fisiotécnicos de sorgo realizados en el Colegio de Postgraduados (México). *Fitotecnia* 5: 108-138.
- Mendoza-Onofre, L. E. 1992. Grain yield of the first cold tolerant sorghum hybrids developed in México. *Sorghum Newsletter* 33: 62.
- Osuna-Ortega, J., L. E. Mendoza-Onofre, V. A. González-Hernández, F. Castillo-González, M. C. Mendoza-Castillo, and H. Williams-Alanís. 2000. Potential of cold tolerant germplasm in the adaptation and adaptability of sorghum in México: I. High Valleys. *Agrociencia* 34: 561-572.
- Peterson, C. J., J. M. Moffatt, and J. R. Erickson. 1997. Yield stability of hybrid *vs.* pureline hard winter wheats in regional performance trials. *Crop Sci.* 37: 116-120.
- Rodríguez-Pérez, J. E., J. Sahagún-Castellanos, H. E. Villaseñor-Mir, J. D. Molina-Galán, and Á. Martínez-Garza†. 2005. Interaction genotype \times environment in the characterization of rainfed areas for wheat. *Agrociencia* 39: 51-64.
- SAS (Statistical Analysis System). 1999-2000. Version 8.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Staggenborg, S. A. and R. L. Vanderlip. 1996. Sorghum grain yield reductions caused by duration and timing of freezing temperatures. *Agron. J.* 88: 473-477.

- Torres M., J. H. y H. Williams A. 1988. Estabilidad del rendimiento, altura de planta y floración de híbridos experimentales y comerciales de sorgo. *Rev. Fitotec. Mex.* 11: 185-198.
- Valadez-Gutiérrez, J., L. E. Mendoza-Onofre, H. Vaquera-Huerta, L. Córdova-Téllez, M. C. Mendoza-Castillo, and G. García-de los Santos. 2006. Flowers thinning, seed yield and post-anthesis dry matter distribution in sorghum. *Agrociencia* 40: 303-314.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE DOS GENERACIONES DE HÍBRIDOS Y PROGENITORES DE SORGO TOLERANTES AL FRÍO. II: APTITUD COMBINATORIA, HETEROSIS Y HETEROBELTIOSIS²

EVALUATION OF TWO GENERATIONS OF COLD TOLERANT SORGHUM HYBRIDS AND PARENTAL LINES. II: COMBINING ABILITY, HETEROSIS AND HETEROBELTIOSIS

Humberto León-Velasco, Leopoldo E. Mendoza-Onofre, Fernando Castillo-González, Tarcicio Cervantes-Santana† y Ángel Martínez-Garza†

2.1 RESUMEN

El Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], del Colegio de Postgraduados, ha formado dos generaciones de híbridos y progenitores experimentales tolerantes al frío, en los Valles Altos Centrales de México. En 1996 se establecieron cinco experimentos en ambientes contrastantes, a 2250 m de altitud, con el propósito de: (a) estimar la ACG en cada generación de líneas progenitoras para rendimiento, peso y número de granos; (b) comparar el comportamiento *per se* y la ACG de las líneas; (c) determinar la heterosis y heterobeltiosis en cada generación de híbridos para esas tres variables; y (d) comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones. Cada experimento incluyó 12 híbridos de primera generación y sus progenitores, 80 híbridos de segunda generación y sus progenitores, más cuatro testigos. En cada caso se empleó un diseño látice cuadrado 11×11 con cuatro repeticiones, en parcelas de dos surcos de 3.0 m de longitud y 0.7 m de anchura con una planta cada 10 cm. Tanto en riego como en seco, la ACG para rendimiento y peso de grano de las líneas B y R de 2ª generación fue superior a la ACG de las líneas de 1ª generación. Para rendimiento de grano, la mejor ACG fue para las líneas B (9, 11, 1 y 7) y R (22, 17 y 19), en riego, y en seco para las líneas B (6, 3, 5 y 1), así como para las líneas R (20, 22, 14 y 16). En riego, el comportamiento *per se* para rendimiento de ambos tipos de líneas fue un buen estimador de la ACG. Los híbridos de 2ª generación presentaron mayor amplitud de heterosis y

² Artículo enviado a la revista *Agrociencia* para publicación.

heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos, en ambas condiciones. En riego, el rendimiento de los cuatro mejores híbridos varió de 53 a 58 g planta⁻¹, la heterosis, de 80 a 91% y la heterobeltiosis de 47 a 77%; mientras en seco la oscilación fue de 16 a 19 g planta⁻¹, 127 a 148%, y 109 a 146%, respectivamente. Se observó una relación positiva entre rendimiento de grano, heterosis y heterobeltiosis en los híbridos de 2^a generación en ambas condiciones.

Palabras clave: *Sorghum bicolor* L. Moench, aptitud combinatoria, heterobeltiosis, heterosis, tolerancia al frío.

2.2 INTRODUCCIÓN

La heterosis, sinónimo de vigor híbrido, es la manifestación de la superioridad del comportamiento de la F₁ respecto a la media de los padres (Goldman, 1999) y la heterobeltiosis es la superioridad del híbrido en relación al mejor padre (Fonseca y Patterson, 1968). La heterosis se ha explotado en maíz (*Zea mays* L.) (Tollenaar *et al.*, 2004), trigo (*Triticum aestivum* L.) (Jordaan *et al.*, 1999) y arroz (*Oryza sativa* L.) (Gravois, 1994), entre otras especies de importancia agrícola. En sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] el fenómeno se manifiesta como: floración más temprana, mayor número de hojas, porte y amacollamiento, semillas más pesadas, mayor producción de grano (Tüsüz, 1997), y mayor velocidad de emergencia, vigor y peso seco de plántulas (Yu y Tuinstra, 2001; Cisneros-López *et al.*, 2007a).

El descubrimiento de la androesterilidad génico-citoplásmica en sorgo (Stephens y Holland, 1954) hizo posible el uso de la heterosis y la producción de semilla híbrida en forma práctica y a bajo costo. En Estados Unidos de América (EUA), en 1957 se sembró con híbridos 15% de la superficie dedicada a este cultivo y para 1960 el 95% (Quinby, 1974). En 1956, cuando los híbridos no se empleaban en gran escala, el rendimiento promedio en EUA era 1.40 t ha⁻¹ y para 1965 alcanzaba 3.18 t ha⁻¹; por lo que, la heterosis es responsable de 20 a 40% de ese aumento (Quinby y Schertz, 1975).

En México, la Oficina de Estudios Especiales inició pruebas de adaptación y estabilidad de la androesterilidad génico-citoplásmica en 1956, con material introducido de EUA y en 1959 se formaron híbridos experimentales. En 1960, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) continuó el programa y para 1967 ya se habían evaluado 400 híbridos experimentales, por lo que se disponía de material superior a los 10 híbridos comerciales testigos de cada experimento (Ángeles, 1968). Entre 1972 y 1975 el INIA liberó 35 híbridos adaptados a las principales áreas sorgueras del país (Carballo, 1978).

Dada la falta de adaptación de los sorgos comerciales a regiones con altitudes mayores a 1800 m, el INIA inició en 1960, en Chapingo, un programa de mejoramiento con el propósito de obtener variedades o híbridos adaptados a esas regiones. Se introdujeron de Etiopía las variedades Nyundo, Mabere y Magune, que producían grano en altitudes superiores a 2000 m. En 1961 se cruzaron con fuentes de precocidad (38 Day Milo, 40 Day Kafir y Hegari Precoz), esterilidad, planta baja y buena excersión. Para 1972 se habían derivado 746 líneas de las variedades africanas y otros materiales del CIMMYT (Ángeles, 1968; Livera y Carballo, 1976-1977). En las 10 mejores líneas se practicó selección masal para homogeneizarlas en precocidad y mejores características, generándose las primeras 10 variedades experimentales de sorgo tolerantes al frío (TF). Entre ellas destacaron las variedades Valles Altos (VA) 110, 120 y 130, de polinización libre, como opciones de cultivo para áreas agrícolas con altitudes entre 1800 y 2300 m (Romo y Carballo, 1980), que en 1981 fueron entregadas a la Productora Nacional de Semillas para su comercialización (Romo, 1981), aunque finalmente sólo VA-110 estuvo disponible para los productores. En 1980 se plantea que el disponer de híbridos o variedades con mayor precocidad, uniformidad y rendimiento de grano que VA-110 aumentaría la posibilidad de que los productores de la región adopten el cultivo (Mendoza, 1991).

El híbrido explota la heterosis de la cruce de una línea A androestéril con una línea R fértil restauradora de la fertilidad masculina. En México, la heterosis para rendimiento de grano de híbridos formados con líneas introducidas de EUA osciló de -24 a 176% y la heterobeltiosis de -51 a 94%, y no se observó una asociación entre ambas ni de éstas con el rendimiento (Orozco y Mendoza, 1983). Además, resultados preliminares de análisis de crecimiento y

desarrollo indicaron que la precocidad del híbrido de sorgo es más semejante a la del progenitor hembra (Mendoza, 1983); mientras que, las características de calidad de semilla, así como el rendimiento, peso y número de semillas fueron más semejantes a sus progenitores macho (Cisneros-López *et al.*, 2007a, b). En EUA, la heterosis para rendimiento y número de granos fue 5.04 y 3.43 veces superior a la del tamaño de grano, respectivamente, y la heterobeltiosis fue alta y positiva para los primeros dos caracteres, y negativa para el tamaño de grano (Peña *et al.*, 2004).

Sprague y Tatum (1942) definieron la aptitud combinatoria general (ACG), como el comportamiento promedio de una línea en combinaciones híbridas y la aptitud combinatoria específica (ACE), como desviaciones de las cruzas respecto al comportamiento promedio de los padres, y establecieron que la ACG se debe a efectos aditivos y la ACE a efectos de dominancia, epistasis y otros tipos de interacción. Ambos parámetros son útiles para seleccionar progenitores e híbridos en sorgo (Kenga *et al.*, 2004). Los progenitores con altos efectos de ACG pueden emplearse en programas orientados a mejorar el rendimiento y sobre esa base, detectar las cruzas con altos efectos de ACE para incrementar el potencial de rendimiento en los híbridos (Solanki *et al.*, 2007). La ACG resultó más importante que la ACE en el mejoramiento para vigor de plántulas (Yu y Tuinstra, 2001), rendimiento y días a floración en sorgo (Estrada y Ángeles, 1975). El comportamiento *per se* de las líneas puede ser un buen estimador de la ACG (Orozco y Mendoza, 1983; Mendoza, 1988), por la correlación significativa entre ambos (Yu y Tuinstra, 2001).

En el Colegio de Postgraduados (CP), en 1980 se estableció un programa de formación de híbridos de sorgo TF y en 1989 se obtuvieron los primeros 40 híbridos, que se evaluaron en 1990 (Mendoza-Onofre, 1992; Osuna-Ortega *et al.*, 2000); a este grupo se le denominó “primera generación de sorgos híbridos TF”. En 1992 se contaba con un nuevo grupo de líneas B y R de mejores características agronómicas (uniformidad de planta, mayor tamaño de panoja, grano y excersión) y precocidad semejante o mayor que sus antecesoras, con las que en 1995 se formó la “segunda generación de híbridos de sorgo TF”, que fue evaluada junto con la primera generación y sus respectivos progenitores para rendimiento de grano y otras características agronómicas

(León-Velasco *et al.*, 2007). Los objetivos de la presente investigación fueron: (a) estimar la ACG en cada generación de líneas progenitoras para rendimiento, peso y número de granos; (b) comparar el comportamiento *per se* y la ACG de las líneas progenitoras; (c) determinar la heterosis y heterobeltiosis dentro de cada generación de híbridos para esas tres variables; y (d) comparar algunas de esas estimaciones entre ambas generaciones de híbridos y progenitores. Las hipótesis fueron: (1) existe variabilidad genética de naturaleza aditiva (ACG) para rendimiento, peso y número de granos entre los progenitores de ambas generaciones; (2) el comportamiento *per se* de las líneas estima la respectiva ACG; (3) los híbridos de cada generación presentan diferentes grados de heterosis y heterobeltiosis para esas tres variables; y (4) la ACG de las líneas, así como la heterosis y heterobeltiosis de los híbridos de 2ª generación superan a sus correspondientes de la 1ª.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

En Montecillo, Estado de México (1995), se cruzaron ocho líneas A y 10 líneas R para obtener 80 híbridos de sorgo de 2ª generación; asimismo, se obtuvo semilla de 12 híbridos de 1ª generación (cruzas de tres líneas A y cuatro líneas R), y se incrementó la semilla de los progenitores de ambas generaciones. La genealogía de las líneas se presenta en León-Velasco *et al.* (2007). En 1996 se sembraron cinco experimentos uniformes, tres en condiciones de riego y dos en secano (temporal) (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Características de los ambientes de evaluación en Valles Altos Centrales de México. 1996.

Exp	Localidad	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)	Altitud (m)	Siembra		Textura (Suelo)	pH	MO (%)	PP (mm)	Helada (Fecha ¹)
					Condición	Fecha					
1	Santa Lucía	19° 29'	98° 54'	2250	Riego	09/05	Migajón-arcillo-arenosa	7.0-7.3	1-2	431	15-20/10
2	Tecámac	19° 43'	98° 56'	2260	Riego	15/05	Arcilla	7.2-7.6	2-3	326	12-19/10
3	Montecillo	19° 29'	98° 54'	2250	Riego	16/05	Arcilla	8.0-8.3	1-3	426	15-20/10
4	Montecillo	19° 29'	98° 54'	2250	Secano	10/06	Arcilla	8.0-8.3	1-3	370	15-20/10
5	Tecámac	19° 43'	98° 56'	2260	Secano	12/06	Arcilla	7.2-7.6	2-3	320	12-19/10

Exp, experimento; pH, potencial hidrógeno; MO, materia orgánica; y PP, precipitación pluvial (durante el ciclo de cultivo). ¹Intervalo de las tres primeras heladas.

Cada experimento estuvo constituido por 12 híbridos y sus progenitores (tres líneas B y cuatro líneas R) de 1ª generación; 80 híbridos y sus progenitores (ocho líneas B y 10 líneas R) de 2ª generación; y cuatro testigos: línea experimental TF-88, variedad VA-110 (ambas TF), RB-4000 y Purépecha (híbridos comerciales susceptibles al frío recomendados para el norte de Tamaulipas y El Bajío, respectivamente). Las líneas B fueron las isogénicas de las líneas A con las que se obtuvieron los híbridos. Los 121 genotipos de cada experimento se distribuyeron en un diseño látice cuadrado 11×11 con cuatro repeticiones (Martínez, 1988). La parcela experimental fue dos surcos de 3.0 m de longitud y 0.7 m de anchura.

La labranza consistió en aradura, rastreo y surcado. La siembra manual en seco fue a chorrillo en el fondo del surco, aclarándose posteriormente a una planta cada 10 cm (142 850 plantas ha⁻¹). Los experimentos con riego tuvieron humedad óptima y los de secano dependieron de la precipitación pluvial (Cuadro 2.1). En riego se abonó con 120 kg N y 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ y en secano con 80 kg N y 40 kg P₂O₅ ha⁻¹; todo el P₂O₅ y la mitad de N se aplicó a la siembra y el resto en el aporque. Se hizo escarda y aporque 40 y 60 d después de la siembra, respectivamente.

En 20 plantas representativas y con competencia completa, elegidas y etiquetadas antes de la floración, por cada unidad experimental, se midió: rendimiento de grano (RG, en g planta⁻¹, peso de grano seco, limpio y libre de glumas); peso de 100 granos (PG, en g, promedio de ocho repeticiones de 100 granos elegidos al azar) y número de granos por panoja (NG=100 × RG/PG).

El análisis de varianza (ANVA) combinado (por localidades, en riego o secano) para cada variable se desglosó de manera anidada, con la aplicación del PROC GLM del SAS (1999-2000): primero, en la variación entre ocho grupos de genotipos: tres líneas B (B's-1), cuatro líneas R (R's-1) y 12 híbridos (H's-1) de 1ª generación; ocho líneas B (B's-2), 10 líneas R (R's-2) y 80 híbridos (H's-2) de 2ª generación; variedad testigo (VA-110) y los (Otros) tres testigos. Después, por la variación entre genotipos dentro de cada uno de esos ocho grupos. La variación entre híbridos dentro de cada generación se desglosó en la debida a progenitores hembra (ACG de hembras), progenitores macho (ACG de machos) e interacción hembra × macho (ACE). La

comparación de medias, ajustadas con la instrucción LSMEANS del SAS de acuerdo con el diseño experimental, se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

De acuerdo con el arreglo factorial de los cruzamientos, la ACG para rendimiento, peso y número de granos de cada progenitor se estimó con base en el promedio aritmético de los híbridos que tenían a ese progenitor en común. La heterosis de los híbridos se estimó mediante la fórmula: $\text{Heterosis} = \text{Rendimiento de la } F_1 - \text{Media de los padres}$ (Falconer, 1970), expresada en porcentaje, con respecto a la media de los progenitores; y la Heterobeltiosis = $\text{Rendimiento de la } F_1 - \text{Media del progenitor superior}$, también en porcentaje, con respecto a la media de este progenitor (Fonseca y Patterson, 1968).

Dentro de cada generación de líneas B o R, se hicieron las correlaciones posibles (PROC CORR del SAS) entre las tres variables; así como dentro de cada generación de híbridos, entre las heterosis o heterobeltiosis de las tres variables y entre rendimiento de grano, heterosis y heterobeltiosis. Asimismo, en las líneas B y R se aplicó análisis de regresión lineal (PROC REG del SAS) entre el RG, PG y NG de las líneas *vs.* su correspondiente ACG.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aptitud combinatoria general

Experimentos con riego

En esta condición ambiental, no se obtuvo información de seis híbridos (7.5% del total) de 2^a generación debido a problemas de nacencia, por lo que la estimación de la ACG de los progenitores respectivos podría presentar alguna imprecisión, sobre todo de la hembra 11, representada con cinco de las 10 cruzas; sin embargo, Serrano *et al.* (1994) demuestran que cuando se evalúa un arreglo de cruzas sistemáticas con progenitores, la confiabilidad de los parámetros genéticos no se modifica al excluir 10% de cruzas, y hasta 30% de cruzas cuando el interés principal es evaluar los efectos de progenitores.

El comportamiento *per se* de los progenitores para rendimiento de grano por planta, peso de 100 granos y número de granos por panoja, con base en el promedio de los tres experimentos de riego, dentro de cada generación, fue diferente ($p \leq 0.05$), excepto para PG en las líneas R de 1ª generación (Cuadro 2.2).

En el caso de las hembras (líneas B) el RG, PG y NG de las dos generaciones fueron estadísticamente semejantes ($p \leq 0.05$), y en promedio difieren en alrededor de 5%. En este tipo de líneas, el RG de la 1ª generación presentó correlación positiva pero no significativa con el PG y NG ($r=0.78$ y $r=0.61$, respectivamente); al igual que RG *vs.* NG ($r=0.70$) en la 2ª generación, en la que también hubo una correlación negativa ($r=-0.72^*$, $p \leq 0.05$) entre PG *vs.* NG, probablemente debido al efecto compensatorio entre estos dos componentes del rendimiento (Valadez-Gutiérrez *et al.*, 2006). Para el caso de los progenitores masculinos, en promedio, las líneas R de 2ª generación fueron estadísticamente superiores en RG (39%) y PG (80%), pero inferiores en NG (23%); la superioridad del RG se atribuye a la contribución del PG (Maman *et al.*, 2004) y el decremento para NG se explica por la complementariedad con PG como componentes del rendimiento. En ambas generaciones de líneas R, las correlaciones de RG *vs.* NG fueron positivas ($r=0.97^*$, para la 1ª generación; $r=0.88^{***}$, $p \leq 0.001$, para la 2ª), así como negativas y no significativas entre PG *vs.* NG ($r=-0.82$; $r=-0.62$), al igual que en las líneas de 1ª generación lo fue ($r=-0.67$) entre RG *vs.* PG.

En la comparación de híbridos mediante sus promedios de ACG, los de 2ª generación fueron significativamente superiores a los de la 1ª para RG y PG (35 y 39%, respectivamente) y estadísticamente equivalentes para NG con diferencia de 5% a favor de los híbridos de 1ª generación (Cuadro 2.2). Este resultado muestra el avance logrado por mejoramiento genético en las líneas B y R (León-Velasco *et al.*, 2007), y se atribuye en mayor medida al PG de las líneas R de 2ª generación. La correlación entre RG y PG para los híbridos de 1ª (0.33) y 2ª generación (0.17) fue positiva, así como entre RG y NG (0.85*** y 0.72***), mientras que entre PG y NG la relación fue negativa (-0.21 y -0.55***), respectivamente.

Cuadro 2.2. Aptitud combinatoria general y comportamiento *per se* de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.

Generación	RG (g planta ⁻¹)		PG (g)		NG							
	Línea	<i>Per se</i>	ACG	<i>Per se</i>	ACG	<i>Per se</i>	ACG					
Hembra B												
Primera												
28	34.82	a	39.91	a	2.28	a	1.92	a	1504	a	2104	a
29	26.27	b	35.73	b	1.66	b	1.78	a	1609	a	2075	a
30	21.47	b	33.26	c	1.85	b	1.88	a	1160	b	1804	b
Media	27.52		36.3		1.93		1.86		1424		1994	
DSH ¹	5.93		2.08		0.26		0.18		295		104	
Segunda												
9	31.13	a	53.93	a	1.46	e	2.46	d	2179	a	2195	a
11	29.38	ab	50.76	b	1.95	ab	2.84	a	1522	b	1759	e
1	23.84	c	50.70	b	1.65	de	2.42	d	1447	b	2103	b
7	29.49	ab	49.09	bc	2.12	a	2.63	bc	1408	b	1869	cd
2	25.08	bc	48.18	c	1.90	b	2.51	cd	1329	b	1914	c
3	25.31	bc	47.88	cd	1.96	ab	2.69	ab	1320	b	1795	de
5	24.51	c	46.32	de	1.70	cd	2.56	b-d	1444	b	1828	c-e
6	24.21	c	45.77	e	1.86	bc	2.62	bc	1322	b	1759	e
Media	26.62		49.08		1.82		2.59		1497		1903	
DSH ¹	4.63		1.82		0.20		0.16		231		91	
Macho R												
Primera												
34	32.20	a	37.59	a	1.36	a	1.92	a	2385	a	1996	a
33	31.36	a	36.93	ab	1.28	a	1.85	a	2451	a	2093	a
31	29.29	a	35.22	ab	1.40	a	1.80	a	2132	b	1985	ab
32	24.89	b	34.40	b	1.41	a	1.86	a	1812	c	1902	b
Media	29.43		36.04		1.36		1.86		2195		1994	
DSH ¹	3.82		2.64		0.17		0.23		190		131	
Segunda												
22	53.30	a	53.17	a	2.59	b	2.48	de	2059	a	2148	a
17	32.15	ef	52.26	ab	2.90	a	2.89	a	1125	d	1829	cd
19	39.57	cd	51.97	ab	2.54	bc	2.77	ab	1554	c	1898	c
16	48.10	ab	50.92	bc	2.54	bc	2.51	c-e	1913	ab	2040	b
20	48.74	ab	50.82	bc	2.29	de	2.47	de	2138	a	2056	ab
23	43.13	bc	49.88	c	2.53	b-d	2.42	ef	1704	bc	2050	ab
25	42.17	c	47.79	d	1.98	f	2.67	bc	2150	a	1769	d
15	37.79	c-e	46.96	d	2.32	c-e	2.58	c-e	1619	c	1851	cd
14	35.63	de	45.77	d	2.23	e	2.62	b-d	1604	c	1765	d
21	28.63	f	40.76	e	2.58	b	2.26	f	1137	d	1802	cd
Media	40.92		49.03		2.45		2.57		1700		1921	
DSH ¹	5.66		2.08		0.25		0.18		282		104	
DSH ²	2.60				0.114				129			

RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; DSH¹ y DSH², diferencia significativa honesta dentro de cada grupo y entre promedios de grupos, respectivamente. Valores con las mismas letras en la columna de cada grupo de líneas y en cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las diferencias dentro de progenitores (hembra o macho) de cada generación fueron significativas para ACG, excepto para PG en las líneas B y R de 1ª generación (Cuadro 2.2). En el caso de las hembras, en la 1ª generación destaca la Línea 28, pues sus híbridos superaron en 20% al rendimiento de la Línea 30 que tuvo la menor ACG para ese carácter. En la 2ª generación, las ACG's extremas para RG, PG y NG difirieron en 18, 17 y 25%; la ACG para RG y NG de la Línea 9 fue la mayor del grupo, así como la ACG para PG de las Líneas 11 y 3. En cuanto a los machos, en la 1ª generación las ACG's extremas para RG, PG y NG difieren en 9, 7 y 10%, las Líneas 34, 33 y 31 forman el grupo superior de significancia para RG, que fue correspondiente a su ACG para NG. En la 2ª generación, las ACG's extremas para RG, PG y NG difieren en 16, 19 y 22%, respectivamente, y las Líneas 22, 17 y 19 forman el grupo superior para la ACG de rendimiento; en la Línea 22 la ACG para NG fue la de mayor magnitud y en las Líneas 17 y 19 fue la del PG. Esto significa que las líneas de ACG superior producen mejores híbridos, como las líneas B (28) y R (34, 33 y 31) de 1ª generación y las B (9, 11, 1y 7) y R (22, 17 y 19) de 2ª generación. En particular, se recomienda explotar las líneas de la segunda generación, por su mejor ACG en RG, para producir mejores híbridos o continuar el mejoramiento en el Programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del CP (PMGS-CP).

Asociación de ACG con la expresión *per se* de progenitores

La precisión de las regresiones correspondientes puede diferir pues la información de la 1ª generación se compone de 12 híbridos, mientras en la 2ª generación fueron 74; no obstante, las tendencias son semejantes. Los coeficientes de regresión indicaron una relación positiva entre el RG *per se* y su respectiva ACG para las líneas B de 1ª [$RG_{ACG}=22.62+0.497(RG_{per\ se})$; $r^2=1.0^{**}$, $p\leq 0.01$, $CV=0.2\%$] y 2ª generación [$RG_{ACG}=31.356+0.666(RG_{per\ se})$; $r^2=0.52^*$, $CV=4\%$]; lo que significa que por cada incremento unitario en RG entre las líneas de 1ª generación la ACG se incrementó en 0.497 g; mientras en la 2ª generación la ACG aumentó 0.666 g. La misma tendencia ocurrió con las regresiones para PG y NG *per se vs.* sus respectivas ACG's; si bien en la 1ª generación no fueron significativas, presentaron buen ajuste de datos al modelo ($r^2=0.81$ y $r^2=0.90$, respectivamente) y en la 2ª resultaron significativas al 10 y 5%, respectivamente. Por lo tanto, el comportamiento *per se* para RG en las dos generaciones de líneas B es un estimador aceptable de la ACG.

En las líneas R, hubo una relación lineal positiva entre el RG *per se* y su respectiva ACG en las líneas de 1ª [$RG_{ACG}=23.560+0.424(RG_{per\ se}); r^2=0.88^+, p\leq 0.10, CV=2\%$] y 2ª generación [$RG_{ACG}=35.987+0.319(RG_{per\ se}); r^2=0.43^*, CV=6\%$]. Igual tendencia se observó para NG *per se* y su respectiva ACG ($r^2=0.82^+$) que fue significativa al 10% en la 1ª generación y no significativa en la 2ª ($r^2=0.27$), con poco ajuste al modelo; mientras el PG *per se* no mostró relación con su ACG; por lo que sólo el comportamiento *per se* para RG de las líneas R de ambas generaciones es buen estimador de su ACG, como ocurrió en las líneas B de las dos generaciones para esa variable. Los resultados obtenidos por Mendoza (1988), al evaluar 13 hembras, 18 machos y sus respectivos híbridos de sorgo, también indican que el rendimiento de las líneas *per se* puede servir como criterio para seleccionar, tanto progenitores femeninos ($r=0.68^{**}$) como masculinos ($r=0.61^{**}$) de alta ACG.

Experimentos en seco

En esta condición ambiental hubo dos líneas B (67% del total) y un híbrido de 1ª generación (8.3%), así como dos líneas R de 2ª generación (20%) que no produjeron grano; por lo que no se discuten los resultados del grupo de líneas B de 1ª generación y las correlaciones de las líneas R de 2ª generación se basan en ocho pares de observaciones, en lugar de los 10 pares con los que se presentaron en riego.

El promedio general para RG de híbridos y progenitores de los dos experimentos de temporal disminuyó 77%, comparado con el de riego; al considerar ambas generaciones, en los híbridos bajó 76% y en los progenitores 80%; al desglosar por generaciones, el rendimiento de los híbridos y las líneas B y R se redujo en 78, 80 y 87% en la 1ª generación, así como en 75, 72 y 79% en la 2ª, respectivamente (Cuadro 2.3); mientras en el mejor testigo (León-Velasco *et al.*, 2007), la variedad VA-110, lo hizo en 67%. La misma tendencia se observó para PG y NG, aunque en menor cuantía, excepto para PG de los híbridos y machos de 2ª generación. Estas drásticas disminuciones fueron consecuencia de las heladas tempranas que ocurrieron en la etapa de llenado de grano, que impidieron al cultivo llegar a madurez fisiológica, con mayor efecto sobre los genotipos más tardíos (León-Velasco *et al.*, 2007), pero el que la reducción del rendimiento por efecto del temporal y las heladas haya sido menor en los genotipos de 2ª generación, sobre todo en las líneas *per se*, se considera consecuencia del mejoramiento genético aplicado en las líneas progenitoras.

Cuadro 2.3. Aptitud combinatoria general y comportamiento *per se* de las líneas progenitoras de dos generaciones de híbridos. Promedios de dos experimentos de secano. Valles Altos de México. 1996.

Generación	RG (g planta ⁻¹)		PG (g)		NG		
	Línea	<i>Per se</i>	ACG	<i>Per se</i>	ACG	<i>Per se</i>	ACG
Hembra B							
Primera							
30			8.74 a		1.26 a		682 a
29	5.53		8.49 a	1.08	1.16 ab	529	753 a
28			7.42 a		0.97 b		675 a
Media			8.22		1.13		703
DSH ¹			1.99		0.21		149
Segunda							
6	9.13 a	13.72 a	1.36 bc	1.51 a	682 a	903 b	
3	6.75 a	13.70 a	1.61 a	1.52 a	387 a	892 b	
5	7.48 a	13.56 a	1.26 cd	1.45 a	591 a	920 ab	
1	6.76 a	12.62 ab	1.28 cd	1.27 b	550 a	994 a	
7	8.27 a	12.32 b	1.54 ab	1.45 a	511 a	849 b	
2	7.14 a	12.18 b	1.23 cd	1.32 b	569 a	926 ab	
9	7.01 a	10.90 c	1.07 d	1.21 b	636 a	904 b	
11	7.84 a	8.68 d	1.19 cd	1.22 b	642 a	714 c	
Media	7.55	12.21	1.32	1.37	571	888	
DSH ¹	4.63	1.19	0.24	0.12	347	89	
Macho R							
Primera							
31	4.03 a	9.32 a	0.72 a	1.16 a	677 a	825 a	
32	3.91 a	9.27 a	0.91 a	1.24 a	452 a	709 ab	
34	2.81 a	7.92 a	0.75 a	1.10 a	507 a	685 ab	
33	4.01 a	7.11 a	0.83 a	1.11 a	357 a	605 b	
Media	3.69	8.41	0.8	1.15	498	706	
DSH ¹	6.65	2.54	0.35	0.27	497	190	
Segunda							
20	7.26 ab	14.67 a	0.93 c	1.34 b-d	756 ab	1107 a	
22	10.90 a	14.47 a	1.26 ab	1.36 a-c	859 ab	1063 ab	
14	9.92 ab	13.99 a	1.25 ab	1.50 a	799 ab	936 cd	
16	10.19 ab	13.83 a	1.14 a-c	1.42 a-c	937 a	962 bc	
19		12.24 b		1.45 ab		858 de	
17		11.99 b		1.46 ab		798 e	
15	8.30 ab	11.11 bc	0.97 c	1.36 a-c	883 ab	809 e	
25	7.07 ab	10.92 bc	1.02 bc	1.28 cd	717 ab	827 e	
23	6.04 b	10.48 c	0.94 c	1.20 d	561 b	879 c-e	
21	8.46 ab	8.49 d	1.29 a	1.32 b-d	684 ab	640 f	
Media	8.51	12.22	1.1	1.37	774	888	
DSH ¹	4.84	1.39	0.25	0.15	362	104	
DSH ²	4.48		0.23		328		

RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; DSH¹ y DSH², diferencia significativa honesta dentro de cada grupo y entre promedios de grupos, respectivamente. Valores con las mismas letras en la columna de cada grupo de líneas y en cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Entre las líneas B, sobresalen las Líneas 3 y 7 para PG. En este caso, las correlaciones entre RG *vs.* PG ($r=0.15$) y RG *vs.* NG ($r=0.52$) no fueron significativas, mientras que, entre PG *vs.* NG se mantuvo negativa y significativa ($r=-0.75^*$). Las líneas R de 2ª generación en promedio fueron mejores que las R de la 1ª para RG (131%) y PG (38%), como ocurrió en riego, pero en esta condición también las superaron en NG (55%); en consecuencia, la superioridad del RG se debe a la contribución de ambos componentes (Peña *et al.*, 2004). En las de 1ª generación las correlaciones entre RG *vs.* PG y PG *vs.* NG fueron 0.33 y -0.68 , no significativas, y en las de 2ª generación fueron 0.77^* , 0.78^* y 0.26 , entre RG *vs.* PG, RG *vs.* NG y PG *vs.* NG, respectivamente.

En cuanto a la comparación de híbridos, el comportamiento en seco concuerda parcialmente con lo observado en riego, pues los de 2ª generación fueron significativamente superiores a los de 1ª para RG (48%), PG (21%) y NG (26%); la superioridad del RG se debe en mayor medida a la contribución de ambos componentes de las líneas R; lo que significa que el avance logrado por mejoramiento genético en las líneas se manifiesta en ambas condiciones ambientales.

Las diferencias de los promedios de ACG de las tres variables de los progenitores (hembra o macho) fueron significativas en las líneas de la 2ª generación y sólo para NG en machos de los de la 1ª (Cuadro 2.3). En el caso de la ACG de las hembras de 2ª generación, los valores extremos para RG, PG y NG contrastan en 58, 26 y 39%; por su ACG para RG, las Líneas 6, 3, 5 y 1 integran un grupo significativamente superior; en las Líneas 6 y 3 hubo correspondencia con su mejor ACG para PG, en la 1 con la de NG y en la 5 con la de ambos caracteres.

Referente a los machos, en la 1ª generación las ACG's extremas para RG, PG y NG divergen en 31, 13 y 36%, y las Líneas 31, 32 y 34 forman el grupo superior de significancia para NG. En la 2ª generación, las ACG's extremas para RG, PG y NG difieren en 73, 25 y 73%, respectivamente; las Líneas 20, 22, 14 y 16 forman el grupo superior para la ACG de rendimiento.

En conclusión, aunque el programa de formación de híbridos de sorgo TF del PMGS-CP ha sido efectivo en el mejoramiento y la selección de nuevas líneas de sorgo, se sugiere producir

híbridos entre las Líneas A (6, 3, 5 y 1) con las R (20, 22, 14 y 16) de 2ª generación, y evaluarlos nuevamente en seco en la región, donde existe alta probabilidad de heladas tempranas.

Al comparar las dos condiciones de humedad, en seco la tendencia general de la ACG para RG de las líneas B cambió de orden en alto grado, lo que destaca una considerable magnitud de la interacción genotipo \times ambiente en este tipo de líneas. Para las líneas R hubo cambios de orden menos drásticos, especialmente en las de 2ª generación, que sugieren menor magnitud de la interacción, pues fueron más consistentes en ambas condiciones.

Asociación de ACG con la expresión *per se* de progenitores

Respecto a las líneas B de 2ª generación, el coeficiente de regresión para RG [$RG_{ACG}=11.337+0.116(RG_{per\ se})$; $r^2=0.003$, CV=15%], no fue significativo y tampoco para NG ($r^2=0.034$); solamente se observó una relación [$PG_{ACG}=0.614+0.574(PG_{per\ se})$; $r^2=0.65^*$, CV=6%] positiva y significativa entre el comportamiento *per se* y la ACG para PG. En contraste, los coeficientes de regresión entre el comportamiento *per se* y su ACG para RG de las líneas R de 1ª [$RG_{ACG}=6.580+0.494(RG_{per\ se})$; $r^2=0.07$, CV=15%] y 2ª generación [$RG_{ACG}=6.320+0.696(RG_{per\ se})$; $r^2=0.27$, CV=17%], fueron más altos y positivos pero no significativos, al igual que para PG ($r^2=0.43$ y $r^2=0.27$, respectivamente) y NG ($r^2=0.12$), con poco y variable ajuste al modelo lineal en todos los casos. Sin embargo, el NG *per se* y la ACG de las líneas R de 1ª generación mostraron una relación [$NG_{ACG}=381.790+0.651(NG_{per\ se})$; $r^2=0.92^*$, CV=4%] lineal positiva y significativa. En síntesis, lo anterior indica que en seco el comportamiento *per se* de las líneas no fue tan buen estimador de su ACG, como en riego.

Heterosis y heterobeltiosis

Experimentos con riego

En el Cuadro 2.4 se observa que los valores promedio de heterosis (47%) y heterobeltiosis (23%) para RG de los híbridos de 2ª generación superaron a los de 1ª (29 y 17%, respectivamente).

Cuadro 2.4. Heterosis y heterobeltiosis para rendimiento de grano de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)
Primera generación				Segunda generación (continuación)			
28×33	42.56 a	29	22	1×16	50.52	40	5
28×34	42.33 a	26	22	3×23	50.34	47	17
28×32	38.12 a	28	9	5×17	50.26	77	56
29×34	37.54 a	28	17	2×19	50.12	55	27
28×31	36.95 a	15	6	5×16	49.99	38	4
29×31	36.79 a	32	26	3×25	49.92	48	18
30×33	36.00	36	15	7×23	49.85	37	16
29×33	35.99	25	15	7×20	49.71	27	2
29×32	35.04	37	33	3×16	49.67	35	3
30×34	33.21	24	3	2×23	49.65	46	15
30×31	32.04	26	9	6×16	49.33	36	3
30×32	31.67	37	27	3×17	49.29	72	53
Media	36.52	29	17	6×19	48.98	54	24
DSH	5.81			5×20	48.77	33	0
				7×25	48.40	35	15
				5×19	48.34	51	22
Segunda generación							
9×19	58.47 a	65	48	3×19	48.33	49	22
9×22	58.24 a	38	9	1×15	47.57	54	26
1×19	58.11 a	83	47	9×21	47.54	59	53
9×17	56.96 a	80	77	3×15	47.19	50	25
11×17	56.85 a	85	77	6×17	47.11	67	47
1×22	54.45 a	41	2	6×23	46.34	38	7
7×16	53.99 a	39	12	2×15	46.05	46	22
7×17	53.89 a	75	68	7×15	46.05	37	22
9×23	53.58 a	44	24	6×20	45.96	26	-6
1×17	53.36 a	91	66	5×15	45.73	47	21
1×20	53.06 a	46	9	2×14	45.64	50	28
9×20	52.86 a	32	8	1×14	45.55	53	28
7×22	52.86 a	28	-1	2×25	45.36	35	8
9×16	52.49 a	33	9	5×25	45.16	35	7
7×19	52.42 a	52	32	6×25	44.76	35	6
9×25	52.37 a	43	24	5×23	44.19	31	2
3×22	52.35 a	33	-2	5×14	43.93	46	23
11×14	52.30 a	61	47	7×14	43.36	33	22
3×20	52.20 a	41	7	6×15	43.11	39	14
9×14	52.19 a	56	46	6×14	41.86	40	17
9×15	52.12 a	51	38	3×14	41.72	37	17
2×17	51.91 a	81	61	2×21	40.76	52	42
5×22	51.49 a	32	-3	1×21	40.42	54	41
1×23	51.47 a	54	19	3×21	40.30	49	41
6×22	51.13 a	32	-4	7×21	39.20	35	33
11×15	51.06 a	52	35	6×21	38.64	46	35
2×16	51.05 a	40	6	11×25	37.69	5	-11
11×19	50.93	48	29	5×21	36.98	39	29
1×25	50.81	54	20	Media	48.85	47	23
2×22	50.62	29	-5	DSH	7.43		

RG, rendimiento de grano por planta; H, heterosis; HB, heterobeltiosis; y DSH, diferencia significativa honesta dentro de cada generación. Valores con las mismas letras en la columna de cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

En otro estudio, con un grupo de 12 híbridos de 2ª generación los valores promedio de heterosis y heterobeltiosis para rendimiento fueron 35 y 22% (Cisneros-López *et al.*, 2007b). En particular, la heterosis de los híbridos de 2ª generación varió de 5 a 91% y la heterobeltiosis de -11 a 77%, mientras la heterosis del grupo estadísticamente superior para RG (27 híbridos) osciló de 28 a 91% y la heterobeltiosis entre -4 y 77%. En los híbridos de 1ª generación la heterosis fluctuó de 15 a 37% y la de sus mejores seis de 15 a 32%, así como la heterobeltiosis de 3 a 33 y de 6 a 26%, respectivamente. La mayor amplitud de la variación de heterosis y heterobeltiosis, así como los valores superiores de estos parámetros de la 2ª generación de híbridos se puede atribuir a la mayor diversidad de las líneas que intervinieron. Orozco y Mendoza (1983) observaron que en el rendimiento individual de los híbridos de sorgo, formados con líneas introducidas de EUA pero evaluados en el Estado de Morelos, la heterosis varió de -24 a 176% y la heterobeltiosis de -54 a 94%; donde las gamas de valores fueron muy amplias debido a la heterogeneidad de las líneas que produjeron esos híbridos y al diferente grado de adaptación de éstos. No obstante, Osuna-Ortega *et al.* (2001) evaluaron el rendimiento de híbridos formados con las combinaciones posibles entre líneas tolerantes y susceptibles al frío; en Celaya, Guanajuato (a 1754 m de altitud) y obtuvieron valores de heterosis entre 26 y 173% y de heterobeltiosis entre 3 y 103%, promedios de grupos y dos ambientes. En este caso, las amplitudes de valores fueron resultantes del distinto grado de adaptación de los híbridos, consecuencia del contraste genético entre las líneas progenitoras pues las tolerantes fueron formadas por el PMGS-CP en los Valles Altos y las susceptibles por instituciones nacionales o extranjeras, en regiones tropicales y subtropicales.

Para PG y NG (Cuadro A.1) se observó una fluctuación amplia, cercana a la variación de la heterosis y heterobeltiosis obtenida para RG, pero fue más notable la amplitud para RG y NG, de las dos generaciones de híbridos. Los promedios de heterosis y heterobeltiosis del PG de los híbridos de 2ª generación superaron a los de la primera en 59 y 256%, así como a los del NG en 105 y 101%, respectivamente. En la 2ª generación la heterosis del PG osciló de -2 a 51% y la heterobeltiosis de 19 a 49%; asimismo, la heterosis del NG fluctuó entre -31 y 61% y su heterobeltiosis entre -41 y 55%. En los híbridos de 1ª generación la heterosis del PG varió de -2 a 21% y su heterobeltiosis de -21 a 8%; mientras la heterosis del NG osciló de -2 a 27% y la heterobeltiosis de -27 a 16%. Peña *et al.* (2004) observaron que la heterosis para PG fue de menor

amplitud que para RG y NG, por lo que concluyeron que el NG es el componente que más contribuyó a la heterosis del RG. Al respecto, en la 1ª generación la correlación de la heterosis del PG vs. NG fue negativa ($r=-0.69^*$) y en la 2ª también ($r=-0.71^{***}$), pero en esta generación la heterosis del NG estuvo asociada ($r=0.65^{***}$) con la del RG; asimismo la heterobeltiosis del NG correlacionó ($r=0.56^{***}$) de manera positiva con la del RG, y negativa ($r=-0.66^{***}$) con la del PG. Esto indica que la heterosis y heterobeltiosis para número de granos contribuyó en mayor medida a la heterosis y heterobeltiosis del rendimiento en la 2ª generación de híbridos que en la primera.

En cuanto a las correlaciones entre rendimiento y sus valores de heterosis y heterobeltiosis, en la 1ª generación el RG no presentó correlación con alguno de los dos parámetros; en cambio en la 2ª generación el RG de los híbridos correlacionó ($r=39^{***}$) con su heterosis pero no con su heterobeltiosis; a su vez, estas últimas resultaron correlacionadas ($r=0.91^{***}$). Se infiere que a medida que aumentó el RG se incrementó la heterosis de los híbridos de 2ª generación y que cuando creció su heterosis también lo hizo su heterobeltiosis, lo que significa que en esta generación existe una relación positiva entre los tres estimadores, como resultado de buena conjugación de genes aditivos de los respectivos progenitores; incluso en la mayoría de los casos, los híbridos superaron al mejor progenitor. Los valores negativos de heterobeltiosis de la 2ª generación indican que algunos progenitores superaron el RG de sus respectivos híbridos. En siete de los 12 híbridos de 1ª generación y en 72 de los 74 híbridos de 2ª generación, el progenitor de mayor rendimiento fue la línea restauradora; por lo tanto, en los casos de la heterobeltiosis negativa observada en la 2ª generación fueron líneas R las que superaron el RG de sus híbridos, como es el caso de la Línea 22 (53.30 g planta⁻¹), que se ha sugerido (León *et al.*, 1998) utilizarla como variedad de polinización libre en riego.

Experimentos en secano

En esta condición ambiental, ante la ausencia de información de dos de las tres líneas B de 1ª generación, sólo se discuten los resultados correspondientes a 64 de los 80 híbridos de 2ª generación (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Heterosis y heterobelitosis para rendimiento de grano de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de dos experimentos de secano. Valles Altos de México. 1996.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)
Primera generación				Segunda generación (continuación)			
29×31	11.2 a	134	102	5×25	12.79	76	71
29×32	8.28 a	75	50	7×22	12.56	31	15
29×33	7.91 a	66	43	7×14	12.47	37	26
29×34	7.29 a	75	32	9×22	12.24	37	13
Media	8.67	88	57	6×15	12.21	40	34
DSH	4.77			5×23	12.14	80	62
				3×15	12.08	61	46
				6×23	11.80	56	29
6×20	19.11 a	133	109	1×23	11.53	80	70
6×22	18.49 a	85	70	7×23	11.49	61	39
2×20	17.83 a	148	146	9×16	11.12	29	9
5×16	17.62 a	99	73	1×15	11.10	47	34
1×16	17.14 a	102	68	7×16	11.09	20	9
3×22	16.87 a	91	55	7×15	10.89	31	31
5×22	16.42 a	79	51	6×21	10.86	23	19
1×22	16.27 a	84	50	5×21	10.74	35	27
3×20	16.20 a	131	123	2×15	10.60	37	28
5×20	16.06 a	118	115	9×15	10.51	37	27
3×25	15.67 a	127	122	11×16	10.22	13	0
6×16	15.38 a	59	51	3×21	9.68	27	14
2×22	15.04 a	67	38	11×22	9.27	-1	-15
7×20	14.97 a	93	81	2×23	9.24	40	30
1×20	14.89 a	112	105	2×25	9.10	28	28
2×16	14.72 a	70	44	7×21	9.08	9	7
2×14	14.70 a	72	48	9×23	9.06	39	29
6×14	14.42 a	51	45	2×21	8.91	14	5
11×14	14.28 a	61	44	11×15	8.51	6	3
5×14	14.28 a	64	44	9×25	8.32	18	18
3×14	14.08 a	69	42	1×21	8.20	8	-3
7×25	14.04 a	83	70	1×25	7.87	14	11
6×25	13.99	73	53	11×20	6.73	-11	-14
9×14	13.78	63	39	11×23	6.61	-5	-16
1×14	13.74	65	39	9×21	5.84	-24	-31
3×16	13.55	60	33	11×21	5.15	-37	-39
3×23	13.54	112	101	11×25	4.39	-41	-44
9×20	13.29	86	83	Media	12.31	54	40
5×15	12.86	63	55	DSH	5.1		

RG, rendimiento de grano por planta; H, heterosis; HB, heterobelitosis; y DSH, diferencia significativa honesta dentro de cada generación. Valores con las mismas letras en la columna de cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

La heterosis de estos híbridos fluctuó entre -41 y 148% y la heterobelitosis de -44 a 146%; en el grupo estadísticamente superior para RG (22 híbridos) la heterosis osciló entre 51 y 148% y la

heterobeltiosis entre 38 y 146%, respectivamente. La amplitud y el valor máximo de heterosis y heterobeltiosis fue superior a lo presentado en condición de riego; en este caso sobresalen los híbridos 2×20 (148 y 146%), 6×20 (133 y 109%), 3×20 (131 y 123%) y 3×25 (127 y 122%), respectivamente, infiriéndose que hubo efectos aditivos para determinar el rendimiento de esos cuatro híbridos, pues las líneas B (6, 2 y 3) fueron estadísticamente iguales y las R (20 y 25) fueron del primer grupo estadístico para rendimiento de grano en seco (Cuadro 2.3). La amplitud de heterosis para RG de los híbridos de 2ª generación resultó similar a las publicadas por otros autores (Orozco y Mendoza, 1983; Osuna-Ortega *et al.*, 2001), pero destaca la mayor amplitud y el valor más alto de heterobeltiosis.

Para los componentes del rendimiento (Cuadro A.2), la heterosis del PG osciló de -9 a 39% y su heterobeltiosis de -20 a 27%; mientras la heterosis del NG fluctuó entre -42 y 107% y la heterobeltiosis entre -44 y 91%. Al comparar la heterosis y heterobeltiosis para RG, PG y NG, se observó una tendencia similar a la presentada en riego, es decir que también hubo mayor variación para RG y NG en esta condición ambiental. Además, la heterosis del RG resultó correlacionada con la del PG ($r=0.58^{***}$) y NG ($r=0.90^{***}$), y las de ambos componentes correlacionaron ($r=0.21$) en forma positiva aunque no significativa. Asimismo, la heterobeltiosis de los dos componentes correlacionó ($r=0.27^*$; $r=0.81^{***}$, respectivamente) con la del RG en diferente grado. Estos resultados ratifican lo observado en riego, con respecto a que el NG es el componente que más contribuyó a la heterosis y heterobeltiosis del RG en la 2ª generación de híbridos.

Algunos híbridos de mayor RG también expresaron los mayores valores de heterosis y heterobeltiosis. Además, hubo una relación lineal entre RG y heterosis ($r=0.90^{***}$), entre RG y heterobeltiosis ($r=0.83^{***}$), así como entre heterosis y heterobeltiosis ($r=0.97^{***}$); en forma similar a lo observado en riego, por lo que se confirma la relación positiva entre rendimiento de grano, heterosis y heterobeltiosis de los híbridos de 2ª generación en ambas condiciones.

2.5 CONCLUSIONES

Tanto en riego como en seco, la ACG para rendimiento y peso de grano de las líneas B y R de sorgo tolerantes al frío de 2ª generación fue superior a la ACG de las líneas de 1ª generación. Para rendimiento de grano, la mejor ACG fue para las líneas B (9, 11, 1 y 7) y R (22, 17 y 19), en riego, y en seco para las líneas B (6, 3, 5 y 1), así como para las líneas R (20, 22, 14 y 16). En condiciones de riego, el comportamiento *per se* de las líneas B y R para rendimiento fue un buen estimador de la ACG. Los híbridos de 2ª generación presentaron mayor amplitud de heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos, en ambas condiciones de humedad. Hubo una relación positiva entre rendimiento de grano, heterosis y heterobeltiosis en los híbridos de 2ª generación en ambas condiciones. En riego, los híbridos que resultaron de mayor rendimiento, heterosis y heterobeltiosis fueron: 1×17 (53.36 g planta⁻¹, 91 y 66%), 11×17 (56.85 g planta⁻¹, 85 y 77%), 1×19 (58.11 g planta⁻¹, 83 y 47%) y 9×17 (56.96 g planta⁻¹, 80 y 77%); y en seco: 2×20 (17.83 g planta⁻¹, 148 y 146%), 6×20 (19.11 g planta⁻¹, 133 y 109%), 3×20 (16.20 g planta⁻¹, 131 y 123%) y 3×25 (15.67 g planta⁻¹, 127 y 122%).

2.6 LITERATURA CITADA

- Ángeles A., H. H. 1968. El maíz y el sorgo y sus programas de mejoramiento genético en México. *In*: Memorias del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Chapingo, México. pp: 425-446.
- Carballo C., A. 1978. Sorgo. *In*: Recursos Genéticos Disponibles a México. Tarcicio Cervantes Santana (ed.). SOMEFI. Chapingo, México. pp: 85-91.
- Cisneros-López, M. E., L. E. Mendoza-Onofre, G. Mora-Aguilera, L. Córdova-Téllez, and M. Livera-Muñoz. 2007a. Cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. I: Seed quality and its effects on seedling establishment. *Agrociencia* 41: 45-55.
- Cisneros-López, M. E., L. E. Mendoza-Onofre, G. Mora-Aguilera, L. Córdova-Téllez, and M. Livera-Muñoz. 2007b. Cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. II: *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg effects on seed yield and its components under field conditions. *Agrociencia* 41: 283-294.

- Estrada G., A. y H. H. Ángeles A. 1975. Estimación de la aptitud combinatoria de líneas A y R de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Agrociencia* 21: 77-90.
- Falconer, D. S. 1970. Introducción a la Genética Cuantitativa. Fidel Márquez Sánchez (trad.). Ed. CECOSA. México. pp: 303-313.
- Fonseca, S., and F. L. Patterson. 1968. Hybrid vigor in a seven-parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Sci.* 8: 85-88.
- Goldman, I. L. 1999. Inbreeding and outbreeding in the development of a modern heterosis concept. *In: The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops.* J. G. Coors and S. Pandey (eds.). ASA. CSSA. Madison, WI. USA. pp: 7-18.
- Gravois, K. A. 1994. Diallel analysis of head rice percentage, total milled rice percentage, and rough rice yield. *Crop Sci.* 34: 42-45.
- Jordaan, J. P., S. A. Engelbrecht, J. H. Malan, and H. A. Knobel. 1999. Wheat and heterosis. *In: The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops.* J. G. Coors and S. Pandey (eds.). ASA. CSSA. Madison, WI. USA. pp: 411-421.
- Kenga, R., S. O. Alabi, and S. C. Gupta. 2004. Combining ability studies in tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Field Crops Res.* 88: 251-260.
- León V., H., L. E. Mendoza O., M. Livera M., and J. A. Estrada G. 1998. Phenology, seed yield and seed quality of cold tolerant sorghum restorer lines. *Agrociencia* 32: 339-347.
- León-Velasco, H., L. E. Mendoza-Onofre, F. Castillo-González, T. Cervantes-Santana, and Á. Martínez-Garza. 2007. Evaluation of two generations of cold tolerant sorghum hybrids and parental lines. I: Performance in five environments and genotype \times environment interaction. *Agrociencia.* En revisión.
- Livera M., M. y A, Carballo C. 1976-1977. Mejoramiento genético del sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench por tolerancia al frío. Adaptación de genotipos tolerantes. *Agric. Téc. Méx.* 4 (1): 77-99.
- Maman, N., S. C. Mason, D. J. Lyon, and P. Dhungana. 2004. Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. *Crop Sci.* 44: 2138-2145.
- Martínez G., Á. 1988. Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Ed. Trillas. México. pp: 538-566.

- Mendoza O., L. E. 1983. Estudios fisiotécnicos de sorgo realizados en el Colegio de Postgraduados (México). *Fitotecnia* 5: 108-138.
- Mendoza O., L. E. 1988. Formación de híbridos de sorgo para grano. II. Comportamiento *per se* de las líneas y su aptitud combinatoria general. *Rev. Fitotec. Mex.* 11: 39-47.
- Mendoza O., L. E. 1991. Sorgo. *In*: 10 Años de Investigación Agrícola en la Región Central de México. CAEVAMEX. SARH. Chapingo, México. pp: 105-118.
- Mendoza-Onofre, L. E. 1992. Grain yield of the first cold tolerant sorghum hybrids developed in México. *Sorghum Newsletter* 33: 62.
- Orozco M., F. J. y L. E. Mendoza O. 1983. Comparación de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y algunos de sus progenitores. *Agrociencia* 53: 87-98.
- Osuna-Ortega, J., L. E. Mendoza-Onofre, F. Castillo-González, V. A. González-Hernández, M. C. Mendoza-Castillo, H. Williams-Alanís, and M. Hernández-Martínez. 2001. Potential of cold tolerant germplasm in the adaptation and adaptability of grain sorghum in México: II. Río Bravo, Tamaulipas; and Celaya, Guanajuato. *Agrociencia* 35: 625-636.
- Osuna-Ortega, J., L. E. Mendoza-Onofre, V. A. González-Hernández, F. Castillo-González, M. del C. Mendoza-Castillo, and H. Williams-Alanís. 2000. Potential of cold tolerant germplasm in the adaptation and adaptability of sorghum in México: I. High Valleys. *Agrociencia* 34: 561-572.
- Peña R., A., S. D. Kachman, J. D. Eastin y D. J. Andrews. 2004. Herencia del rendimiento, número y tamaño del grano en sorgo. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 149-156.
- Quinby, J. R. 1974. Sorghum Improvement and the Genetics of Growth. The Texas Agric. Exp. Stat. in cooperation with the Pioneer Hi-Bred Co. Texas A&M Univ. Press. College Station, TX. pp: 9-17.
- Quinby, J. R. y K. F. Schertz. 1975. Genética, fitotecnia y producción de semilla de sorgo híbrido. *In*: Producción y Usos del Sorgo. J. S. Wall y W. M. Ross (comps.). Andrés O. Bottaro (trad.). Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp: 43-67.
- Romo C., E. 1981. Sorgo. *In*: Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Área de Influencia del CAEVAMEX. INIA-SARH. Chapingo, Estado de México. pp: 48-51.
- Romo C., E. y A. Carballo C. 1980. Características de tres variedades de sorgo para los Valles Altos. Circular CIAMEC 130. INIA-SARH. Chapingo, México. 11 p.

- SAS (Statistical Analysis System). 1999-2000. SAS ® Proprietary Software Release 8.1 (TS1M0). SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Serrano C., L. M., L. E. Mendoza O. y F. Castillo G. 1994. Formación de híbridos de sorgo para grano. IV. Estimación de parámetros genéticos mediante diseños de apareamiento incompletos. Rev. Fitotec. Mex. 17: 20-30.
- Solanki, B. G., D. M. Patel, P. B. Patel, and R. T. Desai. 2007. Combining ability in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for yield and its attributing traits (II). Crop Res. (Hisar): 187-191.
- Sprague, G. F., and L. A. Tatum. 1942. General *vs.* specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34: 923-932.
- Stephens, J. C., and R. F. Holland. 1954. Cytoplasmic male-sterility for hybrid sorghum seed production. Agron. J. 46: 20-23.
- Tollenaar, M., A. Ahmadzadeh, and E. A. Lee. 2004. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. Crop Sci. 44: 2086-2094.
- Tüsüz, M. A. 1997. Heterosis in sorghum. *In*: The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. CIMMYT. México. pp: 326-327.
- Valadez-Gutiérrez, J., L. E. Mendoza-Onofre, H. Vaquera-Huerta, L. Córdova-Téllez, M. C. Mendoza-Castillo, and G. García-de los Santos. 2006. Flowers thinning, seed yield and post-anthesis dry matter distribution in sorghum. Agrociencia 40: 303-314.
- Yu, J., and M. R. Tuinstra. 2001. Genetic analysis of seedling growth under cold temperature stress in grain sorghum. Crop Sci. 41: 1438-1443.

CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con los objetivos planteados, las hipótesis establecidas y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Los híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío de la segunda generación fueron más precoces, de mayor rendimiento de grano y mejores características que los de la primera y que el mejor testigo VA-110. Las líneas B de segunda generación fueron más precoces que las B de la primera y que VA-110. Las líneas R de segunda generación presentaron mayor rendimiento y precocidad que las R de la primera. El rendimiento promedio de los 10 mejores híbridos de segunda generación, en los tres experimentos de riego y los dos de secano fue equivalente a 7.97 y 2.49 t ha⁻¹, respectivamente.

Las líneas R de primera generación fueron estables para rendimiento y los híbridos para precocidad, en cambio las líneas R y los híbridos de la segunda lo fueron para rendimiento de grano, pero solamente los híbridos de la segunda generación resultaron deseables. Los híbridos 9×19, 1×19 y 7×16 de segunda generación fueron deseables para rendimiento de grano y precocidad, además de los híbridos 7×17 y 1×17 que lo fueron para rendimiento de grano y los híbridos 9×17 y 9×23, así como el 28×34 de primera generación que lo fueron para precocidad.

Tanto en riego como en secano, la ACG para rendimiento y peso de grano de las líneas B y R de sorgo tolerantes al frío de segunda generación fue superior a la ACG de las líneas de primera generación. Para rendimiento de grano, la mejor ACG fue para las líneas B (9, 11, 1 y 7) y R (22, 17 y 19), en riego, y en secano para las líneas B (6, 3, 5 y 1), así como para las líneas R (20, 22, 14 y 16). En condiciones de riego, el comportamiento *per se* de las líneas B y R para rendimiento de grano fue un buen estimador de la ACG.

Los híbridos de segunda generación presentaron mayor amplitud de heterosis y heterobeltiosis para rendimiento, peso y número de granos, en ambas condiciones de humedad. En riego, los híbridos que resultaron de mayor rendimiento, heterosis y heterobeltiosis fueron: 1×17

(53.36 g planta⁻¹, 91 y 66 %), 11×17 (56.85 g planta⁻¹, 85 y 77 %), 1×19 (58.11 g planta⁻¹, 83 y 47 %) y 9×17 (56.96 g planta⁻¹, 80 y 77 %); así como en secano: 2×20 (17.83 g planta⁻¹, 148 y 146 %), 6×20 (19.11 g planta⁻¹, 133 y 109 %), 3×20 (16.20 g planta⁻¹, 131 y 123 %) y 3×25 (15.67 g planta⁻¹, 127 y 122 %). Se observó una relación positiva entre rendimiento de grano, heterosis y heterobeltiosis en los híbridos de segunda generación en ambas condiciones.

ANEXO

Cuadro A.1. Heterosis y heterobeliosis para rendimiento, peso y número de granos de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de tres experimentos de riego. Valles Altos de México. 1996.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	PG (g)	H (%)	HB (%)	NG	H (%)	HB (%)
Primera generación									
28×33	42.56 a	29	22	1.96 a	10	-14	2175 a	10	-11
28×34	42.33 a	26	22	2.05 a	12	-10	2127 a	9.4	-11
28×32	38.12 a	28	9.5	1.82 a	-2	-20	2099 a	27	16
29×34	37.54 a	28	17	1.78	18	7.5	2118 a	6	-11
28×31	36.95 a	15	6.1	1.87 a	1.6	-18	2016 a	11	-5.4
29×31	36.79 a	32	26	1.72	13	3.8	2143 a	15	0.5
30×33	36.00	36	15	1.83 a	17	-1	1994 a	10	-19
29×33	35.99	25	15	1.76	20	5.9	2110 a	4	-14
29×32	35.04	37	33	1.84 a	20	11	1927 a	13	6.4
30×34	33.21	24	3.1	1.94 a	21	4.8	1745	-1.6	-27
30×31	32.04	26	9.4	1.81 a	12	-2	1796	9.1	-16
30×32	31.67	37	27	1.94 a	19	4.6	1680	13	-7.3
Media	36.52	29	17	1.86	13	-2	1994	10	-8.2
DSH	5.81			0.26			289		
Segunda generación									
9×19	58.47 a	65	48	2.40	20	-6	2455 a	32	13
9×22	58.24 a	38	9.3	2.44	20	-6	2401 a	13	10
1×19	58.11 a	83	47	2.42	16	-5	2414 a	61	55
9×17	56.96 a	80	77	2.70	24	-7	2080	26	-4.5
11×17	56.85 a	85	77	3.08 a	27	6.2	1865	41	23
1×22	54.45 a	41	2.2	2.40	13	-7	2296 a	31	12
7×16	53.99 a	39	12	2.65	14	4.4	2036	23	6.4
7×17	53.89 a	75	68	2.93 a	17	0.9	1849	46	31
9×23	53.58 a	44	24	2.47	24	-3	2186 a	13	0.3
1×17	53.36 a	91	66	2.73	20	-6	1967	53	36
1×20	53.06 a	46	8.9	2.34	19	2.2	2277 a	27	6.5
9×20	52.86 a	32	8.5	2.31	23	0.8	2288 a	6	5
7×22	52.86 a	28	-1	2.63	12	1.4	2018	16	-2
9×16	52.49 a	33	9.1	2.42	21	-5	2174 a	6.2	-0.2
7×19	52.42 a	52	32	2.89 a	24	14	1837	24	18
9×25	52.37 a	43	24	2.59	50	31	2038	-5.8	-6.4
3×22	52.35 a	33	-2	2.56	13	-1	2050	21	-0.4
11×14	52.30 a	61	47	2.86 a	37	28	1838	18	15
3×20	52.20 a	41	7.1	2.65	25	16	1973	14	-7.7
9×14	52.19 a	56	46	2.39	29	7	2201 a	16	1
9×15	52.12 a	51	38	2.47	31	6.4	2138 a	13	-1.9
2×17	51.91 a	81	61	2.72	13	-6	1927	57	45
5×22	51.49 a	32	-3	2.43	13	-6	2105 a	20	2.2
1×23	51.47 a	54	19	2.28	9.2	-10	2244 a	42	32
6×22	51.13 a	32	-4	2.45	10	-5	2075	23	0.8
11×15	51.06 a	52	35	2.48	16	6.5	2027	29	25
2×16	51.05 a	40	6.1	2.42	9	-5	2113 a	30	10
11×19	50.93	48	29	2.84 a	27	12	1798	17	16
1×25	50.81	54	20	2.52	39	28	2006	12	-6.7
2×22	50.62	29	-5	2.43	8.2	-6	2093 a	24	1.6
1×16	50.52	40	5	2.38	14	-6	2142 a	27	12
3×23	50.34	47	17	2.53	13	-0	2011	33	18
5×17	50.26	77	56	2.94 a	28	1.2	1719	34	19

Cuadro A.1. Continuación.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	PG (g)	H (%)	HB (%)	NG	H (%)	HB (%)
Segunda generación									
2×19	50.12	55	27	2.68	21	5.7	1824	27	17
5×16	49.99	38	3.9	2.52	19	-1	1987	18	3.8
3×25	49.92	48	18	2.72	38	38	1853	6.8	-14
7×23	49.85	37	16	2.52	8.4	-0	1982	27	16
7×20	49.71	27	2	2.53	15	11	1969	11	-7.9
3×16	49.67	35	3.3	2.67	19	5.1	1851	14	-3.3
2×23	49.65	46	15	2.50	13	-1	1992	31	17
6×16	49.33	36	2.6	2.50	14	-2	1980	22	3.5
3×17	49.29	72	53	2.92 a	20	0.5	1696	39	29
6×19	48.98	54	24	2.96 a	35	17	1647	15	6
5×20	48.77	33	0.1	2.55	28	11	1938	8.2	-9.4
7×25	48.40	35	15	2.66	30	26	1827	2.7	-15
5×19	48.34	51	22	2.98 a	41	17	1615	7.7	3.9
3×19	48.33	49	22	2.98 a	32	17	1597	11	2.8
1×15	47.57	54	26	2.42	22	3.9	1957	28	21
9×21	47.54	59	53	2.41	19	-7	1992	20	-8.6
3×15	47.19	50	25	2.87 a	34	23	1654	13	2.1
6×17	47.11	67	47	3.07 a	29	5.6	1527	25	15
6×23	46.34	38	7.4	2.38	8.5	-6	1969	30	16
2×15	46.05	46	22	2.57	22	11	1795	22	11
7×15	46.05	37	22	2.58	16	11	1788	18	10
6×20	45.96	26	-6	2.45	18	6.9	1889	9.2	-12
5×15	45.73	47	21	2.51	25	8	1847	21	14
2×14	45.64	50	28	2.62	27	17	1761	20	9.8
1×14	45.55	53	28	2.59	33	16	1776	16	11
2×25	45.36	35	7.5	2.45	27	24	1869	7.4	-13
5×25	45.16	35	7.1	2.77 a	51	40	1631	-9.3	-24
6×25	44.76	35	6.1	2.71	41	37	1662	-4.3	-23
5×23	44.19	31	2.4	2.29	8.1	-10	1967	25	15
5×14	43.93	46	23	2.49	27	12	1755	15	9.4
7×14	43.36	33	22	2.57	18	15	1688	12	5.3
6×15	43.11	39	14	2.71	30	17	1600	8.8	-1.2
6×14	41.86	40	17	2.73	33	22	1549	5.9	-3.4
3×14	41.72	37	17	2.69	28	20	1552	6.2	-3.2
2×21	40.76	52	42	2.22	-1	-14	1855	50	40
1×21	40.42	54	41	2.08	-1	-19	1947	51	35
3×21	40.30	49	41	2.35	3.7	-9	1714	40	30
7×21	39.20	35	33	2.30	-2	-11	1693	33	20
6×21	38.64	46	35	2.27	2.3	-12	1695	38	28
11×25	37.69	5.3	-11	2.94 a	50	49	1269	-31	-41
5×21	36.98	39	29	2.16	1	-16	1717	33	19
Media	48.85	47	23	2.58	21	6.1	1912	21	8.3
DSH	7.43			0.33			370		

RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; H, heterosis; HB, heterobeltiosis; y DSH, diferencia significativa honesta dentro de cada generación. Valores con las mismas letras en la columna de cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro A.2. Heterosis y heterobelitosis para rendimiento, peso y número de granos de las dos generaciones de híbridos de sorgo tolerantes al frío. Promedios de dos experimentos de secano. Valles Altos de México. 1996.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	PG (g)	H (%)	HB (%)	NG	H (%)	HB (%)
Primera generación									
29×31	11.20 a	134	102	1.13 a	26	5.3	1000 a	66	48
29×32	8.28 a	75	50	1.30 a	31	21	628	28	19
29×33	7.91 a	66	43	1.13 a	19	5.1	710 a	60	34
29×34	7.29 a	75	32	1.08 a	18	0.1	675 a	30	28
Media	8.67	87	57	1.16	23	7.8	753	46	32
DSH	4.77			0.25			357		
Segunda generación									
6×20	19.11 a	133	109	1.60 a	39	17	1215 a	69	61
6×22	18.49 a	85	70	1.47 a	12	7.7	1246 a	62	45
2×20	17.83 a	148	146	1.38	27	12	1339 a	102	77
5×16	17.62 a	99	73	1.59 a	33	26	1078 a	41	15
1×16	17.14 a	102	68	1.51 a	25	18	1135 a	53	21
3×22	16.87 a	91	55	1.61 a	12	-0	1022 a	64	19
5×22	16.42 a	79	51	1.44	14	14	1119 a	54	30
1×22	16.27 a	84	50	1.32	3.4	2.4	1210 a	72	41
3×20	16.20 a	131	123	1.46	15	-9	1120 a	96	48
5×20	16.06 a	118	115	1.38	26	9.2	1164 a	73	54
3×25	15.67 a	127	122	1.39	6.2	-13	1143 a	107	59
6×16	15.38 a	59	51	1.47 a	18	7.9	1047 a	29	12
2×22	15.04 a	67	38	1.37	10	8.8	1104 a	55	29
7×20	14.97 a	93	81	1.40	13	-9	1062 a	68	41
1×20	14.89 a	112	105	1.27	15	-1	1179 a	81	56
2×16	14.72 a	70	44	1.37	16	12	1082 a	44	16
2×14	14.70 a	72	48	1.43	16	15	1041 a	52	30
6×14	14.42 a	51	45	1.73 a	32	27	820	11	2.7
11×14	14.28 a	61	44	1.39	14	11	1034 a	44	30
5×14	14.28 a	64	44	1.61 a	28	27	866	25	8.5
3×14	14.08 a	69	42	1.66 a	16	3.3	830	40	4
7×25	14.04 a	83	70	1.54 a	21	0.1	905	47	26
6×25	13.99	73	53	1.46	23	7.1	942	35	31
9×14	13.78	63	39	1.31	13	4.8	1033 a	44	29
1×14	13.74	65	39	1.23	-2.9	-4	1113 a	65	39
3×16	13.55	60	33	1.54 a	13	-4	855	29	-8.8
3×23	13.54	112	101	1.38	7.8	-14	961 a	103	71
9×20	13.29	86	83	1.20	20	12	1092 a	57	44
5×15	12.86	63	55	1.46	30	15	868	18	-1.7
5×25	12.79	76	71	1.37	20	8.1	928	42	29
7×22	12.56	31	15	1.34	-4.1	-13	932	36	8.5
7×14	12.47	37	26	1.61 a	16	4.7	745	14	-6.7
9×22	12.24	37	13	1.15	-1	-8	1045 a	40	22

Cuadro A.2. Continuación.

Híbrido	RG (g planta ⁻¹)	H (%)	HB (%)	PG (g)	H (%)	HB (%)	NG	H (%)	HB (%)
Segunda generación									
6×15	12.21	40	34	1.46	25	7.2	839	7.1	-5
5×23	12.14	80	62	1.28	16	1.5	958	66	62
3×15	12.08	61	46	1.49 ^a	16	-7	787	24	-11
6×23	11.80	56	29	1.36	18	-0	879	41	29
1×23	11.53	80	70	1.07	-4	-17	1071 ^a	93	91
7×23	11.49	61	39	1.23	-0.9	-20	908	69	62
9×16	11.12	29	9.2	1.21	9.2	6.1	909	16	-3
1×15	11.10	47	34	1.28	13	-1	879	23	-0.5
7×16	11.09	20	8.9	1.40	4.6	-9	791	9.3	-16
7×15	10.89	31	31	1.41	12	-8	791	13	-10
6×21	10.86	23	19	1.43	8.2	5.3	763	12	12
5×21	10.74	35	27	1.41	10	9.3	762	20	11
2×15	10.60	37	28	1.37	24	11	763	5.1	-14
9×15	10.51	37	27	1.28	25	19	798	5	-9.7
11×16	10.22	13	0.3	1.24	6.7	4.5	799	1.3	-15
3×21	9.68	27	14	1.40	-3.3	-13	684	28	-0
11×22	9.27	-1	-15	1.16	-5	-8	825	10	-3.9
2×23	9.24	40	30	1.20	10	-3	737	30	29
2×25	9.10	28	28	1.15	2.4	-6	788	23	9.9
7×21	9.08	8.6	7.4	1.38	-2.7	-11	630	5.5	-7.8
9×23	9.06	39	29	1.01	-0.1	-6	884	48	39
2×21	8.91	14	5.3	1.21	-4.4	-7	751	20	9.7
11×15	8.51	5.5	2.6	1.15	6.8	-3	746	-2.1	-16
9×25	8.32	18	18	1.16	11	7.8	740	9.3	3.2
1×21	8.20	7.7	-3.1	1.31	1.6	1.4	603	-2.3	-12
1×25	7.87	14	11	1.05	-8.6	-18	744	18	3.8
11×20	6.73	-11	-14	1.03	-2.9	-13	686	-1.8	-9.2
11×23	6.61	-4.7	-16	1.08	1.5	-9	631	5	-1.6
9×21	5.84	-24	-31	1.13	-4.1	-12	546	-17	-20
11×21	5.15	-37	-39	1.27	2.3	-2	381	-42	-44
11×25	4.39	-41	-44	1.11	0.9	-6	424	-38	-41
Media	12.31	54	40	1.35	11	1.4	903	35	17
DSH	5.1			0.27			381		

RG, rendimiento de grano por planta; PG, peso de 100 granos; NG, número de granos por panoja; H, heterosis; HB, heterobeltiosis; y DSH, diferencia significativa honesta dentro de cada generación. Valores con las mismas letras en la columna de cada generación son iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro A.3. Datos originales de cinco experimentos realizados en Valles Altos de México. 1996.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1	1	1	7	9	11×19	.	.	.	.	.	.	.
2	1	1	7	10	11×20	.	.	.	.	.	.	.
3	1	1	7	3	9×23	85	140	22.9	13.1	2.59	48.7	12.1
4	1	1	7	6	11×15	.	.	.	.	.	.	.
5	1	1	7	11	11×21	.	.	.	.	.	.	.
6	1	1	7	2	9×22	83	139	21.7	17.2	2.82	45.1	11.8
7	1	1	7	7	11×16	.	.	.	.	.	.	.
8	1	1	7	1	9×21	89	106	23	8.7	2.39	46.7	11.8
9	1	1	7	4	9×25	88	133	22.9	5.9	2.53	46.2	12.3
10	1	1	7	8	11×17	.	.	.	.	.	.	.
11	1	1	7	5	11×14	83	139	26	11.6	2.96	45.1	12.1
12	1	1	2	5	2×20	.	.	.	.	.	.	.
13	1	1	2	8	2×23	85	137	23.6	14.3	2.41	44.8	11.8
14	1	1	2	4	2×19	82	128	26	12	2.78	46.0	12.1
15	1	1	2	1	2×15	.	.	.	.	.	.	.
16	1	1	2	7	2×22	81	148	24.4	17.1	2.39	43.0	11.8
17	1	1	2	2	2×16	81	144	25.9	13.9	2.38	47.5	12.1
18	1	1	2	11	3×15	81	138	24.8	11.9	2.53	41.8	11.8
19	1	1	2	6	2×21	82	108	24	10.3	2.18	34.6	11.7
20	1	1	2	3	2×17	80	130	24.1	12	2.67	51.7	12.1
21	1	1	2	10	3×14	80	128	23.3	8.3	2.43	41.4	11.6
22	1	1	2	9	2×25	84	127	23.3	8.4	2.68	38.2	12.2
23	1	1	10	9	2	83	94	18.9	10.4	1.96	24.1	11.5
24	1	1	10	10	3	80	86	21.7	11.3	2.1	24.9	12
25	1	1	10	3	30×34	84	99	20.2	9.3	1.71	25.6	11.2
26	1	1	10	6	33	90	97	18.5	8.9	1.25	26.2	11.1
27	1	1	10	11	5	79	87	20.1	14.7	1.73	19.8	11.8
28	1	1	10	2	30×33	82	98	20.8	8.8	1.83	27.2	11.5
29	1	1	10	7	34	88	90	18.2	10.7	1.25	27.3	11.4
30	1	1	10	1	30×32	84	89	20.4	5	1.87	27.7	11.6
31	1	1	10	4	31	88	96	16.9	11.7	1.33	25.9	11.7
32	1	1	10	8	1	82	95	23.8	15.9	1.63	20.4	11.6
33	1	1	10	5	32	89	84	17.5	8.7	1.41	24.2	11.7
34	1	1	5	5	6×23	80	135	24.9	14.6	2.6	45.3	12.2
35	1	1	5	8	7×15	84	150	25.7	11.6	2.69	47.1	12.4
36	1	1	5	4	6×22	81	153	26.3	13.7	2.55	46.5	12.2
37	1	1	5	1	6×19	86	137	27	16.9	2.84	48.0	12.4
38	1	1	5	7	7×14	79	154	25.6	17.7	2.64	40.1	11.6
39	1	1	5	2	6×20	82	135	23.8	16.5	2.45	37.5	11.6
40	1	1	5	11	7×19	.	.	.	.	.	.	.
41	1	1	5	6	6×25	83	133	24.7	8.9	2.69	45.8	12.3
42	1	1	5	3	6×21	80	114	24	15.6	2.27	36.5	11.8
43	1	1	5	10	7×17	78	145	25.8	17.7	3.05	55.9	11.7
44	1	1	5	9	7×16	.	.	.	.	.	.	.
45	1	1	1	9	1×23	89	144	30.4	13.5	2.38	46.6	10.9
46	1	1	1	10	1×25	89	142	28.5	17.7	2.44	44.1	12.2
47	1	1	1	3	1×16	78	155	29.7	16.5	2.41	51.9	11.6
48	1	1	1	6	1×20	82	161	28.3	16.8	2.22	46.5	12.2
49	1	1	1	11	2×14	79	146	25	17.8	2.78	42.3	12.2
50	1	1	1	2	1×15	81	149	28.1	18.9	2.55	43.4	12.2
51	1	1	1	7	1×21	82	118	27.1	16.3	2.12	36.1	12
52	1	1	1	1	1×14	80	153	29.5	19.6	2.49	50.1	12
53	1	1	1	4	1×17	83	144	27.5	13.8	2.66	54.2	12.2
54	1	1	1	8	1×22	81	164	29.6	15	2.3	55.3	11.8
55	1	1	1	5	1×19	85	144	32	13.1	2.11	61.3	12
56	1	1	4	5	5×22	81	150	26	15.1	2.55	57.5	12.1
57	1	1	4	8	6×14	84	163	25.5	20.5	2.58	44.8	11.2
58	1	1	4	4	5×21	82	109	25.4	12.3	2	41.8	11.7
59	1	1	4	1	5×17	79	132	26	16.1	3.07	50.1	12.1
60	1	1	4	7	5×25	85	134	26.5	7.2	2.68	45.7	12.3
61	1	1	4	2	5×19	83	132	27.4	13.6	3.08	48.7	12.2
62	1	1	4	11	6×17	79	135	24.2	19.1	2.87	47.2	12.5
63	1	1	4	6	5×23	84	152	25.8	15.3	2.19	43.2	11.6

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
64	1	1	4	3	5×20	.	.	.	.	.	.	.
65	1	1	4	10	6×16	81	160	26	15.7	2.37	47.8	11.9
66	1	1	4	9	6×15	83	150	25	12.6	2.68	39.7	11.7
67	1	1	6	9	9×17	82	132	22	11.7	2.64	50.1	12.1
68	1	1	6	10	9×19	86	137	23.9	12.7	2.19	56.1	11.8
69	1	1	6	3	7×22	84	168	29.1	13.9	2.35	56.8	11.7
70	1	1	6	6	9×14	84	156	21.5	17.5	2.27	53.7	11.7
71	1	1	6	11	9×20	.	.	.	.	.	.	.
72	1	1	6	2	7×21	.	.	.	.	.	.	.
73	1	1	6	7	9×15	85	145	22.3	13.7	2.46	45.7	11.9
74	1	1	6	1	7×20	83	144	25.6	11.3	2.45	49.6	12.1
75	1	1	6	4	7×23	85	144	26.5	7.9	2.44	50.0	11.8
76	1	1	6	8	9×16	86	141	22	11	2.35	52.3	11.6
77	1	1	6	5	7×25	.	.	.	.	.	.	.
78	1	1	3	5	3×21	81	112	25.3	16.2	2.45	43.4	11.7
79	1	1	3	8	3×25	84	146	26	6.9	2.78	45.3	11.7
80	1	1	3	4	3×20	84	138	25.9	13.9	2.61	52.9	11.6
81	1	1	3	1	3×16	81	152	26.1	11.1	2.6	53.7	11.1
82	1	1	3	7	3×23	85	142	26.1	10.6	2.76	55.1	12
83	1	1	3	2	3×17	80	139	24.8	15	2.7	47.8	11.8
84	1	1	3	11	5×16	78	147	27.3	16.7	2.63	53.2	12
85	1	1	3	6	3×22	81	151	26.2	11.6	2.59	52.4	12
86	1	1	3	3	3×19	82	145	29.4	11.6	2.75	46.1	12
87	1	1	3	10	5×15	85	143	26.1	12.7	2.38	49.1	11
88	1	1	3	9	5×14	82	151	27.4	18.9	2.6	45.2	11.7
89	1	1	11	9	Purépecha	116	113	22.9	2.2	3.75	29.1	11.1
90	1	1	11	10	RB-4000	117	107	25.8	1.1	3.2	5.9	11
91	1	1	11	3	9	85	96	19.1	8.8	1.59	30.8	11.7
92	1	1	11	6	29	87	103	27.2	17.2	1.67	24.7	11.7
93	1	1	11	11	VA-110	.	.	.	.	.	.	.
94	1	1	11	2	7	79	103	22	15.5	2.48	29.0	11.5
95	1	1	11	7	30	83	78	19.9	7.5	2.03	25.9	10.3
96	1	1	11	1	6	82	98	20.1	13.7	2.01	32.7	12
97	1	1	11	4	11	83	92	20.9	2.9	2.16	33.7	12.2
98	1	1	11	8	TF-88	84	112	22.2	6.7	3	37.1	11.9
99	1	1	11	5	28	88	102	21	5.7	2.46	38.4	11.8
100	1	1	9	5	28×33	90	102	22.2	7.1	1.87	48.7	11.7
101	1	1	9	8	29×32	88	101	25.5	10.9	1.87	42.7	11.9
102	1	1	9	4	28×32	89	96	21.4	9.9	1.83	43.2	11.8
103	1	1	9	1	23	90	140	25.7	6.6	2.44	44.1	12
104	1	1	9	7	29×31	88	110	24.5	15.8	1.74	37.8	11.5
105	1	1	9	2	25	90	124	24.2	5.7	2.08	42.4	12.3
106	1	1	9	11	30×31	82	88	20	8.2	2.29	31.4	10.9
107	1	1	9	6	28×34	87	93	21.5	6.3	1.87	46.4	11.9
108	1	1	9	3	28×31	89	99	20.8	8.1	1.63	41.2	11.7
109	1	1	9	10	29×34	89	108	25.3	16.3	1.84	43.2	12
110	1	1	9	9	29×33	.	.	.	.	.	.	.
111	1	1	8	9	20	.	.	.	.	.	.	.
112	1	1	8	10	21	85	95	22.1	13.5	2.51	29.1	12.1
113	1	1	8	3	11×25	.	.	.	.	.	.	.
114	1	1	8	6	16	86	157	25.6	11.9	2.43	46.4	11.8
115	1	1	8	11	22	85	156	24.3	11.9	2.76	57.4	11.9
116	1	1	8	2	11×23	.	.	.	.	.	.	.
117	1	1	8	7	17	.	.	.	.	.	.	.
118	1	1	8	1	11×22	.	.	.	.	.	.	.
119	1	1	8	4	14	81	158	25.4	16	2.27	33.1	11.2
120	1	1	8	8	19	89	133	28.7	13.9	2.64	39.8	11.5
121	1	1	8	5	15	91	145	23.8	8.9	2.27	38.6	11.5
122	1	2	3	11	11×17	.	.	.	.	.	.	.
123	1	2	3	9	11	82	91	20.8	4.9	2.03	24.4	12
124	1	2	3	7	6×17	81	138	25.2	18.2	3.2	48.4	12.3
125	1	2	3	8	2×16	83	145	27.6	13.7	2.61	51.6	12
126	1	2	3	10	28×34	88	100	21.5	6.5	1.43	37.9	11.4
127	1	2	3	5	17	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
128	1	2	3	6	9×17	.	.	.	.	.	.	.
129	1	2	3	1	7×17	79	138	26.9	18.5	3.01	53.4	11.9
130	1	2	3	3	1×16	82	158	30.2	15.8	2.21	55.8	12
131	1	2	3	2	3×16	79	154	27.1	13.6	2.89	55.0	12
132	1	2	3	4	32	89	85	19.1	9	1.3	22.4	11.4
133	1	2	1	4	9×15	84	140	22.7	12.2	2.59	48.7	12.2
134	1	2	1	2	30×34	85	98	21.3	6.4	2.11	35.1	11.4
135	1	2	1	3	15	92	148	23.3	9.1	2.24	38.7	11.6
136	1	2	1	1	1×14	78	156	29.3	21.5	2.59	45.6	12
137	1	2	1	6	3×15	82	147	26	17.2	2.76	46.1	11.7
138	1	2	1	5	6×15	84	141	24.9	16.4	2.6	41.4	12
139	1	2	1	10	7×15	81	150	27.6	16.4	2.6	38.7	11.8
140	1	2	1	8	28×32	.	.	.	.	.	.	.
141	1	2	1	7	7	82	109	22.7	15.6	2.29	27.1	11.6
142	1	2	1	9	11×15	.	.	.	.	.	.	.
143	1	2	1	11	5×15	.	.	.	.	.	.	.
144	1	2	5	11	29	89	105	26.4	14.1	1.69	26.4	12.1
145	1	2	5	9	5×19	80	132	28.1	20	3.29	44.1	12.2
146	1	2	5	7	20	.	.	.	.	.	.	.
147	1	2	5	8	9×20	85	137	21.8	13.5	2.39	47.2	12.1
148	1	2	5	10	2×19	84	127	26.9	12.6	2.55	45.9	11.8
149	1	2	5	5	1×19	83	142	31.5	20.1	2.39	57.1	12.2
150	1	2	5	6	34	93	95	18	10.8	1.29	33.7	11.3
151	1	2	5	1	29×32	90	103	26.4	15	1.67	39.7	11
152	1	2	5	3	6×19	85	133	26.2	17.7	2.84	48.7	12.2
153	1	2	5	2	11×20	.	.	.	.	.	.	.
154	1	2	5	4	3×19	85	141	28	15.3	2.8	56.5	12.3
155	1	2	11	4	6×14	84	165	26.8	18.9	2.82	44.2	11.8
156	1	2	11	2	14	82	160	25.3	16.9	2.26	38.2	10.7
157	1	2	11	3	9×14	84	145	22.3	14.9	2.3	50.4	11
158	1	2	11	1	30×33	84	102	21.4	11.5	1.99	41	11.8
159	1	2	11	6	6	82	94	19.5	15.5	1.88	22.2	11.7
160	1	2	11	5	3×14	80	151	26.3	17.4	2.47	40.8	11.6
161	1	2	11	10	5×14	82	159	26.7	22.2	2.52	44.8	12.2
162	1	2	11	8	11×14	.	.	.	.	.	.	.
163	1	2	11	7	28×31	.	.	.	.	.	.	.
164	1	2	11	9	7×14	80	154	27.6	14.6	2.78	42.8	11.6
165	1	2	11	11	2×14	82	147	26.8	17.8	2.7	46	12
166	1	2	6	11	2×20	.	.	.	.	.	.	.
167	1	2	6	9	7×20	83	147	25	13.5	2.8	49.5	12.4
168	1	2	6	7	1	84	96	24	15.9	1.65	19.7	11.3
169	1	2	6	8	21	93	97	22.9	14.1	2.69	34	12.2
170	1	2	6	10	5×20	.	.	.	.	.	.	.
171	1	2	6	5	3×20	81	150	26.2	13	2.72	50.5	12.2
172	1	2	6	6	1×20	83	144	28.7	14.8	2.41	59.3	12
173	1	2	6	1	30	.	.	.	.	.	.	.
174	1	2	6	3	11×21	.	.	.	.	.	.	.
175	1	2	6	2	29×33	.	.	.	.	.	.	.
176	1	2	6	4	6×20	84	138	25.6	12.7	2.57	47.3	12.2
177	1	2	10	4	2×25	86	131	24.5	6.9	2.66	52.4	12.4
178	1	2	10	2	7×25	.	.	.	.	.	.	.
179	1	2	10	3	5×25	85	132	25.4	9.7	2.77	50.3	12.2
180	1	2	10	1	11×25	.	.	.	.	.	.	.
181	1	2	10	6	25	91	123	23.5	7.3	2.12	42.3	12.3
182	1	2	10	5	VA-110	89	82	20.9	2.2	1.37	31.6	11.6
183	1	2	10	10	1×25	90	141	29.1	11.3	2.57	56.4	12.1
184	1	2	10	8	6×25	85	138	23.8	9.5	2.81	50.7	12.2
185	1	2	10	7	9×25	91	143	21.9	5.9	2.58	48.6	12.1
186	1	2	10	9	3×25	85	133	26	8.1	2.39	53.3	12.1
187	1	2	10	11	30×32	85	89	21.2	8.5	1.89	35.2	12
188	1	2	4	11	29×31	91	113	24.8	14.1	1.76	42.6	11.4
189	1	2	4	9	2×17	84	138	23.5	15.3	2.73	53.5	11.7
190	1	2	4	7	9×19	84	136	24.4	12.9	2.5	55.2	12
191	1	2	4	8	5×17	82	130	25.7	15.1	2.85	54.7	12.1

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
192	1	2	4	10	28	94	100	20.6	1.7	2.42	36.6	11.6
193	1	2	4	5	33	95	101	20.5	8.6	1.39	36.4	11.6
194	1	2	4	6	19	86	124	27.4	14.1	2.65	41.5	11.9
195	1	2	4	1	11×19	.	.	.	.	.	.	.
196	1	2	4	3	3×17	79	136	25	19.8	2.9	48.8	11.8
197	1	2	4	2	7×19	.	.	.	.	.	.	.
198	1	2	4	4	1×17	80	139	27.9	18.2	2.84	49.7	12
199	1	2	2	4	16	.	.	.	.	.	.	.
200	1	2	2	2	1×15	84	156	28.2	17.9	2.63	51.7	12
201	1	2	2	3	31	92	99	17.1	10.9	1.33	25.7	11.4
202	1	2	2	1	5×16	82	150	27.9	13.5	2.5	52.9	12
203	1	2	2	6	6×16	81	145	25.9	14.7	2.42	48.1	12.6
204	1	2	2	5	9×16	87	141	21.7	10.2	2.61	51.4	12
205	1	2	2	10	11×16	.	.	.	.	.	.	.
206	1	2	2	8	9	89	91	19.1	6.6	1.66	33.5	11.4
207	1	2	2	7	2×15	85	142	23	14.7	2.63	46.2	12
208	1	2	2	9	28×33	91	98	22.1	4.2	2.33	44.7	12
209	1	2	2	11	7×16	.	.	.	.	.	.	.
210	1	2	7	11	5×21	82	101	25.6	11.6	2.24	36.2	11.8
211	1	2	7	9	22	89	154	26.7	8.4	2.4	54.6	11.9
212	1	2	7	7	1×21	85	120	29.7	16.2	2.04	40	11.7
213	1	2	7	8	2	86	90	19.1	10	1.94	29.6	11.7
214	1	2	7	10	7×21	.	.	.	.	.	.	.
215	1	2	7	5	6×21	83	123	24.5	23.6	2.27	41.5	12
216	1	2	7	6	3×21	82	108	25.7	16	2.52	46.6	11.9
217	1	2	7	1	2×21	90	121	23.4	15	2.01	42	11.6
218	1	2	7	3	29×34	90	112	24.9	15.5	1.6	42	11.4
219	1	2	7	2	TF-88	89	118	23.8	9.7	2.96	43.6	11.8
220	1	2	7	4	9×21	89	119	23.9	15.9	2.32	50	12.1
221	1	2	8	4	30×31	91	102	20.3	9.2	1.96	31.5	11.7
222	1	2	8	2	2×22	84	151	25.3	13.4	2.61	57.6	11.9
223	1	2	8	3	Purépecha	118	112	23.6	1.6	3.65	18.2	11.2
224	1	2	8	1	5×22	86	160	27.8	19.7	2.23	51.4	11.9
225	1	2	8	6	6×22	83	149	26.4	17.2	2.91	56.1	12.6
226	1	2	8	5	9×22	89	149	23.4	13.5	2.06	54.3	11.5
227	1	2	8	10	11×22	.	.	.	.	.	.	.
228	1	2	8	8	1×22	85	154	31.2	15.7	2.25	56.7	12
229	1	2	8	7	3×22	83	156	26.3	17.2	2.6	55.7	12.1
230	1	2	8	9	3	85	94	20.7	11.6	2.08	28.2	11.9
231	1	2	8	11	7×22	83	153	28.3	9.8	2.6	56	11.5
232	1	2	9	11	11×23	.	.	.	.	.	.	.
233	1	2	9	9	1×23	88	147	30.7	10.6	2.29	50.7	11.7
234	1	2	9	7	6×23	86	142	25.6	13.2	2.33	50.9	10.7
235	1	2	9	8	3×23	85	151	26.9	16.8	2.3	53.4	11.6
236	1	2	9	10	5	86	100	20.3	19	1.58	22.9	11.9
237	1	2	9	5	23	95	135	27.1	5.5	2.5	52	11.5
238	1	2	9	6	9×23	90	149	25.6	13.5	2.17	57.5	12.2
239	1	2	9	1	7×23	90	156	27.2	17.4	2.32	47.1	11.4
240	1	2	9	3	2×23	91	137	25.1	10.8	2.34	55.5	11.8
241	1	2	9	2	5×23	86	148	26.8	18.3	2.38	53.3	11.9
242	1	2	9	4	RB-4000	118	105	25.9	0.8	2.88	6.9	11
243	1	3	1	2	28	91	102	21.1	2.6	2.24	34.3	11.8
244	1	3	1	9	6×17	81	137	24.6	16.2	3.07	49.9	12.1
245	1	3	1	10	3×20	84	151	25.7	12.4	2.38	49	12.1
246	1	3	1	3	2	87	91	19.3	7.9	1.8	22.8	11.2
247	1	3	1	4	25	93	133	23.5	1.9	1.85	39.8	11.5
248	1	3	1	5	16	89	160	23.4	11	2.35	44.3	12
249	1	3	1	8	7×14	80	155	27.1	16.3	2.49	41.3	11.3
250	1	3	1	1	1×14	79	147	28.2	21	2.46	45.8	12
251	1	3	1	6	11×20	.	.	.	.	.	.	.
252	1	3	1	7	7×22	80	154	25.5	13.5	2.76	47.3	11.7
253	1	3	1	11	2×23	84	131	23.1	12.5	2.58	45.7	11.9
254	1	3	5	11	9×15	84	135	22.3	8.2	2.47	51.7	12.3
255	1	3	5	7	30×33	87	103	20.4	9.6	2.01	32.8	11.2

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
256	1	3	5	6	Purépecha	117	111	22.2	3.1	3.57	20.4	11
257	1	3	5	1	7×19	.	.	.	.	.	.	.
258	1	3	5	8	28×34	91	90	20.9	5.1	2.03	35.1	11.9
259	1	3	5	5	1×19	81	143	31.5	17.6	2.42	53.3	12.2
260	1	3	5	4	2×15	84	142	22.6	14.5	2.55	44.8	11.4
261	1	3	5	3	3×25	83	143	23.9	8	2.84	46.8	11.9
262	1	3	5	10	9×23	91	138	22.6	12	2.53	55.6	12.1
263	1	3	5	9	21	.	.	.	.	.	.	.
264	1	3	5	2	5×21	83	101	24.8	11.6	2.33	38.1	12.1
265	1	3	9	2	11×25	.	.	.	.	.	.	.
266	1	3	9	9	1×23	84	137	29.4	17.5	2.29	45.2	11.7
267	1	3	9	10	7	81	114	22.1	16.8	2.4	29.1	10.9
268	1	3	9	3	11×16	.	.	.	.	.	.	.
269	1	3	9	4	9×20	86	141	21.3	12.1	2.36	59.5	12.2
270	1	3	9	5	6×22	83	151	25.4	17	2.72	51.8	12.1
271	1	3	9	8	2×20	.	.	.	.	.	.	.
272	1	3	9	1	29×34	90	103	23.9	13.8	1.73	36.8	11.8
273	1	3	9	6	6×14	83	165	25.7	22.2	2.71	44	11.4
274	1	3	9	7	3×16	81	149	26.3	15.8	2.73	49.5	12
275	1	3	9	11	33	91	93	18.7	9.4	1.31	28.3	11.4
276	1	3	11	11	2×14	82	157	24.1	17.8	2.55	44.3	11.5
277	1	3	11	7	6×25	85	144	24.8	7.1	2.91	42.9	12.4
278	1	3	11	6	7×21	84	117	26.1	11.4	2.41	43.3	11.9
279	1	3	11	1	11	85	88	21.3	2.2	2.02	28.2	11.9
280	1	3	11	8	6×16	83	153	25.1	14.1	2.62	50.8	11.7
281	1	3	11	5	11×19	86	125	27.1	4.3	2.82	51.3	12.1
282	1	3	11	4	15	92	152	23.6	7.1	2.31	42.4	11.6
283	1	3	11	3	23	92	142	25.2	4.4	2.28	42.7	12
284	1	3	11	10	2×22	85	158	25.6	12.3	2.41	48.8	11.9
285	1	3	11	9	3×19	82	139	27.7	11	3.11	49.3	12.1
286	1	3	11	2	1	83	96	24.3	15.8	1.55	18.1	11.8
287	1	3	3	2	3×14	82	154	26.4	18.9	2.85	43.9	11.6
288	1	3	3	9	7×25	84	143	26.4	4.5	2.81	48.8	12.2
289	1	3	3	10	7×16	83	165	26.5	13.9	2.66	54.5	12
290	1	3	3	3	1×16	82	156	28.9	15.6	2.63	47.3	11.9
291	1	3	3	4	30	85	82	16.7	4.5	2.01	20.9	10.7
292	1	3	3	5	5	84	90	17.1	14.8	1.72	23.6	11.6
293	1	3	3	8	9×21	87	111	20.8	14.8	2.59	40.7	12.2
294	1	3	3	1	3×22	81	152	26.8	10.1	2.69	59.6	12
295	1	3	3	6	28×32	93	97	19.8	9.4	1.83	39.1	11.8
296	1	3	3	7	19	92	124	24.6	12.5	2.42	37.7	11.9
297	1	3	3	11	5×19	84	135	25.8	17.7	3.09	50.2	12.3
298	1	3	2	11	3×21	83	113	21.6	15.2	2.45	44.7	12.5
299	1	3	2	7	11×21	.	.	.	.	.	.	.
300	1	3	2	6	17	84	118	21.7	8.5	3.18	36.2	11.6
301	1	3	2	1	2×25	86	129	24	6.2	2.76	49.4	12.6
302	1	3	2	8	7×23	85	145	25	10.6	2.48	52.6	12.1
303	1	3	2	5	28×31	94	101	19.9	10.9	1.94	40.1	11.4
304	1	3	2	4	3	82	87	20.7	8.3	2.36	29.2	11.9
305	1	3	2	3	29	85	97	26.3	13.6	1.62	23.3	11.8
306	1	3	2	10	5×17	83	128	25.3	14.6	2.69	48.6	12.2
307	1	3	2	9	7×15	84	151	25.7	11.2	2.67	46.8	11.6
308	1	3	2	2	1×15	84	164	26.8	19.3	2.34	45.5	12.1
309	1	3	10	2	30×31	86	97	18.6	8.3	1.92	32.6	11.4
310	1	3	10	9	2×21	84	105	20.3	11.4	2.15	42.6	12.1
311	1	3	10	10	1×25	89	139	27.7	10.9	2.56	49.1	12.2
312	1	3	10	3	14	85	166	25.2	19.9	2.16	33.8	10.9
313	1	3	10	4	11×17	.	.	.	.	.	.	.
314	1	3	10	5	7×20	85	144	24.9	12	2.62	53.4	11.9
315	1	3	10	8	3×17	83	136	22.9	14	3.02	55.6	12
316	1	3	10	1	34	93	89	16.9	6.8	1.29	30.4	11.4
317	1	3	10	6	6×23	86	148	22.5	16	2.17	45.6	11.9
318	1	3	10	7	6×15	85	149	23.1	13.4	2.69	40.9	12
319	1	3	10	11	9	90	97	18.1	6.3	1.37	30.2	11

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
320	1	3	7	11	11×22	.	.	.	.	.	.	.
321	1	3	7	7	1×21	82	117	28.1	14.2	2.05	43.6	11.1
322	1	3	7	6	2×17	83	138	23.9	12.5	2.87	55.5	11.3
323	1	3	7	1	11×14	85	153	26.1	12.1	2.94	51.8	12.1
324	1	3	7	8	VA-110	90	87	20.7	2.5	1.68	24.6	11.6
325	1	3	7	5	5×15	86	142	27	13.7	2.46	49.7	12.1
326	1	3	7	4	5×23	85	137	25.2	11.4	2.37	50.2	11.7
327	1	3	7	3	6×20	85	147	24.6	13.9	2.41	44.5	11.9
328	1	3	7	10	29×32	92	98	25.9	10.9	1.75	36	11.5
329	1	3	7	9	31	94	93	18.1	12	1.44	32.6	11.2
330	1	3	7	2	9×17	89	132	21.7	9.7	2.92	62.3	11.9
331	1	3	8	2	11×15	91	133	24.3	7.9	2.58	52.1	11.9
332	1	3	8	9	6	84	93	18.9	16.2	1.96	29.3	11.9
333	1	3	8	10	32	95	93	18.2	10.8	1.23	25.6	10.9
334	1	3	8	3	9×19	90	131	22.2	12.4	2.38	63.1	11.2
335	1	3	8	4	6×21	84	114	24.4	16.9	2.18	43.7	11.9
336	1	3	8	5	5×25	87	130	24.2	9	2.73	46	12.5
337	1	3	8	8	1×22	82	158	29.5	18.6	2.46	48.3	11.8
338	1	3	8	1	11×23	.	.	.	.	.	.	.
339	1	3	8	6	5×16	82	152	27	17.3	2.59	51.7	11.8
340	1	3	8	7	2×19	86	134	25.5	12.9	2.51	50.1	12.1
341	1	3	8	11	29×33	89	107	25.9	14	1.59	39	11.6
342	1	3	6	11	9×25	90	137	22.2	4.7	2.5	48.1	11.8
343	1	3	6	7	RB-4000	119	108	22.9	2.1	2.86	2.8	11
344	1	3	6	6	1×20	86	158	30.4	14.9	2.19	56	12
345	1	3	6	1	9×16	84	149	22.4	12.5	2.42	49.6	12
346	1	3	6	8	30×34	86	97	20.4	7.8	2.2	35.3	11.7
347	1	3	6	5	2×16	82	152	25.1	11.8	2.45	53.4	11.7
348	1	3	6	4	5×14	84	161	26.8	20.8	2.15	46.5	12.4
349	1	3	6	3	5×22	84	157	27.3	12.7	2.39	53.5	11.8
350	1	3	6	10	22	89	164	25	8.7	2.63	44.6	11.7
351	1	3	6	9	29×31	87	107	24	15.5	1.62	34.5	11.1
352	1	3	6	2	6×19	84	123	26.5	14.8	3.18	45.4	12.2
353	1	3	4	2	3×23	85	145	27.9	12	2.57	50.2	11.9
354	1	3	4	9	9×22	85	139	21.4	11.7	2.63	53.7	11.7
355	1	3	4	10	9×14	84	149	23.9	14.7	2.45	48.2	12.1
356	1	3	4	3	3×15	85	148	24.7	14.7	2.73	49.1	12
357	1	3	4	4	1×17	81	143	28.5	17	2.7	61	12.1
358	1	3	4	5	TF-88	85	129	23.5	7.9	3	37.2	11.7
359	1	3	4	8	20	91	138	24.2	7.9	2.36	47.5	12.1
360	1	3	4	1	5×20	.	.	.	.	.	.	.
361	1	3	4	6	30×32	86	92	21.2	7.5	2.02	34.8	11.4
362	1	3	4	7	28×33	94	95	20.7	4.9	2.05	45.4	11.6
363	1	3	4	11	7×17	81	137	27.5	14	3	54.3	11.9
364	1	4	3	4	6×15	83	146	24.5	14.8	2.58	43.7	12
365	1	4	3	9	16	89	157	24.6	10.1	2.32	48	12
366	1	4	3	5	9×25	91	139	22.8	8.6	2.82	40.7	12.4
367	1	4	3	1	7×21	.	.	.	.	.	.	.
368	1	4	3	2	29×32	90	93	21.4	13.8	1.76	34.1	11.8
369	1	4	3	10	6	85	102	19.9	18.6	2.07	24	11.9
370	1	4	3	6	3	83	89	21.4	13	1.73	31.7	11.7
371	1	4	3	11	3×23	.	.	.	.	.	.	.
372	1	4	3	7	2×20	.	.	.	.	.	.	.
373	1	4	3	3	1×16	80	149	28.1	15.9	2.24	46.3	11.5
374	1	4	3	8	7×19	84	135	26.7	15.3	3.02	48.3	11.9
375	1	4	9	8	28×31	90	92	20.5	6	1.75	34.3	11.7
376	1	4	9	3	6×25	83	129	24.3	9.1	2.88	50.2	12.2
377	1	4	9	7	9×16	85	138	23.4	8.9	2.08	56	11.8
378	1	4	9	11	11×20	.	.	.	.	.	.	.
379	1	4	9	6	3×17	80	136	24.3	15.8	2.91	49.4	12.1
380	1	4	9	10	5×21	84	113	24.1	16.7	2.19	37.9	12.3
381	1	4	9	2	3×15	85	149	24.6	13.9	2.83	50.6	11.7
382	1	4	9	1	32	87	84	17.3	8	1.45	26.1	11.6
383	1	4	9	5	30	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
384	1	4	9	9	1×23	93	146	30.5	14.9	2.22	58	12
385	1	4	9	4	11×22	.	.	.	.	.	.	.
386	1	4	1	4	1	82	89	23.4	15.5	1.8	23.3	11.8
387	1	4	1	9	3×21	83	122	26	19	2.37	46.3	11.8
388	1	4	1	5	2×17	84	138	22.6	13.7	2.57	53.9	12
389	1	4	1	1	1×14	81	155	28.3	23.3	2.64	47.1	11.9
390	1	4	1	2	5×25	85	135	24.5	9.4	2.84	49.1	12.3
391	1	4	1	10	9×20	84	138	21.5	11.3	2.29	53.1	11.7
392	1	4	1	6	7×16	82	153	27	11.4	2.71	57.8	12
393	1	4	1	11	28×34	91	98	20.9	8	2.03	48.7	11.3
394	1	4	1	7	14	83	162	24.9	19.3	2.17	34.8	11.3
395	1	4	1	3	9×22	84	137	22.5	11.2	2.53	59.7	11.9
396	1	4	1	8	RB-4000	118	110	25	2.1	2.98	4.2	11
397	1	4	11	8	3×20	83	140	26.2	11.4	2.69	53.5	11.2
398	1	4	11	3	34	87	91	17.8	8	1.4	30.4	11.4
399	1	4	11	7	Purépecha	117	115	23.1	4.5	3.48	8.7	11
400	1	4	11	11	2×14	84	150	25.9	15.6	2.89	43.5	11.8
401	1	4	11	6	11×25	.	.	.	.	.	.	.
402	1	4	11	10	28×33	92	104	22.8	6.3	2.1	47.4	11.6
403	1	4	11	2	9×21	86	102	23.8	8.4	2.35	46.6	11.9
404	1	4	11	1	5×23	85	144	26.1	14.6	2.41	41.7	12
405	1	4	11	5	7×15	83	145	25.8	14.5	2.59	41	11.4
406	1	4	11	9	9×19	85	138	23.4	11.8	2.35	47.3	12
407	1	4	11	4	2×16	83	157	25.6	12.8	2.47	53.1	11.3
408	1	4	6	4	7×25	83	135	26.7	8.3	2.71	50.5	11.5
409	1	4	6	9	30×33	86	100	21.6	9.1	2.07	34.9	11.7
410	1	4	6	5	30×31	86	99	20.4	10.6	1.88	30.6	11.6
411	1	4	6	1	20	90	137	23.1	7.9	2.65	49.2	12
412	1	4	6	2	11	84	87	20.8	4.1	2.05	26.7	12
413	1	4	6	10	2×23	91	140	24.2	8.6	2.48	41.1	12
414	1	4	6	6	1×20	82	154	29	16.2	2.28	55.3	11.8
415	1	4	6	11	6×21	81	108	24.5	17.2	2.33	38.4	12.0
416	1	4	6	7	5×17	83	133	26.2	18.1	2.85	51.0	12.0
417	1	4	6	3	5×15	85	136	26.6	16.2	2.49	47.4	11.9
418	1	4	6	8	11×16	.	.	.	.	.	.	.
419	1	4	4	8	2×21	89	111	22.9	13.8	2.07	41.4	11.9
420	1	4	4	3	29×33	90	109	25.9	14.9	1.69	39.5	11.7
421	1	4	4	7	5	82	94	20.3	15.2	1.85	23.0	11.4
422	1	4	4	11	7	83	107	22.4	13.8	2.39	25.9	11.9
423	1	4	4	6	11×14	86	147	27.1	10.8	2.9	58.8	11.7
424	1	4	4	10	17	90	115	22.4	6	2.95	34.0	11.6
425	1	4	4	2	7×22	82	163	26.7	14.3	2.47	54.2	11.6
426	1	4	4	1	3×25	84	140	27	5.2	2.77	54.4	11.9
427	1	4	4	5	6×16	81	158	25.9	12.5	2.34	51.7	12.3
428	1	4	4	9	6×19	84	130	25.5	16.2	2.85	50.3	12.2
429	1	4	4	4	1×17	79	140	28.3	19.3	2.76	46.9	12.3
430	1	4	2	4	9×23	86	144	22	11.2	2.33	56.6	12.0
431	1	4	2	9	VA-110	90	84	20.6	3.5	1.62	36.5	11.6
432	1	4	2	5	2	87	96	19.3	11.3	1.8	27.8	11.1
433	1	4	2	1	29×31	90	113	23.8	15.5	1.76	46.5	11.4
434	1	4	2	2	1×15	83	154	30.1	18.6	2.26	49.7	11.9
435	1	4	2	10	3×22	81	151	26.1	11.9	2.55	61.2	12.1
436	1	4	2	6	2×19	85	131	25.5	11.2	2.71	60.9	12.1
437	1	4	2	11	7×20	84	147	26	11.9	2.71	51.0	11.6
438	1	4	2	7	7×17	80	141	25	16.6	2.82	49.9	11.6
439	1	4	2	3	6×14	79	152	26.4	19	3.02	44.1	11.6
440	1	4	2	8	15	93	149	23.2	9.1	2.34	38.1	11.5
441	1	4	7	8	5×19	84	136	26.2	17.3	3.06	50.7	12.1
442	1	4	7	3	28	84	102	19.6	2.8	2.42	36.2	11.5
443	1	4	7	7	1×21	83	120	25.9	17.9	2.04	41.5	11.9
444	1	4	7	11	2×25	88	138	22.8	7.2	2.33	46.1	12.3
445	1	4	7	6	23	85	139	23.3	10.2	2.46	45.1	11.9
446	1	4	7	10	30×34	86	95	19.4	9.7	1.86	29.7	11.7
447	1	4	7	2	21	92	103	21.3	14.2	2.54	33.4	11.8

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
448	1	4	7	1	6×22	83	157	24.7	17.1	2.71	57.1	11.9
449	1	4	7	5	9×14	83	152	21.1	16.9	2.35	49.7	11.6
450	1	4	7	9	11×17	82	122	25.1	6.9	2.9	55.2	11.8
451	1	4	7	4	5×16	81	142	25.4	16	2.57	56.1	12.0
452	1	4	8	4	29	80	98	24.3	13.1	1.54	26.3	11.0
453	1	4	8	9	5×20	.	.	.	.	.	.	.
454	1	4	8	5	3×16	81	153	25.8	14.5	2.57	51.4	11.7
455	1	4	8	1	3×14	79	156	25.8	19.6	2.56	42.3	12.0
456	1	4	8	2	6×23	87	141	22.9	14.6	2.14	46.5	11.7
457	1	4	8	10	11×19	.	.	.	.	.	.	.
458	1	4	8	6	9×15	85	137	22.6	9.8	2.47	57.5	11.6
459	1	4	8	11	31	93	99	16	10.4	1.24	24.8	11.5
460	1	4	8	7	25	92	127	21.9	6.5	1.89	47.3	12.1
461	1	4	8	3	22	89	162	24.6	10.2	2.61	58.1	12.1
462	1	4	8	8	1×22	84	157	28.7	18.4	2.25	56.2	11.8
463	1	4	5	8	30×32	87	105	22.2	12.8	1.96	39.2	11
464	1	4	5	3	7×23	86	150	28.1	18.2	2.54	51.1	11.8
465	1	4	5	7	11×15	92	130	24.8	9.2	2.24	50.8	11.8
466	1	4	5	11	19	92	134	26.9	13.9	2.4	39.7	11.7
467	1	4	5	6	6×17	85	137	25.1	18.4	2.9	47.9	12
468	1	4	5	10	6×20	86	148	23.5	16.3	2.37	47.6	11.9
469	1	4	5	2	5×14	81	159	26.9	20.6	2.68	47	11.1
470	1	4	5	1	9	91	96	19.2	5.9	1.41	29.8	11.5
471	1	4	5	5	1×19	88	143	29.3	19.1	2.22	49.6	12.2
472	1	4	5	9	2×22	87	159	26	13.9	2.22	51.3	11.3
473	1	4	5	4	29×34	91	99	24	16.3	1.71	41	11.8
474	1	4	10	4	7×14	79	162	28.2	20.4	2.7	42.5	11.5
475	1	4	10	9	28×32	97	106	22.9	7.1	1.92	41.7	11.5
476	1	4	10	5	11×23	.	.	.	.	.	.	.
477	1	4	10	1	11×21	.	.	.	.	.	.	.
478	1	4	10	2	33	93	101	19.2	8	1.21	28.5	11.1
479	1	4	10	10	1×25	93	138	29.1	11.8	2.13	48.2	11.5
480	1	4	10	6	TF-88	84	124	23.7	9.8	2.98	41.6	11.8
481	1	4	10	11	5×22	83	157	26.7	13.9	2.28	53.6	11.9
482	1	4	10	7	3×19	84	145	26.6	20	2.88	40	12.1
483	1	4	10	3	2×15	86	146	23.8	15.1	2.68	51.5	11.4
484	1	4	10	8	9×17	86	143	21.5	19.2	2.13	52.8	11.5
485	2	1	6	6	9×14	86	156	21.8	19.6	2.22	50	11.2
486	2	1	6	8	9×16	85	153	20.7	11.3	2.42	44.4	10.8
487	2	1	6	2	7×21	84	116	25	16.4	2.06	40.7	11.1
488	2	1	6	1	7×20	83	153	24.7	17.4	2.55	52.2	11.5
489	2	1	6	3	7×22	83	165	26.8	16.1	2.58	52.3	10.8
490	2	1	6	10	9×19	87	136	20.8	10.4	2.25	58.5	11.5
491	2	1	6	5	7×25	83	139	25.6	13.5	2.61	53.8	11.4
492	2	1	6	4	7×23	84	148	24.6	15	2.43	49.3	11.1
493	2	1	6	7	9×15	85	148	20.4	11.2	2.41	55.7	11
494	2	1	6	11	9×20	85	141	20.1	10	2.13	59.1	11.4
495	2	1	6	9	9×17	85	140	20.4	14.1	2.67	61.8	11.3
496	2	1	1	9	1×23	87	144	29.1	14.5	2.34	56.4	11.4
497	2	1	1	11	2×14	83	155	23.6	15.9	2.5	42.3	11.3
498	2	1	1	7	1×21	84	124	26.4	25.8	2.04	40.2	11.1
499	2	1	1	4	1×17	84	147	27	18.5	2.42	50.3	11.5
500	2	1	1	5	1×19	83	147	31.2	14.5	2.21	65.6	11.6
501	2	1	1	10	1×25	90	145	29.5	11.8	2.46	53.8	11.4
502	2	1	1	3	1×16	85	162	30.1	15.4	2.12	51.0	11
503	2	1	1	1	1×14	81	160	30.5	23.4	2.84	36.8	11.3
504	2	1	1	2	1×15	85	160	28	20.5	2.18	44.0	11.2
505	2	1	1	8	1×22	85	166	29.8	19.2	2.15	46.9	11.3
506	2	1	1	6	1×20	86	151	28.9	19	2.32	52.3	11.4
507	2	1	4	6	5×23	86	144	24.5	18.9	2.24	41.8	11.5
508	2	1	4	8	6×14	85	173	24.7	21.5	2.46	39.5	11.4
509	2	1	4	2	5×19	87	141	25.9	18.9	2.62	47.3	11.7
510	2	1	4	1	5×17	86	135	23.1	15.4	2.81	56.1	11.4
511	2	1	4	3	5×20	87	152	23	19.2	2.39	50.0	11.4

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
512	2	1	4	10	6×16	86	156	24.3	18.6	2.52	48.7	11.3
513	2	1	4	5	5×22	87	161	25.3	11.7	2.41	55.8	11.7
514	2	1	4	4	5×21	85	114	23.3	22.6	2.07	35.8	10.8
515	2	1	4	7	5×25	86	138	23.9	14.2	2.54	49.7	11.6
516	2	1	4	11	6×17	85	139	22.8	14.2	2.86	49.1	11.3
517	2	1	4	9	6×15	86	150	22.6	18.4	2.73	44.5	11.5
518	2	1	11	9	Purépecha	118	123	22.9	19.1	2.7	19.1	10.5
519	2	1	11	11	VA-110	88	81	20	1.8	1.84	35.7	11
520	2	1	11	7	30	.	.	.	.	.	.	.
521	2	1	11	4	11	87	89	19.6	2	2	32.1	11.3
522	2	1	11	5	28	99	111	19.8	0.6	2.1	31.2	10.8
523	2	1	11	10	RB-4000	121	102	26	0.8	2.08	0.6	10.8
524	2	1	11	3	9	90	98	18.6	2	1.35	30.1	10.6
525	2	1	11	1	6	87	99	18.8	11.6	1.76	24.6	11.4
526	2	1	11	2	7	87	113	21.4	12.7	1.82	29.3	10.6
527	2	1	11	8	TF-88	92	122	20.7	4.3	3.09	30.6	11.1
528	2	1	11	6	29	.	.	.	.	.	.	.
529	2	1	10	6	33	100	110	17.6	5.8	1.31	25.4	10.9
530	2	1	10	8	1	90	93	23.8	13.2	1.67	23.2	11.3
531	2	1	10	2	30×33	89	112	20.9	8.7	1.63	34.5	11
532	2	1	10	1	30×32	89	105	20.8	5.9	1.73	33.0	10.3
533	2	1	10	3	30×34	90	99	17.1	6.8	1.78	32.9	11
534	2	1	10	10	3	88	89	18.7	9.1	2	24.4	10.9
535	2	1	10	5	32	99	99	17.7	6.9	1.51	24.4	10.7
536	2	1	10	4	31	100	111	15.6	11.7	1.47	28.3	11
537	2	1	10	7	34	100	118	16.4	10.9	1.38	27.4	10.8
538	2	1	10	11	5	87	95	18.6	14.1	1.92	23.1	10.6
539	2	1	10	9	2	89	96	18.4	9.4	2.04	24.6	11.2
540	2	1	2	9	2×25	92	140	25.4	8.7	2.41	43.4	11.3
541	2	1	2	11	3×15	88	145	23.4	17.5	2.64	45.2	11.6
542	2	1	2	7	2×22	89	163	25.5	14.3	2.27	47.3	11.2
543	2	1	2	4	2×19	89	139	25	13	2.65	48.4	11.2
544	2	1	2	5	2×20	.	.	.	.	.	.	.
545	2	1	2	10	3×14	86	154	24.9	19.5	2.59	43.2	10.9
546	2	1	2	3	2×17	88	139	22.9	10.8	2.65	52.6	11.5
547	2	1	2	1	2×15	88	139	24	10.9	2.44	42.6	11
548	2	1	2	2	2×16	88	158	26.2	10.4	2.48	49.4	11.3
549	2	1	2	8	2×23	92	144	25.5	6.9	2.24	45.1	11.3
550	2	1	2	6	2×21	89	115	22.4	10.9	2.14	39.9	11.2
551	2	1	8	6	16	94	168	23.6	8.8	2.54	44.2	11.3
552	2	1	8	8	19	96	137	25.8	12.7	2.55	35.3	11.3
553	2	1	8	2	11×23	.	.	.	.	.	.	.
554	2	1	8	1	11×22	.	.	.	.	.	.	.
555	2	1	8	3	11×25	.	.	.	.	.	.	.
556	2	1	8	10	21	99	91	19.7	15.3	2.84	23.9	10.7
557	2	1	8	5	15	103	151	21.9	6.3	2.27	31.4	10.6
558	2	1	8	4	14	86	169	24.9	17.3	2.13	34.1	10.1
559	2	1	8	7	17	92	129	20	10.3	3.01	28.6	10.7
560	2	1	8	11	22	94	172	25.3	11.9	2.52	50.5	10.9
561	2	1	8	9	20	100	155	22.1	9.3	2.24	46.1	10.9
562	2	1	7	9	11×19	95	144	25.7	13.3	2.77	45.5	11
563	2	1	7	11	11×21	.	.	.	.	.	.	.
564	2	1	7	7	11×16	.	.	.	.	.	.	.
565	2	1	7	4	9×25	97	142	20.7	4	2.2	48.3	11.1
566	2	1	7	5	11×14	93	164	24	14	2.69	48.1	11.3
567	2	1	7	10	11×20	.	.	.	.	.	.	.
568	2	1	7	3	9×23	99	152	22.8	10.1	2.54	48.0	11.1
569	2	1	7	1	9×21	96	122	22.8	10.9	2.33	44.6	11.4
570	2	1	7	2	9×22	93	156	22.9	10	2.4	58.8	11.2
571	2	1	7	8	11×17	.	.	.	.	.	.	.
572	2	1	7	6	11×15	.	.	.	.	.	.	.
573	2	1	9	6	28×34	.	.	.	.	.	.	.
574	2	1	9	8	29×32	96	117	25	12.9	2.21	36.7	11.3
575	2	1	9	2	25	103	143	23.9	4.1	1.91	41.1	11.1

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
576	2	1	9	1	23	101	145	26.1	6.5	2.35	40.5	10.5
577	2	1	9	3	28×31	.	.	.	.	.	.	.
578	2	1	9	10	29×34	97	122	24.6	15.1	1.99	34.9	11
579	2	1	9	5	28×33	98	112	23	3.5	2.13	44.7	10.7
580	2	1	9	4	28×32	.	.	.	.	.	.	.
581	2	1	9	7	29×31	.	.	.	.	.	.	.
582	2	1	9	11	30×31	94	101	21	6.7	1.59	34.5	11
583	2	1	9	9	29×33	97	116	26.5	11.5	1.89	37.9	11.1
584	2	1	3	9	5×14	93	165	26.2	21.3	2.65	43.9	11.1
585	2	1	3	11	5×16	91	152	25.2	15	2.52	55.1	11.3
586	2	1	3	7	3×23	93	151	25.6	15.6	2.5	52.5	11.5
587	2	1	3	4	3×20	92	149	23.7	12.2	2.8	55.3	11.7
588	2	1	3	5	3×21	92	112	24.4	14.8	2.31	43.0	11.4
589	2	1	3	10	5×15	94	136	24.2	8.9	2.75	47.1	11.2
590	2	1	3	3	3×19	91	142	23.6	15.8	2.88	47.6	11.4
591	2	1	3	1	3×16	91	165	27.1	16.3	2.68	49.7	11.1
592	2	1	3	2	3×17	91	140	22.5	16.8	3.02	49.1	11.3
593	2	1	3	8	3×25	95	150	23.6	9.6	2.83	47.3	11.2
594	2	1	3	6	3×22	92	163	24.9	13	2.7	56.8	11.6
595	2	1	5	6	6×25	95	139	21.2	7.4	2.83	42.6	11.7
596	2	1	5	8	7×15	94	163	24	16	2.44	42.4	11.3
597	2	1	5	2	6×20	93	150	23.8	15.9	2.46	47.2	11.5
598	2	1	5	1	6×19	91	136	24.4	13.6	2.87	46.6	11.5
599	2	1	5	3	6×21	91	110	23.8	15.6	2.27	38.3	11.3
600	2	1	5	10	7×17	91	141	24.3	14.4	2.85	52.4	11
601	2	1	5	5	6×23	94	136	24.2	12	2.5	46.8	11.5
602	2	1	5	4	6×22	90	152	26.1	17.4	2.17	44.3	11.2
603	2	1	5	7	7×14	88	163	26.6	21.6	2.4	42.3	11.2
604	2	1	5	11	7×19	.	.	.	.	.	.	.
605	2	1	5	9	7×16	91	158	27.2	12	2.53	50.9	11
606	2	2	5	6	34	104	117	16.9	11.8	1.53	55.8	10.9
607	2	2	5	9	5×19	89	141	26.4	19	2.66	46.1	11.6
608	2	2	5	7	20	.	.	.	.	.	.	.
609	2	2	5	5	1×19	92	149	31.8	14.1	2.41	55.6	11.3
610	2	2	5	11	29	96	114	26.7	11.4	1.66	26.4	10.4
611	2	2	5	10	2×19	92	141	24.9	13.8	2.7	33.3	11
612	2	2	5	4	3×19	92	144	26.3	17.3	2.87	48.2	11.7
613	2	2	5	2	11×20	.	.	.	.	.	.	.
614	2	2	5	3	6×19	.	.	.	.	.	.	.
615	2	2	5	1	29×32	99	117	26.2	12.7	2	39.5	11.3
616	2	2	5	8	9×20	94	148	20.1	7.3	2.48	55.6	10.8
617	2	2	9	8	3×23	97	156	24.9	10.5	2.79	49.3	11.4
618	2	2	9	1	7×23	.	.	.	.	.	.	.
619	2	2	9	3	2×23	.	.	.	.	.	.	.
620	2	2	9	2	5×23	95	147	25.1	16.8	2.52	42.6	11.3
621	2	2	9	4	RB-4000	124	97	26.8	0	2.14	2.7	10.8
622	2	2	9	10	5	94	91	17.4	11.2	1.54	20.8	11
623	2	2	9	11	11×23	.	.	.	.	.	.	.
624	2	2	9	5	23	101	150	23.6	5	2.69	42.5	11.2
625	2	2	9	7	6×23	91	134	24.4	13.2	2.11	42.2	11.3
626	2	2	9	9	1×23	92	150	30.5	13.7	2.63	51.6	11.2
627	2	2	9	6	9×23	94	157	23.3	14	2.4	48.1	11.1
628	2	2	7	6	3×21	90	111	24.1	15.6	2.35	42.2	11.3
629	2	2	7	9	22	.	.	.	.	.	.	.
630	2	2	7	7	1×21	91	107	27.4	14.9	1.96	36.4	11
631	2	2	7	5	6×21	91	111	23.6	14.3	2.28	34.9	11.3
632	2	2	7	11	5×21	92	99	22.8	11.3	2.03	35.0	11.2
633	2	2	7	10	7×21	.	.	.	.	.	.	.
634	2	2	7	4	9×21	98	124	22.7	12.7	2.35	42.1	10.8
635	2	2	7	2	TF-88	97	134	23.1	10.6	3.09	28.6	10.6
636	2	2	7	3	29×34	.	.	.	.	.	.	.
637	2	2	7	1	2×21	95	118	22.2	13.3	2.32	40.3	11.3
638	2	2	7	8	2	95	100	19.5	8.3	2	25.2	10.9
639	2	2	4	8	5×17	92	134	23.3	17.7	3.19	52.5	11.6

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
640	2	2	4	1	11×19	.	.	.	.	.	.	.
641	2	2	4	3	3×17	91	142	23.6	18	2.95	43.2	11.3
642	2	2	4	2	7×19	93	148	27.7	14.4	2.75	48.1	11.6
643	2	2	4	4	1×17	96	135	28.6	12.5	2.75	51.9	11.5
644	2	2	4	10	28	.	.	.	.	.	.	.
645	2	2	4	11	29×31	98	123	23.7	17.4	2.05	37.5	11.2
646	2	2	4	5	33	99	120	19	8	1.59	32.4	11
647	2	2	4	7	9×19	94	144	22.7	11.1	2.54	53.9	11.3
648	2	2	4	9	2×17	92	141	21.8	10.6	2.57	49.6	11.3
649	2	2	4	6	19	96	133	25.5	11.4	2.5	33.4	10.9
650	2	2	8	6	6×22	93	158	24	13.6	2.32	51.9	11.3
651	2	2	8	9	3	90	87	19.3	11.5	1.96	24.9	11.1
652	2	2	8	7	3×22	88	170	25.3	18	2.71	50.4	11.3
653	2	2	8	5	9×22	95	165	22.1	11.7	2.54	53.2	10.6
654	2	2	8	11	7×22	91	172	27.3	15.4	2.71	60.1	11.1
655	2	2	8	10	11×22	.	.	.	.	.	.	.
656	2	2	8	4	30×31	97	107	18.3	6	2.19	33.2	11.1
657	2	2	8	2	2×22	96	162	25.2	16.5	2.41	50.3	10.7
658	2	2	8	3	Purépecha	123	110	22.7	1.6	1.96	17.1	10.8
659	2	2	8	1	5×22	95	170	26.5	15.1	2.53	47.4	11.3
660	2	2	8	8	1×22	94	165	31.6	16.6	2.71	52.5	11.3
661	2	2	11	8	11×14	92	161	26.3	10.9	2.67	52.3	11.3
662	2	2	11	1	30×33	94	110	20.8	7.8	1.88	34.8	11.1
663	2	2	11	3	9×14	96	171	21.4	12.7	2.31	51.3	11.1
664	2	2	11	2	14	97	181	25	19.4	2.13	35.9	9.7
665	2	2	11	4	6×14	93	164	23.7	22.4	2.53	38.1	11
666	2	2	11	10	5×14	91	162	25.9	17.5	2.53	40.7	11.3
667	2	2	11	11	2×14	95	162	24.2	19.7	2.67	49.8	11
668	2	2	11	5	3×14	93	162	25.6	22.5	3.1	38.5	10.7
669	2	2	11	7	28×31	.	.	.	.	.	.	.
670	2	2	11	9	7×14	91	167	26	20.3	2.32	42.9	10.7
671	2	2	11	6	6	96	97	19.1	14.4	1.96	25.7	10.7
672	2	2	3	6	9×17	95	140	19.2	13	2.88	55.9	11.1
673	2	2	3	9	11	91	82	18.3	5.5	2.03	29.9	11.2
674	2	2	3	7	6×17	93	129	22.5	15.6	3	43.0	10.9
675	2	2	3	5	17	98	123	19.5	9.6	2.68	27.1	11
676	2	2	3	11	11×17	98	128	23.1	7.2	3.01	50.5	11.1
677	2	2	3	10	28×34	.	.	.	.	.	.	.
678	2	2	3	4	32	99	97	18.1	7.8	1.71	25.5	10.9
679	2	2	3	2	3×16	95	154	25.4	12.2	2.48	47.2	11
680	2	2	3	3	1×16	94	154	30.2	13.4	2.56	48.7	11.3
681	2	2	3	1	7×17	91	144	24.7	14.9	2.64	53.5	11.4
682	2	2	3	8	2×16	94	163	25.1	10.9	2.35	51.6	11.2
683	2	2	6	8	21	.	.	.	.	.	.	.
684	2	2	6	1	30	.	.	.	.	.	.	.
685	2	2	6	3	11×21	.	.	.	.	.	.	.
686	2	2	6	2	29×33	.	.	.	.	.	.	.
687	2	2	6	4	6×20	94	143	24.6	15.6	2.23	47.1	11.3
688	2	2	6	10	5×20	.	.	.	.	.	.	.
689	2	2	6	11	2×20	.	.	.	.	.	.	.
690	2	2	6	5	3×20	95	148	24	14	2.64	53.2	11.7
691	2	2	6	7	1	.	.	.	.	.	.	.
692	2	2	6	9	7×20	93	161	25.8	16.7	2.35	51.1	11.2
693	2	2	6	6	1×20	94	149	29.7	11.5	2.26	49.8	11.3
694	2	2	1	6	3×15	92	156	25	14.6	2.77	49.1	11.5
695	2	2	1	9	11×15	.	.	.	.	.	.	.
696	2	2	1	7	7	93	111	21.4	12.3	1.89	24.8	10.5
697	2	2	1	5	6×15	93	148	22.1	15.6	2.66	41.3	11.3
698	2	2	1	11	5×15	95	145	25.1	15.8	2.35	41.9	11
699	2	2	1	10	7×15	94	161	26	13.2	2.53	46.5	11.2
700	2	2	1	4	9×15	95	157	22.9	8.5	2.36	51.8	11.1
701	2	2	1	2	30×34	96	105	18.4	6.6	2	31.9	10.8
702	2	2	1	3	15	99	154	21	9.6	2.21	37.6	10
703	2	2	1	1	1×14	91	169	29	23.3	2.42	42.5	10.9

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
704	2	2	1	8	28×32	.	.	.	.	.	.	.
705	2	2	2	8	9	95	114	18.1	6.7	1.56	30.5	10.3
706	2	2	2	1	5×16	92	155	26.1	15.9	2.62	50.4	11.5
707	2	2	2	3	31	99	114	17	10.9	1.41	31.7	10.6
708	2	2	2	2	1×15	94	163	27.6	14.4	2.33	48.0	11.3
709	2	2	2	4	16	96	176	25.9	10.8	2.62	49.0	10.8
710	2	2	2	10	11×16	.	.	.	.	.	.	.
711	2	2	2	11	7×16	90	172	26.9	16.1	2.65	54.3	11.2
712	2	2	2	5	9×16	94	161	20.5	13.1	2.51	51.2	11.1
713	2	2	2	7	2×15	96	148	21.5	15.2	2.43	42.5	11.5
714	2	2	2	9	28×33	.	.	.	.	.	.	.
715	2	2	2	6	6×16	93	163	24.2	14.3	2.68	51.9	11.5
716	2	2	10	6	25	103	140	19.6	5.9	1.98	44.3	11.3
717	2	2	10	9	3×25	96	151	23.8	10.8	2.89	53.8	11.6
718	2	2	10	7	9×25	99	152	21	9.4	2.48	52.1	11.2
719	2	2	10	5	VA-110	95	91	19.9	2.5	2.11	35.1	10.9
720	2	2	10	11	30×32	95	106	20.2	7.3	1.77	31.6	11.1
721	2	2	10	10	1×25	96	145	30.4	10.2	2.49	49.5	11.4
722	2	2	10	4	2×25	96	136	24.9	7.6	2.5	45.6	11.3
723	2	2	10	2	7×25	92	154	28.2	7.5	2.29	48.4	10.9
724	2	2	10	3	5×25	95	137	23.8	11.1	2.84	44.6	11.5
725	2	2	10	1	11×25	.	.	.	.	.	.	.
726	2	2	10	8	6×25	93	143	22.2	11.5	2.77	44.5	11.4
727	2	3	8	10	32	94	98	17.9	8.5	1.37	24.4	10.5
728	2	3	8	8	1×22	90	160	28.7	18.5	2.27	55.3	11.3
729	2	3	8	7	2×19	92	134	23.3	11.5	2.45	47.5	11.6
730	2	3	8	1	11×23	.	.	.	.	.	.	.
731	2	3	8	3	9×19	92	137	23.5	8.6	2.18	60.9	11.4
732	2	3	8	9	6	94	93	19.4	10.1	1.62	24.9	11.1
733	2	3	8	2	11×15	95	147	22.2	7.4	2.52	50.3	11.4
734	2	3	8	4	6×21	92	122	23.4	18.8	2.33	40.2	11.3
735	2	3	8	11	29×33	93	120	25.7	13.8	1.75	37.6	11.2
736	2	3	8	6	5×16	90	154	25.1	13.6	2.43	48.9	11.3
737	2	3	8	5	5×25	92	131	23.4	11.4	2.93	42.2	11.4
738	2	3	3	5	5	94	106	19.4	16.1	1.7	25.3	10.6
739	2	3	3	6	28×32	.	.	.	.	.	.	.
740	2	3	3	11	5×19	93	135	25.1	20.4	2.68	53.1	11.8
741	2	3	3	4	30	.	.	.	.	.	.	.
742	2	3	3	2	3×14	90	156	25.6	21.8	2.64	42.9	10.8
743	2	3	3	9	7×25	90	137	25.3	8.4	2.38	44.8	11.2
744	2	3	3	3	1×16	91	155	30.7	15.7	2.01	47.4	11.2
745	2	3	3	1	3×22	89	154	25.1	15.5	2.6	55.8	11.1
746	2	3	3	7	19	90	131	26.6	12.7	2.44	40.8	11.5
747	2	3	3	8	9×21	90	105	21.6	11.5	2.03	44.3	11.3
748	2	3	3	10	7×16	.	.	.	.	.	.	.
749	2	3	9	10	7	92	108	20.5	11.9	2.01	34.8	10
750	2	3	9	8	2×20	.	.	.	.	.	.	.
751	2	3	9	7	3×16	89	156	24.4	15.9	2.5	44.0	11.3
752	2	3	9	1	29×34	95	112	23.8	14.6	1.73	35.0	11.1
753	2	3	9	3	11×16	.	.	.	.	.	.	.
754	2	3	9	9	1×23	93	141	31.2	11	2.14	51.0	10.8
755	2	3	9	2	11×25	.	.	.	.	.	.	.
756	2	3	9	4	9×20	94	149	19.5	9.3	2.2	48.1	11.4
757	2	3	9	11	33	99	112	18.8	6.8	1.3	31.0	10.8
758	2	3	9	6	6×14	91	166	23.4	23.1	2.59	38.9	11.4
759	2	3	9	5	6×22	92	152	23.8	10.9	2.38	55.2	11.2
760	2	3	11	5	11×19	.	.	.	.	.	.	.
761	2	3	11	6	7×21	.	.	.	.	.	.	.
762	2	3	11	11	2×14	93	159	22.9	20.6	2.42	43.8	11
763	2	3	11	4	15	97	152	20.6	11.2	2.18	33.6	10.8
764	2	3	11	2	1	.	.	.	.	.	.	.
765	2	3	11	9	3×19	91	145	25.4	17.7	2.9	48.7	11.8
766	2	3	11	3	23	99	147	22.5	5.6	2.52	42.3	11.1
767	2	3	11	1	11	92	84	20.1	0.8	2.09	24.5	11.4

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
768	2	3	11	7	6×25	93	142	22.7	11	2.79	42.5	11.5
769	2	3	11	8	6×16	91	161	23.9	15.4	2.25	46.8	11.6
770	2	3	11	10	2×22	92	157	23.1	14.6	2.34	52	11
771	2	3	7	10	29×32	96	109	24.1	12.9	1.72	34.8	11.5
772	2	3	7	8	VA-110	92	82	19.6	1	1.86	28.7	10.9
773	2	3	7	7	1×21	94	117	27.8	13.2	1.99	36.6	11
774	2	3	7	1	11×14	.	.	.	.	.	.	.
775	2	3	7	3	6×20	94	145	24.3	16.3	2.29	42.2	11.2
776	2	3	7	9	31	98	116	17.3	9.5	1.7	32.5	11.2
777	2	3	7	2	9×17	93	133	19.7	10.4	2.52	53.8	11.5
778	2	3	7	4	5×23	94	150	22.9	19.1	2.2	46.3	11.2
779	2	3	7	11	11×22	.	.	.	.	.	.	.
780	2	3	7	6	2×17	92	137	22.9	11.8	2.8	50.2	11.4
781	2	3	7	5	5×15	94	147	23.1	17.8	2.67	44.9	11.4
782	2	3	4	5	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
783	2	3	4	6	30×32	94	102	21.1	6.2	1.82	34.1	11.3
784	2	3	4	11	7×17	91	142	24.4	13.7	2.93	57.6	11.4
785	2	3	4	4	1×17	92	146	26.8	12.7	2.56	49.9	11.2
786	2	3	4	2	3×23	92	144	24.9	11.6	2.5	47.4	11.3
787	2	3	4	9	9×22	93	153	22.8	7.8	2.37	58.6	11.2
788	2	3	4	3	3×15	92	144	24.4	16.9	2.66	45.5	11.3
789	2	3	4	1	5×20	.	.	.	.	.	.	.
790	2	3	4	7	28×33	99	114	20.9	3.3	1.79	34.5	10.9
791	2	3	4	8	20	100	147	21.4	4.9	2.1	41.3	11
792	2	3	4	10	9×14	93	161	22.3	11.1	2.24	57.3	10.9
793	2	3	1	10	3×20	93	137	26.3	13.7	2.61	44.1	11.4
794	2	3	1	8	7×14	92	170	26.4	19.8	2.35	41.6	10.6
795	2	3	1	7	7×22	90	169	27.4	16.7	2.29	50.7	10.9
796	2	3	1	1	1×14	92	160	29.2	24.1	2.2	43	10.9
797	2	3	1	3	2	95	101	19.6	10.8	1.84	25	11.2
798	2	3	1	9	6×17	94	138	23.3	18	3.19	45.5	11.4
799	2	3	1	2	28	102	109	19.9	1.7	2.18	36.1	10.6
800	2	3	1	4	25	98	143	22.8	8.8	1.83	38.1	11.2
801	2	3	1	11	2×23	.	.	.	.	.	.	.
802	2	3	1	6	11×20	.	.	.	.	.	.	.
803	2	3	1	5	16	100	162	22.8	8.4	2.64	48.4	11
804	2	3	6	5	2×16	95	158	25.9	16.4	2.36	48.5	11.2
805	2	3	6	6	1×20	97	166	29.2	17.9	2.56	54.8	10.9
806	2	3	6	11	9×25	99	147	21.7	5	2.36	46.5	11.2
807	2	3	6	4	5×14	91	172	26.6	25.3	2.59	37.8	11.2
808	2	3	6	2	6×19	95	131	25.2	12.5	3.01	48.7	11.5
809	2	3	6	9	29×31	99	123	23.6	14.7	1.86	37.3	10.7
810	2	3	6	3	5×22	94	163	25.2	15.4	2.4	46.6	11.4
811	2	3	6	1	9×16	99	164	21	9.7	2.38	49.6	11
812	2	3	6	7	RB-4000	124	100	26.1	1	1.44	0.2	10.8
813	2	3	6	8	30×34	97	99	19.3	4.9	2.01	30.6	11
814	2	3	6	10	22	97	159	25.3	9.5	2.57	53.1	11.1
815	2	3	2	10	5×17	95	125	22.3	11.8	2.87	42.2	11.3
816	2	3	2	8	7×23	94	149	25.3	8.6	2.47	43.9	11.2
817	2	3	2	7	11×21	.	.	.	.	.	.	.
818	2	3	2	1	2×25	100	137	21.6	6.4	2.44	36.2	11.2
819	2	3	2	3	29	.	.	.	.	.	.	.
820	2	3	2	9	7×15	94	154	26.7	12.1	2.45	43.2	10.9
821	2	3	2	2	1×15	95	155	28.7	18	2.56	44.1	11.4
822	2	3	2	4	3	94	92	20.2	9.9	2.02	26.5	10.5
823	2	3	2	11	3×21	92	114	23.8	16.3	2.37	41.2	11.5
824	2	3	2	6	17	.	.	.	.	.	.	.
825	2	3	2	5	28×31	.	.	.	.	.	.	.
826	2	3	10	5	7×20	94	152	28.3	10.4	2.54	47.4	11.3
827	2	3	10	6	6×23	97	157	26.1	22.2	2.65	45.4	11.1
828	2	3	10	11	9	99	113	18.9	5.9	1.74	34.5	10.7
829	2	3	10	4	11×17	.	.	.	.	.	.	.
830	2	3	10	2	30×31	95	109	20.9	7.3	1.86	33.8	10
831	2	3	10	9	2×21	96	125	24.1	12.8	2.49	42.3	11.5

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
832	2	3	10	3	14	94	178	27.1	16.1	2.03	32.2	10.2
833	2	3	10	1	34	104	117	17.8	10.5	1.69	28.6	10.9
834	2	3	10	7	6×15	94	139	25.2	11.4	2.66	40.6	11.3
835	2	3	10	8	3×17	93	125	22.1	12.9	3.02	50.7	11.3
836	2	3	10	10	1×25	99	144	31	11.3	2.3	49.6	11.1
837	2	3	5	10	9×23	101	146	22.6	10.5	2.55	51	10.8
838	2	3	5	8	28×34	.	.	.	.	.	.	.
839	2	3	5	7	30×33	95	103	22.6	6	1.77	41	11.2
840	2	3	5	1	7×19	93	140	28.3	9.2	2.72	42.8	11.1
841	2	3	5	3	3×25	97	150	24.7	10.4	2.63	46.8	11.2
842	2	3	5	9	21	.	.	.	.	.	.	.
843	2	3	5	2	5×21	.	.	.	.	.	.	.
844	2	3	5	4	2×15	97	150	23.3	12.6	2.62	43.7	10.7
845	2	3	5	11	9×15	97	153	22.2	10.2	2.49	48.3	10.6
846	2	3	5	6	Purépecha	124	118	24.6	4.6	1.6	17.1	10.8
847	2	3	5	5	1×19	96	153	32.3	16.3	2.79	53.2	11.6
848	2	4	5	3	7×23	92	143	28.9	6.6	2.55	56.5	11.3
849	2	4	5	6	6×17	94	139	23.9	15	3.04	45.1	11.3
850	2	4	5	5	1×19	94	155	31	14.6	2.66	59.3	11.6
851	2	4	5	8	30×32	95	100	20.9	4.4	2	32	11
852	2	4	5	11	19	97	124	26.9	6.1	2.44	32.2	11
853	2	4	5	9	2×22	96	164	27.6	13.5	2.3	49.5	10.7
854	2	4	5	2	5×14	92	165	26.2	21.6	2.51	48.8	10.6
855	2	4	5	4	29×34	98	116	24.4	14.5	2.2	41.9	11.5
856	2	4	5	10	6×20	94	142	24.9	10.8	2.28	44.4	11.5
857	2	4	5	7	11×15	.	.	.	.	.	.	.
858	2	4	5	1	9	98	104	18.1	5.6	1.62	33.8	10.8
859	2	4	4	1	3×25	91	140	24.4	11.6	2.59	50.8	11.4
860	2	4	4	7	5	95	96	19.5	14.7	1.69	23.5	10.6
861	2	4	4	10	17	.	.	.	.	.	.	.
862	2	4	4	4	1×17	93	134	27.7	12.9	2.73	53.5	11
863	2	4	4	2	7×22	90	166	29.5	12.3	2.53	48.1	11
864	2	4	4	9	6×19	93	131	26.3	12.6	2.83	44.5	11.4
865	2	4	4	11	7	94	111	23.1	13.6	1.83	29.4	9.7
866	2	4	4	8	2×21	94	117	23.2	11.6	2.11	42.3	10.9
867	2	4	4	5	6×16	94	152	25.3	14.3	2.54	51.7	11.4
868	2	4	4	6	11×14	93	161	26.2	15.8	2.67	45.7	11.4
869	2	4	4	3	29×33	.	.	.	.	.	.	.
870	2	4	2	3	6×14	93	156	26.1	22.5	2.63	38.9	11
871	2	4	2	6	2×19	94	147	24	16.6	2.64	50.5	11.3
872	2	4	2	5	2	96	105	17.3	15.3	2.06	25.6	10.3
873	2	4	2	8	15	103	152	20.9	8.1	2.14	37.3	10.5
874	2	4	2	11	7×20	94	150	24.1	12.3	2.38	51.3	11.1
875	2	4	2	9	VA-110	93	96	21	2.8	2	34.9	10.9
876	2	4	2	2	1×15	94	161	28.6	15.2	2.54	50.9	11.3
877	2	4	2	4	9×23	98	158	21.8	14.5	2.54	49.5	11
878	2	4	2	10	3×22	91	158	26.4	11.7	2.51	54.8	11
879	2	4	2	7	7×17	92	146	25	13.1	2.85	48.2	11.2
880	2	4	2	1	29×31	96	119	24.8	15.7	1.91	41.3	10.9
881	2	4	3	1	7×21	.	.	.	.	.	.	.
882	2	4	3	7	2×20	.	.	.	.	.	.	.
883	2	4	3	10	6	96	101	19	16.8	2	23.5	11.1
884	2	4	3	4	6×15	94	145	22.8	16.3	2.8	41.1	11.5
885	2	4	3	2	29×32	96	116	23.2	14.1	2.01	34.9	11.2
886	2	4	3	9	16	96	168	22.7	15.3	2.57	46.1	10.3
887	2	4	3	11	3×23	.	.	.	.	.	.	.
888	2	4	3	8	7×19	.	.	.	.	.	.	.
889	2	4	3	5	9×25	100	150	22	8.1	2.37	51.3	10.5
890	2	4	3	6	3	.	.	.	.	.	.	.
891	2	4	3	3	1×16	.	.	.	.	.	.	.
892	2	4	10	3	2×15	94	148	22.3	15.7	2.67	41.8	11.4
893	2	4	10	6	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
894	2	4	10	5	11×23	.	.	.	.	.	.	.
895	2	4	10	8	9×17	95	145	19.9	13	2.54	52.3	11.3

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
896	2	4	10	11	5×22	92	163	26	12.1	2.52	55.9	11.3
897	2	4	10	9	28×32	.	.	.	.	.	.	.
898	2	4	10	2	33	100	110	19.1	8.6	1.15	35.7	10.6
899	2	4	10	4	7×14	93	163	25.8	19.9	2.35	41.8	10.8
900	2	4	10	10	1×25	95	138	28	11.2	2.43	47.3	11
901	2	4	10	7	3×19	91	151	25.6	21.2	2.92	45.3	11.5
902	2	4	10	1	11×21	.	.	.	.	.	.	.
903	2	4	8	1	3×14	90	164	25.7	19.4	2.52	43.3	10.3
904	2	4	8	7	25	98	144	21	8.2	1.89	42.7	11.1
905	2	4	8	10	11×19	.	.	.	.	.	.	.
906	2	4	8	4	29	.	.	.	.	.	.	.
907	2	4	8	2	6×23	92	150	23	20.5	2.29	44.6	11.3
908	2	4	8	9	5×20	.	.	.	.	.	.	.
909	2	4	8	11	31	97	111	16.9	9.4	1.56	31.1	11
910	2	4	8	8	1×22	92	173	29.8	16.1	2.1	54.1	11
911	2	4	8	5	3×16	91	167	25.3	17.9	2.72	49.5	11.3
912	2	4	8	6	9×15	93	161	20.7	11.5	2.24	46.3	11
913	2	4	8	3	22	.	.	.	.	.	.	.
914	2	4	7	3	28	.	.	.	.	.	.	.
915	2	4	7	6	23	98	155	25.3	10.2	2.77	40.2	10.8
916	2	4	7	5	9×14	94	166	21.4	15	2.33	50.8	11.2
917	2	4	7	8	5×19	93	146	24.2	24.4	2.65	47.4	11.7
918	2	4	7	11	2×25	95	142	23.3	9.6	2.29	45.9	11.3
919	2	4	7	9	11×17	.	.	.	.	.	.	.
920	2	4	7	2	21	93	95	22	11.1	2.86	27	11
921	2	4	7	4	5×16	91	153	23.5	16.7	2.56	45.5	11.4
922	2	4	7	10	30×34	94	105	18.8	7.9	1.81	31.6	11
923	2	4	7	7	1×21	92	104	25.6	11.8	1.98	40.2	10.9
924	2	4	7	1	6×22	93	160	24.2	15.3	2.55	61.2	11.6
925	2	4	6	1	20	97	145	21.8	5.6	2.33	53.2	10.5
926	2	4	6	7	5×17	94	128	23.7	12	3.08	47.6	11.5
927	2	4	6	10	2×23	95	143	23.5	11.9	2.48	51.7	11.4
928	2	4	6	4	7×25	91	141	25.4	8.9	2.75	55	11.3
929	2	4	6	2	11	92	93	20.3	5.1	1.82	27.4	11
930	2	4	6	9	30×33	91	112	20.2	8.8	1.84	43.2	10.9
931	2	4	6	11	6×21	93	114	24.3	16.1	2.37	39	11.3
932	2	4	6	8	11×16	.	.	.	.	.	.	.
933	2	4	6	5	30×31	94	107	20.5	8.9	1.85	30.7	10.5
934	2	4	6	6	1×20	92	173	29	17.3	2.3	57	11.1
935	2	4	6	3	5×15	93	152	25	14.7	2.81	50.3	11.5
936	2	4	1	3	9×22	95	165	23.6	13.4	2.43	62.9	11.2
937	2	4	1	6	7×16	91	173	29.6	16.5	2.83	49.9	11
938	2	4	1	5	2×17	94	154	22.1	17.3	2.89	49.9	11.4
939	2	4	1	8	RB-4000	121	114	26.6	0.4	1.93	0.4	10.8
940	2	4	1	11	28×34	99	110	19.6	6.6	2.74	39.2	11.2
941	2	4	1	9	3×21	91	105	23.7	12.5	2.33	37.3	11.5
942	2	4	1	2	5×25	94	139	23.2	13	2.56	45	11.7
943	2	4	1	4	1	93	101	25.8	15.6	2	27	11.1
944	2	4	1	10	9×20	94	154	18.9	9.1	2.32	52.6	11.2
945	2	4	1	7	14	92	177	26	18.7	2.09	34.7	10.4
946	2	4	1	1	1×14	91	169	28.9	23.5	2.41	41.5	10.7
947	2	4	9	1	32	97	108	19.4	9.6	1.45	24.6	10.9
948	2	4	9	7	9×16	95	165	20.7	10.6	2.48	54	11.5
949	2	4	9	10	5×21	93	115	23.9	13.4	2.3	42.6	11.5
950	2	4	9	4	11×22	.	.	.	.	.	.	.
951	2	4	9	2	3×15	95	151	25.1	13	2.8	43.1	10.6
952	2	4	9	9	1×23	.	.	.	.	.	.	.
953	2	4	9	11	11×20	.	.	.	.	.	.	.
954	2	4	9	8	28×31	98	116	20	8	2.05	40.3	11.3
955	2	4	9	5	30	.	.	.	.	.	.	.
956	2	4	9	6	3×17	93	144	25.6	15.7	2.97	46.6	11.4
957	2	4	9	3	6×25	94	145	24.2	12	2.71	44.2	11.7
958	2	4	11	3	34	103	123	18	12.8	1.33	27.2	11.2
959	2	4	11	6	11×25	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
960	2	4	11	5	7×15	95	166	26.9	12.5	2.55	46.6	10.8
961	2	4	11	8	3×20	94	164	25.8	15	2.64	57	11.2
962	2	4	11	11	2×14	94	168	26.9	16.8	2.63	50.8	11
963	2	4	11	9	9×19	96	152	23.1	13	2.41	57.7	11.2
964	2	4	11	2	9×21	97	130	23.5	13.6	2.55	46.8	11.4
965	2	4	11	4	2×16	97	164	25	15.3	2.58	49.2	11
966	2	4	11	10	28×33	.	.	.	.	.	.	.
967	2	4	11	7	Purépecha	125	120	22.8	7	1.71	8.2	10.8
968	2	4	11	1	5×23	96	149	24	15.9	2.5	49.9	11.4
969	3	1	2	3	2×17	91	130	23.4	10	2.69	58.1	11.8
970	3	1	2	7	2×22	93	156	25.3	13	2.4	52.3	11.4
971	3	1	2	5	2×20	.	.	.	.	.	.	.
972	3	1	2	6	2×21	100	114	23.2	14.8	2.13	36.4	12.1
973	3	1	2	4	2×19	94	135	25.8	13.3	2.99	48.6	12
974	3	1	2	9	2×25	99	138	23.9	2.5	2.73	45.6	12.4
975	3	1	2	1	2×15	94	142	22.6	11.4	2.51	41.6	12.2
976	3	1	2	10	3×14	91	150	26.9	19.3	2.71	36.7	11.7
977	3	1	2	11	3×15	93	138	24.6	12.5	2.76	42.4	12.6
978	3	1	2	2	2×16	101	146	26.5	15.5	2.37	48.1	11.9
979	3	1	2	8	2×23	.	.	.	.	.	.	.
980	3	1	8	8	19	.	.	.	.	.	.	.
981	3	1	8	2	11×23	.	.	.	.	.	.	.
982	3	1	8	11	22	.	.	.	.	.	.	.
983	3	1	8	10	21	102	95	19.5	11.4	2.73	24	11.5
984	3	1	8	1	11×22	.	.	.	.	.	.	.
985	3	1	8	9	20	.	.	.	.	.	.	.
986	3	1	8	4	14	93	158	25.6	16.5	2.62	39.6	11.1
987	3	1	8	6	16	.	.	.	.	.	.	.
988	3	1	8	5	15	102	139	21.2	8	2.56	41.3	11.5
989	3	1	8	7	17	.	.	.	.	.	.	.
990	3	1	8	3	11×25	.	.	.	.	.	.	.
991	3	1	1	3	1×16	97	149	29.8	15.1	2.17	46.8	12
992	3	1	1	7	1×21	93	113	28.1	13.2	1.86	34	11.5
993	3	1	1	5	1×19	.	.	.	.	.	.	.
994	3	1	1	6	1×20	100	156	28.2	12.6	2.32	47.2	11.9
995	3	1	1	4	1×17	99	144	28.3	15.8	3.02	56.8	12.4
996	3	1	1	9	1×23	.	.	.	.	.	.	.
997	3	1	1	1	1×14	95	150	30.1	19.4	2.5	42.1	11.8
998	3	1	1	10	1×25	103	128	29.9	5.4	2.81	43.9	12.6
999	3	1	1	11	2×14	100	144	25.1	14.1	2.65	39.5	12.2
1000	3	1	1	2	1×15	.	.	.	.	.	.	.
1001	3	1	1	8	1×22	.	.	.	.	.	.	.
1002	3	1	3	8	3×25	.	.	.	.	.	.	.
1003	3	1	3	2	3×17	92	132	25.1	16.6	3.07	42.5	12.1
1004	3	1	3	11	5×16	.	.	.	.	.	.	.
1005	3	1	3	10	5×15	.	.	.	.	.	.	.
1006	3	1	3	1	3×16	93	147	26.1	10.6	2.45	40	12
1007	3	1	3	9	5×14	91	154	28.4	14.5	2.72	46.1	12.1
1008	3	1	3	4	3×20	93	137	25.6	9.3	2.53	49.9	12.1
1009	3	1	3	6	3×22	92	154	24.1	10.4	2.47	41.3	12.2
1010	3	1	3	5	3×21	92	113	25.1	14.4	2.53	38.2	12
1011	3	1	3	7	3×23	.	.	.	.	.	.	.
1012	3	1	3	3	3×19	91	129	27.2	11.2	3.48	50.4	12.3
1013	3	1	4	3	5×20	.	.	.	.	.	.	.
1014	3	1	4	7	5×25	99	133	25.4	6.5	2.65	48.5	11.9
1015	3	1	4	5	5×22	91	147	26.3	8.1	2.39	50.1	11.9
1016	3	1	4	6	5×23	100	146	24.5	12.4	2.13	44.4	11.7
1017	3	1	4	4	5×21	.	.	.	.	.	.	.
1018	3	1	4	9	6×15	.	.	.	.	.	.	.
1019	3	1	4	1	5×17	90	133	25.2	16.5	3.08	48.5	12.2
1020	3	1	4	10	6×16	92	148	26.2	11.8	2.47	44.2	11.8
1021	3	1	4	11	6×17	89	142	25.3	17.4	3.33	45.3	12.1
1022	3	1	4	2	5×19	100	134	26.1	18	3.3	47.5	11.7
1023	3	1	4	8	6×14	90	151	25.8	17.5	3.01	45.3	11.2

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1024	3	1	10	8	1	.	.	.	.	.	.	.
1025	3	1	10	2	30×33	102	97	21.8	4.7	1.35	34.8	10.8
1026	3	1	10	11	5	93	97	20.7	10.9	1.51	24.9	11.2
1027	3	1	10	10	3	93	86	20.4	9.8	1.99	22.7	11.8
1028	3	1	10	1	30×32	100	97	21.1	5.8	1.72	30.6	11.6
1029	3	1	10	9	2	103	99	20	8.6	1.99	27.4	11.2
1030	3	1	10	4	31	104	94	18	9.8	1.4	31.7	11.1
1031	3	1	10	6	33	.	.	.	.	.	.	.
1032	3	1	10	5	32	103	96	19.4	9.2	1.49	30.7	11.8
1033	3	1	10	7	34	104	98	19	5.9	1.24	32	11.6
1034	3	1	10	3	30×34	94	94	20.8	2.6	2.19	38.2	11.8
1035	3	1	9	3	28×31	.	.	.	.	.	.	.
1036	3	1	9	7	29×31	102	110	23.7	12.6	1.61	32.6	11.4
1037	3	1	9	5	28×33	.	.	.	.	.	.	.
1038	3	1	9	6	28×34	102	109	20.9	6.6	2.38	45.7	11.5
1039	3	1	9	4	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1040	3	1	9	9	29×33	.	.	.	.	.	.	.
1041	3	1	9	1	23	.	.	.	.	.	.	.
1042	3	1	9	10	29×34	102	107	23.1	15	1.76	32.6	11.5
1043	3	1	9	11	30×31	100	94	19.5	6.5	1.75	31.5	11.3
1044	3	1	9	2	25	104	117	24.3	2.3	2	44.4	11.7
1045	3	1	9	8	29×32	.	.	.	.	.	.	.
1046	3	1	5	8	7×15	93	141	24.9	10	2.65	41.5	12
1047	3	1	5	2	6×20	91	140	23.4	9.6	2.76	46.2	11.9
1048	3	1	5	11	7×19	92	140	28.2	12.2	3.06	53.8	11.8
1049	3	1	5	10	7×17	91	139	26.3	13.4	3.28	56.8	12.1
1050	3	1	5	1	6×19	99	134	25.4	13.6	3.29	51.5	12.3
1051	3	1	5	9	7×16	.	.	.	.	.	.	.
1052	3	1	5	4	6×22	91	149	27.5	12.1	2.51	51.3	11.3
1053	3	1	5	6	6×25	93	141	23	5.6	2.53	46.9	11.7
1054	3	1	5	5	6×23	93	145	25.8	10.9	2.18	49.8	11.9
1055	3	1	5	7	7×14	90	153	28.2	13.6	2.66	43.2	12.2
1056	3	1	5	3	6×21	.	.	.	.	.	.	.
1057	3	1	11	3	9	96	96	18.1	2	1.29	32.8	11.2
1058	3	1	11	7	30	.	.	.	.	.	.	.
1059	3	1	11	5	28	.	.	.	.	.	.	.
1060	3	1	11	6	29	102	100	26.3	8.7	1.71	32.9	11
1061	3	1	11	4	11	100	86	21.7	3.4	1.76	33.1	11.9
1062	3	1	11	9	Purépecha	116	110	24.8	3	2.92	38.5	10.4
1063	3	1	11	1	6	94	97	21.7	10.1	1.71	23	11.6
1064	3	1	11	10	RB-4000	125	107	26.2	1.7	1.56	0.4	11
1065	3	1	11	11	VA-110	99	91	20.9	3.9	1.85	34.5	10.6
1066	3	1	11	2	7	93	104	22.8	7.5	1.94	27.5	11
1067	3	1	11	8	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
1068	3	1	7	8	11×17	93	132	24.5	7	3.57	66.2	12.4
1069	3	1	7	2	9×22	96	144	22.6	6.9	2.64	58.9	11.4
1070	3	1	7	11	11×21	.	.	.	.	.	.	.
1071	3	1	7	10	11×20	.	.	.	.	.	.	.
1072	3	1	7	1	9×21	100	112	22.7	10	2.56	48	11.9
1073	3	1	7	9	11×19	.	.	.	.	.	.	.
1074	3	1	7	4	9×25	103	138	22.8	4.7	3.05	57.3	12.4
1075	3	1	7	6	11×15	.	.	.	.	.	.	.
1076	3	1	7	5	11×14	94	152	27.3	14.8	3.04	56.3	11.8
1077	3	1	7	7	11×16	.	.	.	.	.	.	.
1078	3	1	7	3	9×23	101	140	24.7	6.3	2.38	57.5	11.2
1079	3	1	6	3	7×22	92	160	31.4	12.3	2.74	47.7	11.8
1080	3	1	6	7	9×15	94	141	23.2	10.4	2.42	57.3	11.7
1081	3	1	6	5	7×25	98	136	28.6	6.7	3.04	46.6	11.7
1082	3	1	6	6	9×14	95	164	21.2	11.3	2.32	46.3	12.6
1083	3	1	6	4	7×23	.	.	.	.	.	.	.
1084	3	1	6	9	9×17	94	139	21.7	10.2	3.24	69	11.7
1085	3	1	6	1	7×20	91	147	26.8	11.7	2.7	50.1	11.6
1086	3	1	6	10	9×19	100	139	24.5	8.9	2.61	58.1	11.5
1087	3	1	6	11	9×20	95	137	22.7	5.7	2.53	61.1	12

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1088	3	1	6	2	7×21	98	114	25.7	7.9	2.51	42.5	11.6
1089	3	1	6	8	9×16	95	143	22.7	6.4	2.63	59.9	11.8
1090	3	2	9	10	5	99	95	19.8	11.3	1.31	24.8	11.3
1091	3	2	9	1	7×23	.	.	.	.	.	.	.
1092	3	2	9	11	11×23	.	.	.	.	.	.	.
1093	3	2	9	4	RB-4000	125	106	26	3.2	1.08	1.2	11
1094	3	2	9	2	5×23	100	133	25.6	8.1	1.89	42.9	11.6
1095	3	2	9	9	1×23	.	.	.	.	.	.	.
1096	3	2	9	6	9×23	101	137	27.8	6.4	2.72	67.1	11.8
1097	3	2	9	3	2×23	.	.	.	.	.	.	.
1098	3	2	9	8	3×23	.	.	.	.	.	.	.
1099	3	2	9	7	6×23	100	129	25.6	9.6	2.45	47.1	12.1
1100	3	2	9	5	23	.	.	.	.	.	.	.
1101	3	2	8	5	9×22	.	.	.	.	.	.	.
1102	3	2	8	7	3×22	95	146	27.8	9.2	2.48	46.8	12
1103	3	2	8	8	1×22	97	156	31.3	15.4	2.5	60.2	12.1
1104	3	2	8	3	Purépecha	115	112	22.9	3.4	3.11	34.5	11.5
1105	3	2	8	6	6×22	95	145	27.3	10.2	2.3	52.5	12.1
1106	3	2	8	9	3	96	91	20.3	8.2	1.85	22.8	11.4
1107	3	2	8	2	2×22	100	150	26.9	11.9	2.68	57.4	11.9
1108	3	2	8	4	30×31	96	102	20	5.2	1.7	31.7	11.4
1109	3	2	8	11	7×22	94	159	29.7	8.5	2.73	52.7	11.6
1110	3	2	8	1	5×22	96	144	27.2	8.9	2.36	50.4	12.3
1111	3	2	8	10	11×22	.	.	.	.	.	.	.
1112	3	2	2	10	11×16	.	.	.	.	.	.	.
1113	3	2	2	1	5×16	96	142	26.2	7.1	2.51	51.3	11.4
1114	3	2	2	11	7×16	95	156	30	10.5	2.57	53.1	12
1115	3	2	2	4	16	99	152	25.6	9.8	2.75	52.3	11.6
1116	3	2	2	2	1×15	99	153	30	13.8	2.82	55	11.9
1117	3	2	2	9	28×33	.	.	.	.	.	.	.
1118	3	2	2	6	6×16	96	147	27.4	12.5	2.81	50	11.8
1119	3	2	2	3	31	103	104	18.5	7.3	1.22	29.7	11.1
1120	3	2	2	8	9	100	111	19	6.5	1.51	37.8	11.9
1121	3	2	2	7	2×15	99	144	24.4	10.6	2.6	47	12.1
1122	3	2	2	5	9×16	.	.	.	.	.	.	.
1123	3	2	10	5	VA-110	99	81	18.7	1.5	1.68	33.9	11.2
1124	3	2	10	7	9×25	100	142	22.4	3.4	3.03	61.9	12.2
1125	3	2	10	8	6×25	99	137	24	8.7	2.8	46.1	12.2
1126	3	2	10	3	5×25	98	139	25	4.7	2.69	48.1	12.1
1127	3	2	10	6	25	102	127	23.4	2.8	2.01	49.6	11.5
1128	3	2	10	9	3×25	97	134	23.7	5	2.49	57.2	12
1129	3	2	10	2	7×25	97	138	26.5	4	2.85	56.1	11.8
1130	3	2	10	4	2×25	98	134	23.2	4.7	2.34	47.8	11.8
1131	3	2	10	11	30×32	97	96	21.3	3.2	1.94	33.9	11.5
1132	3	2	10	1	11×25	.	.	.	.	.	.	.
1133	3	2	10	10	1×25	99	139	27.7	6.1	2.89	57.2	12.5
1134	3	2	7	10	7×21	.	.	.	.	.	.	.
1135	3	2	7	1	2×21	97	114	22.3	9.7	2.31	38.8	11.6
1136	3	2	7	11	5×21	94	108	24.1	10.6	2.3	39.3	12.3
1137	3	2	7	4	9×21	96	109	22.4	5	2.63	49.9	12
1138	3	2	7	2	TF-88	100	120	21.2	6.5	3.15	36.5	11.2
1139	3	2	7	9	22	.	.	.	.	.	.	.
1140	3	2	7	6	3×21	94	106	24.5	9.8	2.06	35.7	11.9
1141	3	2	7	3	29×34	99	115	22.7	13.9	1.77	34.8	11.9
1142	3	2	7	8	2	98	100	20	5.1	1.86	25	10.4
1143	3	2	7	7	1×21	96	105	26	8.8	2.16	42.3	11.6
1144	3	2	7	5	6×21	95	108	23.7	10.7	2.32	39.9	12.3
1145	3	2	4	5	33	103	104	20	6.9	1.13	30.3	10.9
1146	3	2	4	7	9×19	97	135	24.9	6.4	2.41	61.5	11.9
1147	3	2	4	8	5×17	95	145	25.2	14.1	2.85	49.6	11.8
1148	3	2	4	3	3×17	95	138	23.7	13	2.84	47.8	12.2
1149	3	2	4	6	19	99	142	26.5	11.7	2.77	51	11.4
1150	3	2	4	9	2×17	98	136	24.1	10	3.28	56.1	11.9
1151	3	2	4	2	7×19	96	137	27.9	4.9	3.06	62.4	11.6

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1152	3	2	4	4	1×17	97	138	25.5	9.7	2.87	58.1	12.1
1153	3	2	4	11	29×31	99	112	23.6	12.6	1.73	34.8	11.5
1154	3	2	4	1	11×19	.	.	.	.	.	.	.
1155	3	2	4	10	28	.	.	.	.	.	.	.
1156	3	2	11	10	5×14	95	160	27.8	17.7	2.8	46.7	12.4
1157	3	2	11	1	30×33	98	102	22.5	7	1.77	33.2	12
1158	3	2	11	11	2×14	98	151	26.8	11.7	2.41	48.9	11.5
1159	3	2	11	4	6×14	96	161	27.7	16.6	2.98	50.5	11
1160	3	2	11	2	14	96	162	25.3	14.1	2.52	39.7	11.4
1161	3	2	11	9	7×14	95	167	27.6	19.8	2.7	46.7	11.7
1162	3	2	11	6	6	99	101	20.7	13.4	1.79	26	11.8
1163	3	2	11	3	9×14	99	166	23.4	11.1	2.54	55.9	11.9
1164	3	2	11	8	11×14	97	156	28	12.7	3.23	62.8	12.2
1165	3	2	11	7	28×31	.	.	.	.	.	.	.
1166	3	2	11	5	3×14	96	158	28	18	2.72	43.7	11.8
1167	3	2	5	5	1×19	.	.	.	.	.	.	.
1168	3	2	5	7	20	101	144	23.4	7.5	2.2	54	11.3
1169	3	2	5	8	9×20	98	145	20.9	6.4	2.29	57.6	12.1
1170	3	2	5	3	6×19	.	.	.	.	.	.	.
1171	3	2	5	6	34	100	104	17.3	10.5	1.41	35.1	10.9
1172	3	2	5	9	5×19	97	140	27.5	14.4	3.16	53.1	12.4
1173	3	2	5	2	11×20	.	.	.	.	.	.	.
1174	3	2	5	4	3×19	97	139	26.9	11.3	3.13	53.4	12.7
1175	3	2	5	11	29	101	106	25.4	9.9	1.71	31.9	10.7
1176	3	2	5	1	29×32	99	105	26	7.2	1.67	37.6	11.1
1177	3	2	5	10	2×19	99	132	26.9	11.3	2.99	64.5	12.3
1178	3	2	3	10	28×34	.	.	.	.	.	.	.
1179	3	2	3	1	7×17	.	.	.	.	.	.	.
1180	3	2	3	11	11×17	.	.	.	.	.	.	.
1181	3	2	3	4	32	103	91	19.9	7	1.22	28.1	11.3
1182	3	2	3	2	3×16	96	153	27.4	10.2	2.84	59.9	11.9
1183	3	2	3	9	11	98	93	20.9	3.8	2.04	38	12
1184	3	2	3	6	9×17	97	146	19.9	8.1	2.96	73.4	12.1
1185	3	2	3	3	1×16	96	164	30.3	13.1	2.39	54.2	11.3
1186	3	2	3	8	2×16	98	164	25.7	10	2.49	51.5	11.8
1187	3	2	3	7	6×17	97	139	24.6	16.2	3.12	54.4	12
1188	3	2	3	5	17	.	.	.	.	.	.	.
1189	3	2	6	5	3×20	.	.	.	.	.	.	.
1190	3	2	6	7	1	.	.	.	.	.	.	.
1191	3	2	6	8	21	.	.	.	.	.	.	.
1192	3	2	6	3	11×21	.	.	.	.	.	.	.
1193	3	2	6	6	1×20	96	157	29.1	14	2.3	57.2	11.7
1194	3	2	6	9	7×20	96	154	26.5	10.4	2.49	56.8	11.7
1195	3	2	6	2	29×33	.	.	.	.	.	.	.
1196	3	2	6	4	6×20	98	135	23.7	14.8	2.48	54.6	11.6
1197	3	2	6	11	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1198	3	2	6	1	30	.	.	.	.	.	.	.
1199	3	2	6	10	5×20	.	.	.	.	.	.	.
1200	3	2	1	10	7×15	98	147	26.2	12.8	2.96	52.9	11.5
1201	3	2	1	1	1×14	98	152	30.1	17.1	2.88	52.9	11.9
1202	3	2	1	11	5×15	.	.	.	.	.	.	.
1203	3	2	1	4	9×15	99	148	22.9	10.6	2.62	60.6	12
1204	3	2	1	2	30×34	100	96	20.5	6	1.89	40.7	11.2
1205	3	2	1	9	11×15	.	.	.	.	.	.	.
1206	3	2	1	6	3×15	97	147	24.5	9.6	3.18	58	11.7
1207	3	2	1	3	15	.	.	.	.	.	.	.
1208	3	2	1	8	28×32	100	106	22.3	8	1.87	37.9	12
1209	3	2	1	7	7	98	103	21.8	8.4	1.98	29.8	10.7
1210	3	2	1	5	6×15	98	138	25.3	8.1	2.87	51	12
1211	3	3	8	7	2×19	99	128	25.3	12.3	2.67	43.8	11.9
1212	3	3	8	1	11×23	.	.	.	.	.	.	.
1213	3	3	8	3	9×19	.	.	.	.	.	.	.
1214	3	3	8	11	29×33	.	.	.	.	.	.	.
1215	3	3	8	5	5×25	99	125	24.7	10.7	3.55	33.7	12.1

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1216	3	3	8	9	6	.	.	.	.	.	.	.
1217	3	3	8	6	5×16	.	.	.	.	.	.	.
1218	3	3	8	10	32	.	.	.	.	.	.	.
1219	3	3	8	4	6×21	.	.	.	.	.	.	.
1220	3	3	8	2	11×15	.	.	.	.	.	.	.
1221	3	3	8	8	1×22	.	.	.	.	.	.	.
1222	3	3	9	8	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1223	3	3	9	2	11×25	.	.	.	.	.	.	.
1224	3	3	9	4	9×20	.	.	.	.	.	.	.
1225	3	3	9	10	7	.	.	.	.	.	.	.
1226	3	3	9	6	6×14	99	146	26	19.6	2.96	34.8	11.7
1227	3	3	9	9	1×23	.	.	.	.	.	.	.
1228	3	3	9	5	6×22	101	138	25	14.1	2.34	31.9	11
1229	3	3	9	11	33	.	.	.	.	.	.	.
1230	3	3	9	3	11×16	.	.	.	.	.	.	.
1231	3	3	9	1	29×34	.	.	.	.	.	.	.
1232	3	3	9	7	3×16	.	.	.	.	.	.	.
1233	3	3	3	7	19	.	.	.	.	.	.	.
1234	3	3	3	1	3×22	99	137	23.7	13.8	2.25	32.2	11.7
1235	3	3	3	3	1×16	.	.	.	.	.	.	.
1236	3	3	3	11	5×19	.	.	.	.	.	.	.
1237	3	3	3	5	5	102	98	19.2	13.7	1.68	20.3	10.3
1238	3	3	3	9	7×25	99	126	25.2	7.2	2.93	44.5	12
1239	3	3	3	6	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1240	3	3	3	10	7×16	.	.	.	.	.	.	.
1241	3	3	3	4	30	.	.	.	.	.	.	.
1242	3	3	3	2	3×14	95	154	27.4	16.1	2.88	39.9	11.5
1243	3	3	3	8	9×21	.	.	.	.	.	.	.
1244	3	3	10	8	3×17	96	137	26.2	14.5	3.21	57.4	12.2
1245	3	3	10	2	30×31	99	97	19.6	6.6	1.82	37.6	11.5
1246	3	3	10	4	11×17	.	.	.	.	.	.	.
1247	3	3	10	10	1×25	101	129	29.3	8.9	2.59	52.9	11.5
1248	3	3	10	6	6×23	.	.	.	.	.	.	.
1249	3	3	10	9	2×21	99	111	21.8	12.8	2.37	36.4	11.4
1250	3	3	10	5	7×20	98	139	24.5	10.5	2.45	40.6	11.9
1251	3	3	10	11	9	.	.	.	.	.	.	.
1252	3	3	10	3	14	99	144	25.1	14.4	2.55	36.4	11
1253	3	3	10	1	34	105	101	17.1	9.5	1.46	30.4	11.7
1254	3	3	10	7	6×15	100	138	24.8	15.4	3	35.3	11.5
1255	3	3	11	7	6×25	98	122	22.6	10.2	2.81	46.2	12.1
1256	3	3	11	1	11	99	85	19.7	5.3	2.04	35.4	11.4
1257	3	3	11	3	23	.	.	.	.	.	.	.
1258	3	3	11	11	2×14	98	150	25.6	12.4	2.83	52.3	11.5
1259	3	3	11	5	11×19	.	.	.	.	.	.	.
1260	3	3	11	9	3×19	98	130	24.1	12.2	3.26	57.3	11.9
1261	3	3	11	6	7×21	97	115	26.4	13.1	2.59	44.6	11.8
1262	3	3	11	10	2×22	.	.	.	.	.	.	.
1263	3	3	11	4	15	104	135	22.5	8.3	2.57	45.3	10.6
1264	3	3	11	2	1	.	.	.	.	.	.	.
1265	3	3	11	8	6×16	96	152	26.1	15.9	2.77	53.7	11.9
1266	3	3	7	8	VA-110	100	83	20.7	1.6	1.6	28.6	11.5
1267	3	3	7	2	9×17	99	139	22	10.2	3.12	68.3	12
1268	3	3	7	4	5×23	99	138	25.1	9.3	2.49	53.2	11.5
1269	3	3	7	10	29×32	101	106	24.1	8.1	1.64	35.1	11.2
1270	3	3	7	6	2×17	.	.	.	.	.	.	.
1271	3	3	7	9	31	105	99	16.8	6.8	1.33	33.0	10.6
1272	3	3	7	5	5×15	.	.	.	.	.	.	.
1273	3	3	7	11	11×22	.	.	.	.	.	.	.
1274	3	3	7	3	6×20	.	.	.	.	.	.	.
1275	3	3	7	1	11×14	98	154	26.5	13.2	2.98	56.4	11.6
1276	3	3	7	7	1×21	.	.	.	.	.	.	.
1277	3	3	1	7	7×22	.	.	.	.	.	.	.
1278	3	3	1	1	1×14	97	148	28.9	19.8	2.77	49.4	11.3
1279	3	3	1	3	2	102	95	18.9	9.5	1.88	23.2	10.8

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1280	3	3	1	11	2×23	.	.	.	.	.	.	.
1281	3	3	1	5	16	.	.	.	.	.	.	.
1282	3	3	1	9	6×17	99	133	23.2	14.5	3.33	50.2	12
1283	3	3	1	6	11×20	.	.	.	.	.	.	.
1284	3	3	1	10	3×20	99	145	24	12.5	2.85	57.9	11.8
1285	3	3	1	4	25	104	126	23.7	3.5	2.12	46.9	11.7
1286	3	3	1	2	28	.	.	.	.	.	.	.
1287	3	3	1	8	7×14	93	158	28.1	16.8	2.69	41.8	11.5
1288	3	3	2	8	7×23	99	145	27.3	10	2.65	48.3	12
1289	3	3	2	2	1×15	97	151	28.1	14	2.74	59.6	10.8
1290	3	3	2	4	3	98	90	19.9	7.4	2.02	22.7	11.4
1291	3	3	2	10	5×17	99	134	24.9	14.1	3.43	60.7	11.7
1292	3	3	2	6	17	.	.	.	.	.	.	.
1293	3	3	2	9	7×15	98	152	25	12.1	2.9	53.2	11.4
1294	3	3	2	5	28×31	.	.	.	.	.	.	.
1295	3	3	2	11	3×21	98	112	25.5	12.3	2.26	37.2	11.7
1296	3	3	2	3	29	102	103	25.6	10.1	1.78	35.7	10.5
1297	3	3	2	1	2×25	100	129	24.1	5.1	2.59	56.6	12
1298	3	3	2	7	11×21	.	.	.	.	.	.	.
1299	3	3	4	7	28×33	102	108	20.3	7.4	1.76	35.5	11.2
1300	3	3	4	1	5×20	.	.	.	.	.	.	.
1301	3	3	4	3	3×15	98	141	23.4	9.9	3	51.3	11.5
1302	3	3	4	11	7×17	97	145	24.3	13.9	2.9	52.4	11.6
1303	3	3	4	5	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
1304	3	3	4	9	9×22	100	144	21.5	7.2	2.52	61.2	11.8
1305	3	3	4	6	30×32	98	95	20.8	4.9	2.17	33.5	11.4
1306	3	3	4	10	9×14	98	167	23.9	13.7	2.69	61.3	11.5
1307	3	3	4	4	1×17	99	151	27.1	13.9	3.06	59.4	11.6
1308	3	3	4	2	3×23	.	.	.	.	.	.	.
1309	3	3	4	8	20	.	.	.	.	.	.	.
1310	3	3	5	8	28×34	102	105	21.2	7	2.05	37.9	11.3
1311	3	3	5	2	5×21	98	115	24.1	15.2	2.12	36.4	11.4
1312	3	3	5	4	2×15	101	146	22.9	8.8	2.79	49.8	11.1
1313	3	3	5	10	9×23	101	143	22	8.8	2.43	56.4	11.2
1314	3	3	5	6	Purépecha	115	110	26.1	4.6	2.91	31	10.6
1315	3	3	5	9	21	.	.	.	.	.	.	.
1316	3	3	5	5	1×19	98	137	30.7	12	2.57	62.2	12.2
1317	3	3	5	11	9×15	99	141	23	5.8	2.66	54.5	11.4
1318	3	3	5	3	3×25	98	139	26.5	4.8	3.17	55.4	12.1
1319	3	3	5	1	7×19	98	142	27.9	12.4	3.14	49.6	12.1
1320	3	3	5	7	30×33	98	100	21.7	5.8	1.74	31.9	11.2
1321	3	3	6	7	RB-4000	122	103	27.4	1.6	2.49	9.3	11
1322	3	3	6	1	9×16	101	153	21.3	9.7	2.62	54	11.9
1323	3	3	6	3	5×22	99	153	26.2	11.5	2.6	57.7	11.8
1324	3	3	6	11	9×25	100	140	22.7	2.1	2.86	60.8	11.7
1325	3	3	6	5	2×16	99	150	25.9	10.5	2.49	52.8	11.5
1326	3	3	6	9	29×31	101	117	24.4	14.9	1.55	34.5	10.7
1327	3	3	6	6	1×20	96	153	30.8	13.8	2.42	61.8	11.7
1328	3	3	6	10	22	.	.	.	.	.	.	.
1329	3	3	6	4	5×14	95	158	26	18.1	2.67	47.6	11.4
1330	3	3	6	2	6×19	.	.	.	.	.	.	.
1331	3	3	6	8	30×34	98	98	20.6	3.2	1.75	40.2	11.3
1332	3	4	5	10	6×20	97	145	24.6	11.9	2.67	56.8	11.9
1333	3	4	5	1	9	101	109	18.9	5.3	1.44	42.3	10.6
1334	3	4	5	11	19	101	136	26.2	13.8	2.97	50.6	11.9
1335	3	4	5	2	5×14	96	158	28	15	2.74	47.4	11.7
1336	3	4	5	3	7×23	98	146	27	9.4	2.87	62	11.5
1337	3	4	5	8	30×32	99	96	20.9	3.1	2.02	28.9	10.7
1338	3	4	5	4	29×34	102	111	25.1	13	1.83	39.6	11.5
1339	3	4	5	5	1×19	98	141	30.6	16.5	2.72	66.6	12.2
1340	3	4	5	7	11×15	.	.	.	.	.	.	.
1341	3	4	5	6	6×17	98	128	23.3	10.9	3.04	52.8	11.8
1342	3	4	5	9	2×22	99	153	24.5	10.6	2.57	55.3	11.6
1343	3	4	11	9	9×19	98	144	24.9	11.6	2.66	71.5	11.8

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1344	3	4	11	6	11×25	103	116	24.1	1.4	2.95	42.2	11.5
1345	3	4	11	7	Purépecha	114	109	25.4	2.8	3.22	49.1	10.5
1346	3	4	11	5	7×15	97	150	26.3	11.1	2.73	47.4	11.4
1347	3	4	11	4	2×16	99	159	26.7	7.7	2.23	48.7	11.4
1348	3	4	11	8	3×20	97	144	24	11.8	2.58	50.7	11.6
1349	3	4	11	3	34	103	102	18	8.4	1.29	31.5	11.3
1350	3	4	11	2	9×21	100	122	22	12.6	2.66	54.3	12
1351	3	4	11	11	2×14	98	155	23.6	15.5	2.74	45.9	12
1352	3	4	11	1	5×23	98	139	25.8	9.8	2.05	42.3	11.6
1353	3	4	11	10	28×33	101	108	20.3	4	1.88	42.7	11.7
1354	3	4	7	10	30×34	98	104	19.7	5.9	1.88	35.9	11.3
1355	3	4	7	1	6×22	94	142	25.1	10.3	2.69	54.4	12
1356	3	4	7	11	2×25	100	136	23.1	3.7	2.57	48.8	11.6
1357	3	4	7	2	21	100	95	20.7	13.5	2.48	28.8	11.3
1358	3	4	7	3	28	.	.	.	.	.	.	.
1359	3	4	7	8	5×19	98	133	26.1	12.3	3.11	55.2	12.3
1360	3	4	7	4	5×16	98	148	26	9.5	2.45	47.2	11.6
1361	3	4	7	5	9×14	98	163	23.4	16.5	2.52	55.7	11.1
1362	3	4	7	7	1×21	99	117	28.4	12.7	2.25	41.4	12.1
1363	3	4	7	6	23	.	.	.	.	.	.	.
1364	3	4	7	9	11×17	97	128	24.6	8.1	3.27	68.2	12.3
1365	3	4	10	9	28×32	100	98	21.1	7.2	1.9	44.7	11.2
1366	3	4	10	6	TF-88	99	124	22.5	8.8	3.41	43.4	11.8
1367	3	4	10	7	3×19	96	135	27.4	12.1	3.2	53.6	11.7
1368	3	4	10	5	11×23	.	.	.	.	.	.	.
1369	3	4	10	4	7×14	96	157	28.6	16.7	2.77	45.7	11
1370	3	4	10	8	9×17	98	129	21.5	7.6	2.84	56.1	12.1
1371	3	4	10	3	2×15	98	143	23.3	10.7	2.76	51.4	11.7
1372	3	4	10	2	33	105	103	19	7.5	1.14	31.3	10.9
1373	3	4	10	11	5×22	97	145	25.9	12.8	2.52	50.2	12
1374	3	4	10	1	11×21	.	.	.	.	.	.	.
1375	3	4	10	10	1×25	98	138	28.9	9	2.81	59.9	12.1
1376	3	4	6	10	2×23	99	137	23.7	8	2.74	63.2	11.8
1377	3	4	6	1	20	104	138	23	7	2.41	55.9	11.1
1378	3	4	6	11	6×21	97	112	24.3	11	2.02	36	12.1
1379	3	4	6	2	11	100	92	19.8	6.3	1.94	34	11.2
1380	3	4	6	3	5×15	99	138	24.8	10.8	2.75	46.7	11.9
1381	3	4	6	8	11×16	.	.	.	.	.	.	.
1382	3	4	6	4	7×25	98	131	26.7	4.7	2.65	46.1	11.5
1383	3	4	6	5	30×31	99	97	19.7	5.4	1.78	35.5	11
1384	3	4	6	7	5×17	97	134	25	15.3	3	55.5	12
1385	3	4	6	6	1×20	98	154	29	14	2.49	54.8	11.9
1386	3	4	6	9	30×33	98	103	20.5	7.3	1.98	30.3	10.7
1387	3	4	9	9	1×23	96	142	31.6	9.7	2.21	53.7	11.9
1388	3	4	9	6	3×17	96	139	26.6	15.1	2.89	46.2	11.5
1389	3	4	9	7	9×16	99	138	19.6	3.9	2.6	55.7	12.1
1390	3	4	9	5	30	.	.	.	.	.	.	.
1391	3	4	9	4	11×22	.	.	.	.	.	.	.
1392	3	4	9	8	28×31	.	.	.	.	.	.	.
1393	3	4	9	3	6×25	97	133	24.1	6.3	2.6	44.2	11.9
1394	3	4	9	2	3×15	98	141	25.4	8	4.08	50.3	11.4
1395	3	4	9	11	11×20	.	.	.	.	.	.	.
1396	3	4	9	1	32	102	91	18.3	7.3	1.27	28.8	11.1
1397	3	4	9	10	5×21	98	119	23.9	15.4	2.19	36.4	11.4
1398	3	4	8	10	11×19	98	139	25.9	11.2	2.98	59.2	12.2
1399	3	4	8	1	3×14	97	154	28	14.1	2.82	42.1	10.8
1400	3	4	8	11	31	103	111	16.8	10.6	1.25	29.5	11.2
1401	3	4	8	2	6×23	98	141	24.2	13.1	2.49	52.8	11.7
1402	3	4	8	3	22	.	.	.	.	.	.	.
1403	3	4	8	8	1×22	96	156	28.6	10.1	2.64	59.7	11.3
1404	3	4	8	4	29	102	102	25.7	8.4	1.48	27.2	10.5
1405	3	4	8	5	3×16	92	148	28.3	10.9	2.87	54.7	12.3
1406	3	4	8	7	25	103	128	22.8	4.1	2.1	47.6	11.8
1407	3	4	8	6	9×15	99	147	23.1	6.7	2.33	56.1	11.9

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1408	3	4	8	9	5×20	.	.	.	.	.	.	.
1409	3	4	2	9	VA-110	97	85	20.8	1.7	1.62	32.8	10.7
1410	3	4	2	6	2×19	98	137	25.6	7.6	2.76	58	11.8
1411	3	4	2	7	7×17	97	142	25.9	12.1	3.03	58.1	11.7
1412	3	4	2	5	2	99	100	19.2	10.2	1.86	21.7	10.7
1413	3	4	2	4	9×23	.	.	.	.	.	.	.
1414	3	4	2	8	15	102	150	21.4	10.2	2.56	41.2	11.2
1415	3	4	2	3	6×14	95	155	26.3	21.3	2.88	42.9	11.2
1416	3	4	2	2	1×15	95	158	27.6	15.3	2.42	49	11.4
1417	3	4	2	11	7×20	96	147	27.1	9.1	2.68	53.9	11.6
1418	3	4	2	1	29×31	99	115	24.4	12.1	1.79	42.5	11.2
1419	3	4	2	10	3×22	97	146	25.6	10.6	2.77	50.8	12
1420	3	4	4	10	17	.	.	.	.	.	.	.
1421	3	4	4	1	3×25	98	132	24.5	4.9	2.93	54	12.2
1422	3	4	4	11	7	97	107	22.1	8.9	2.1	33.3	10.3
1423	3	4	4	2	7×22	96	152	27.3	9.8	2.89	59.1	12.1
1424	3	4	4	3	29×33	99	108	23.9	13.6	2.09	36.7	11.7
1425	3	4	4	8	2×21	101	122	22.6	12.6	2.07	42.9	11.9
1426	3	4	4	4	1×17	97	142	27.2	9.1	2.87	58.4	12.1
1427	3	4	4	5	6×16	97	147	27.3	10.8	2.74	57.8	12.4
1428	3	4	4	7	5	99	94	18.4	13.3	1.65	25.3	10
1429	3	4	4	6	11×14	.	.	.	.	.	.	.
1430	3	4	4	9	6×19	97	128	26.1	11.3	3.13	60.5	11.8
1431	3	4	3	9	16	100	151	23.2	9	2.75	53.9	11.5
1432	3	4	3	6	3	98	86	19.6	8.3	1.88	26.2	11.1
1433	3	4	3	7	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1434	3	4	3	5	9×25	101	146	23.2	4.6	2.76	69	12.2
1435	3	4	3	4	6×15	96	144	26.1	7.6	2.82	52.3	11.9
1436	3	4	3	8	7×19	96	150	27.4	13	2.95	62.7	12.3
1437	3	4	3	3	1×16	97	155	30.8	10.7	2.62	59	11.9
1438	3	4	3	2	29×32	100	108	25.8	11.9	1.99	27.5	11.5
1439	3	4	3	11	3×23	.	.	.	.	.	.	.
1440	3	4	3	1	7×21	95	116	25.5	9.8	2.4	44	11
1441	3	4	3	10	6	99	94	19.7	7.3	1.89	29.5	11.7
1442	3	4	1	10	9×20	101	139	20.1	7.8	2.53	57.7	12.1
1443	3	4	1	1	1×14	97	159	30.4	21.5	3.02	49.8	12
1444	3	4	1	11	28×34	.	.	.	.	.	.	.
1445	3	4	1	2	5×25	.	.	.	.	.	.	.
1446	3	4	1	3	9×22	99	162	22.1	9	2.8	70.5	11.4
1447	3	4	1	8	RB-4000	125	107	26.5	2.4	1.62	2.1	11
1448	3	4	1	4	1	102	101	24.3	10.2	1.65	28.6	10.6
1449	3	4	1	5	2×17	99	137	23.4	12.7	2.54	42.3	11.6
1450	3	4	1	7	14	98	165	26.2	15.8	2.59	43.5	11.1
1451	3	4	1	6	7×16	96	154	28.1	10.1	2.95	64.1	11.7
1452	3	4	1	9	3×21	97	115	25.7	14.8	2.95	46.7	11.7
1453	4	1	3	9	5×14	87	142	23.3	23.9	1.8	19.4	10.4
1454	4	1	3	5	3×21	88	116	20.7	22.4	1.61	13	11.2
1455	4	1	3	7	3×23	96	135	23.3	18.1	1.16	12.8	11.4
1456	4	1	3	3	3×19	89	128	23	22.5	1.77	14.5	11.4
1457	4	1	3	1	3×16	87	137	22.6	19.5	1.62	16.3	11
1458	4	1	3	8	3×25	94	131	21.1	19.5	1.53	18.9	10.8
1459	4	1	3	11	5×16	91	131	22.3	22.4	1.71	20	11.4
1460	4	1	3	4	3×20	92	129	22.3	21.6	1.46	18.9	10.7
1461	4	1	3	2	3×17	94	140	21.8	19.8	1.68	15.9	10.4
1462	4	1	3	10	5×15	94	132	23.8	17.9	1.46	14.2	9.4
1463	4	1	3	6	3×22	93	134	23.1	17.1	1.36	12.9	10.3
1464	4	1	1	6	1×20	101	136	22.6	21.9	1.21	10.2	10
1465	4	1	1	10	1×25	101	117	24.7	15.9	.	.	.
1466	4	1	1	2	1×15	102	133	23.4	19.2	1.03	7.1	10
1467	4	1	1	4	1×17	96	143	24.3	22.8	1.38	14	10.4
1468	4	1	1	11	2×14	93	135	22.1	22.2	1.02	20	10.2
1469	4	1	1	8	1×22	96	133	25.4	16.9	1.27	15.5	10.3
1470	4	1	1	1	1×14	94	147	24.9	27.2	1.36	16.5	12.4
1471	4	1	1	3	1×16	95	120	22.9	18.9	1.47	13.5	10.6

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1472	4	1	1	7	1×21	95	125	23.9	29.6	1.35	8	11.6
1473	4	1	1	5	1×19	99	130	26.2	19.5	1.25	17.3	10.6
1474	4	1	1	9	1×23	104	120	24.8	15.5	1.04	6.7	10.2
1475	4	1	9	9	29×33	101	104	21.8	12	.	.	.
1476	4	1	9	5	28×33	104	106	20.5	8	.	.	.
1477	4	1	9	7	29×31	101	111	21.6	17.1	.	.	.
1478	4	1	9	3	28×31	101	107	19.2	10.9	1.08	6.8	10.8
1479	4	1	9	1	23	.	.	.	.	.	.	.
1480	4	1	9	8	29×32	101	106	23	17.1	.	.	.
1481	4	1	9	11	30×31	95	101	18.6	12.7	1.41	8.6	11.2
1482	4	1	9	4	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1483	4	1	9	2	25	105	103	19.4	3	.	.	.
1484	4	1	9	10	29×34	.	.	.	.	.	.	.
1485	4	1	9	6	28×34	105	98	18.7	5.6	.	.	.
1486	4	1	10	6	33	113	94	16.7	8	.	.	.
1487	4	1	10	10	3	94	84	17.3	18.8	.	.	.
1488	4	1	10	2	30×33	97	103	19.5	14.8	.	.	.
1489	4	1	10	4	31	106	97	15.5	9.2	.	.	.
1490	4	1	10	11	5	95	94	16.9	21.7	1.35	5.9	11.6
1491	4	1	10	8	1	.	.	.	.	.	.	.
1492	4	1	10	1	30×32	95	104	18.2	17.1	1.34	10.5	11.4
1493	4	1	10	3	30×34	95	101	19.9	18.3	1.39	11.5	11.6
1494	4	1	10	7	34	106	98	16.3	13.2	.	.	.
1495	4	1	10	5	32	103	91	17.1	12.5	.	.	.
1496	4	1	10	9	2	94	99	19.1	16.2	1.43	8.9	11.6
1497	4	1	2	9	2×25	100	118	21.1	7.8	1.26	15.3	10.2
1498	4	1	2	5	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1499	4	1	2	7	2×22	98	146	23.1	15.8	1.6	13.9	10.4
1500	4	1	2	3	2×17	97	132	24	16.3	1.39	20	10.3
1501	4	1	2	1	2×15	94	133	20.8	24.1	1.52	14.8	10.6
1502	4	1	2	8	2×23	99	135	20.9	18	1.09	11.8	9.4
1503	4	1	2	11	3×15	93	138	24.5	19.6	1.57	15.6	10.9
1504	4	1	2	4	2×19	95	133	22.5	21.3	1.47	17.6	11.1
1505	4	1	2	2	2×16	96	141	23.5	18	1.42	19.7	10.4
1506	4	1	2	10	3×14	92	139	24.2	23.4	1.69	18.8	10.5
1507	4	1	2	6	2×21	95	125	22.2	27.4	1.33	15.1	10.9
1508	4	1	5	6	6×25	93	130	22.7	10.1	1.61	19.6	11
1509	4	1	5	10	7×17	91	138	24.7	19.9	1.77	24.7	10.4
1510	4	1	5	2	6×20	93	132	22.4	17.2	1.63	22.7	11.2
1511	4	1	5	4	6×22	92	142	25	19.3	1.47	21.9	10.4
1512	4	1	5	11	7×19	91	131	24.9	20	1.55	19.7	10.8
1513	4	1	5	8	7×15	93	137	22.8	19.5	1.02	14.9	10.4
1514	4	1	5	1	6×19	89	131	23.8	22	1.77	21.1	11.5
1515	4	1	5	3	6×21	89	120	21.8	30.2	1.57	13.2	11
1516	4	1	5	7	7×14	86	139	23.7	22.1	1.68	13.9	10.5
1517	4	1	5	5	6×23	95	132	21.8	21.8	1.31	10	9.6
1518	4	1	5	9	7×16	89	124	22.4	13.9	1.31	10	10.2
1519	4	1	4	9	6×15	94	126	22	20.4	1.44	12.8	10.6
1520	4	1	4	5	5×22	93	132	21.9	22.4	1.27	10.9	10.5
1521	4	1	4	7	5×25	98	122	23.8	10.1	1.25	13.1	10.5
1522	4	1	4	3	5×20	94	136	22.9	18.1	1.37	17	10.6
1523	4	1	4	1	5×17	90	126	23.7	22	1.53	16.3	10.8
1524	4	1	4	8	6×14	88	145	24.3	22.4	1.85	18.4	10.6
1525	4	1	4	11	6×17	91	125	22.6	18.9	1.78	20.6	10.7
1526	4	1	4	4	5×21	89	119	21.8	28.8	1.72	15.1	9.8
1527	4	1	4	2	5×19	93	130	24.5	22.4	1.69	18.7	11
1528	4	1	4	10	6×16	92	144	24.2	19.8	1.49	20.3	10.8
1529	4	1	4	6	5×23	94	137	23.6	17.7	1.42	18.7	10.7
1530	4	1	11	6	29	99	91	22.6	10	.	.	.
1531	4	1	11	10	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
1532	4	1	11	2	7	95	103	21.4	17.5	1.41	8.6	10.6
1533	4	1	11	4	11	99	93	18.3	5.3	1.1	6.1	10.8
1534	4	1	11	11	VA-110	94	93	19.8	12	1.4	10.3	11.6
1535	4	1	11	8	TF-88	109	119	19.1	2	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1536	4	1	11	1	6	96	106	19.8	19.4	1.46	9.4	11
1537	4	1	11	3	9	103	96	16.3	11.7	0.86	3.2	10.2
1538	4	1	11	7	30	.	.	.	.	.	.	.
1539	4	1	11	5	28	109	108	19.6	7.1	.	.	.
1540	4	1	11	9	Purépecha	117	105	20.1	8.4	.	.	.
1541	4	1	7	9	11×19	96	123	21.5	16.3	1.28	14.1	10.7
1542	4	1	7	5	11×14	94	143	23.5	21.4	1.43	17.5	10.6
1543	4	1	7	7	11×16	101	134	22	12.5	1.14	8.9	10.8
1544	4	1	7	3	9×23	100	126	20.8	14.1	1.05	7.6	12.6
1545	4	1	7	1	9×21	94	120	20.9	25.9	1.3	14.6	10.6
1546	4	1	7	8	11×17	97	127	20.7	12	1.53	18.8	10.6
1547	4	1	7	11	11×21	94	116	23.1	16.7	1.56	13.5	11
1548	4	1	7	4	9×25	95	126	19.8	8	1.39	14.9	10.3
1549	4	1	7	2	9×22	94	136	20.5	9	1.14	12.4	9.8
1550	4	1	7	10	11×20	100	128	20.2	12.4	1.11	9.4	11.2
1551	4	1	7	6	11×15	99	137	21.7	15.8	1.09	10.7	12
1552	4	1	6	6	9×14	92	148	20.9	20.5	1.36	21	10.6
1553	4	1	6	10	9×19	94	133	22.2	15.8	1.27	19.1	11
1554	4	1	6	2	7×21	89	119	23.4	23.1	1.56	13.7	10.8
1555	4	1	6	4	7×23	97	139	24.9	15.6	1.22	12.8	10.6
1556	4	1	6	11	9×20	95	133	20.7	13.2	1.28	22.5	11.4
1557	4	1	6	8	9×16	95	128	19.9	13.6	1.23	13.1	11.6
1558	4	1	6	1	7×20	88	136	23.1	18.2	1.54	18.9	11.2
1559	4	1	6	3	7×22	98	138	24	18.3	1.38	17.8	11
1560	4	1	6	7	9×15	99	141	20.5	14.8	1.07	10.6	10.2
1561	4	1	6	5	7×25	88	128	23.8	12.6	1.58	14.4	10.5
1562	4	1	6	9	9×17	97	130	20.1	16.9	1.19	13.1	10.2
1563	4	1	8	9	20	104	124	20.2	7.8	0.82	6.9	9.8
1564	4	1	8	5	15	109	124	19	5	0.71	2.8	10.8
1565	4	1	8	7	17	.	.	.	.	.	.	.
1566	4	1	8	3	11×25	101	113	20.9	8.3	1.08	6.5	11.4
1567	4	1	8	1	11×22	100	137	22.4	13.1	0.97	9	10.8
1568	4	1	8	8	19	.	.	.	.	.	.	.
1569	4	1	8	11	22	99	127	21.6	11.2	1.46	9.4	10.6
1570	4	1	8	4	14	93	152	23	23.7	1.29	11.8	11
1571	4	1	8	2	11×23	105	133	24.5	9.9	0.93	7	10.6
1572	4	1	8	10	21	96	98	20.9	14.8	.	.	.
1573	4	1	8	6	16	.	.	.	.	.	.	.
1574	4	2	9	1	7×23	97	136	24.3	13	0.97	5.1	10.6
1575	4	2	9	3	2×23	99	135	22.8	16.6	1.21	9	9.4
1576	4	2	9	6	9×23	102	123	21.1	14.2	.	.	.
1577	4	2	9	2	5×23	97	134	23.7	20.3	1.23	7.2	10.7
1578	4	2	9	5	23	106	118	20.3	3	.	.	.
1579	4	2	9	7	6×23	95	129	22.8	17.6	1.2	12.1	9.6
1580	4	2	9	8	3×23	93	133	24	17.7	1.28	8.8	11.4
1581	4	2	9	9	1×23	101	133	27.7	17.3	1.03	9.8	10.2
1582	4	2	9	10	5	94	100	18.7	19.7	.	.	.
1583	4	2	9	4	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
1584	4	2	9	11	11×23	106	128	22.5	10	.	.	.
1585	4	2	11	11	2×14	93	148	22.9	17.1	1.72	21.8	9.8
1586	4	2	11	4	6×14	90	146	25.3	18.4	1.79	17.6	11
1587	4	2	11	10	5×14	93	152	24	26.4	1.66	16.1	10.5
1588	4	2	11	9	7×14	87	140	24.7	22	1.79	16.8	10.7
1589	4	2	11	8	11×14	93	138	24.3	18.9	1.47	17.7	10.4
1590	4	2	11	7	28×31	97	108	19.7	13	0.9	9.5	10.8
1591	4	2	11	5	3×14	90	135	25.1	22.1	1.82	17.5	10.6
1592	4	2	11	2	14	93	147	22	20.7	1.28	9.5	11
1593	4	2	11	6	6	95	97	19.2	15.9	1.61	9.5	11
1594	4	2	11	3	9×14	94	148	20.2	21.8	1.16	12.7	10.2
1595	4	2	11	1	30×33	95	106	20.3	17.5	.	.	.
1596	4	2	1	1	1×14	95	152	25	28.9	1.26	11.8	12.4
1597	4	2	1	3	15	109	115	18.6	4.4	.	.	.
1598	4	2	1	6	3×15	95	133	21.4	20.1	1.32	8.9	10.9
1599	4	2	1	2	30×34	95	100	19	13.4	1.26	6.3	11.6

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1600	4	2	1	5	6×15	96	133	22.7	22.1	1.45	11.9	10.6
1601	4	2	1	7	7	95	100	20.5	16.8	1.55	8	10.6
1602	4	2	1	8	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1603	4	2	1	9	11×15	98	129	21.2	18.9	1.12	11.4	12
1604	4	2	1	10	7×15	94	139	23.5	17.1	1.34	11.5	10.4
1605	4	2	1	4	9×15	95	139	20.5	13	1.26	13.8	10.2
1606	4	2	1	11	5×15	93	134	23.2	20.7	1.53	13.4	9.4
1607	4	2	5	11	29	101	95	24.7	15	.	.	.
1608	4	2	5	4	3×19	90	130	25	17.2	1.64	16.5	10.9
1609	4	2	5	10	2×19	94	130	24.1	18.5	1.49	15.9	10.8
1610	4	2	5	9	5×19	91	131	24.6	21.4	1.59	16.7	11.1
1611	4	2	5	8	9×20	94	132	19.4	14.3	1.31	19.4	10.8
1612	4	2	5	7	20	104	128	21.9	10.1	1.11	6.7	9.8
1613	4	2	5	5	1×19	96	136	27.2	22.4	1.15	13.3	10.7
1614	4	2	5	2	11×20	103	113	19.5	11.8	1.03	4.6	11.2
1615	4	2	5	6	34	105	99	17.6	12.3	.	.	.
1616	4	2	5	3	6×19	94	130	24.7	24.1	1.56	9.4	11.5
1617	4	2	5	1	29×32	101	104	24.3	17.8	.	.	.
1618	4	2	2	1	5×16	94	139	24	18.6	1.29	9.5	11.4
1619	4	2	2	3	31	105	98	16.5	14.4	.	.	.
1620	4	2	2	6	6×16	97	132	23.3	16.4	.	.	.
1621	4	2	2	2	1×15	105	131	24.2	15.7	0.95	5.9	10
1622	4	2	2	5	9×16	96	115	18.9	13.6	.	.	.
1623	4	2	2	7	2×15	95	133	21.7	20.4	1.32	15.1	10.4
1624	4	2	2	8	9	99	104	16.2	11.2	.	.	.
1625	4	2	2	9	28×33	100	108	20.3	15.1	.	.	.
1626	4	2	2	10	11×16	102	138	22	11.6	1.09	5.9	10.8
1627	4	2	2	4	16	.	.	.	.	.	.	.
1628	4	2	2	11	7×16	91	137	24.4	19.3	1.27	9.9	10.2
1629	4	2	6	11	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1630	4	2	6	4	6×20	89	136	23.5	19.4	1.75	20.8	10.9
1631	4	2	6	10	5×20	90	134	23	17.8	1.4	13.7	10.5
1632	4	2	6	9	7×20	90	144	25.1	19.3	1.46	17.5	10.2
1633	4	2	6	8	21	95	104	20.2	17.1	.	.	.
1634	4	2	6	7	1	98	103	24.1	23	1.46	6.3	10.5
1635	4	2	6	5	3×20	91	131	22.9	20.7	1.57	14.9	10.4
1636	4	2	6	2	29×33	100	104	22.5	18.4	.	.	.
1637	4	2	6	6	1×20	100	140	26.7	21.5	1.16	9.7	10
1638	4	2	6	3	11×21	98	123	22.3	16.6	1.16	4.8	11
1639	4	2	6	1	30	.	.	.	.	.	.	.
1640	4	2	7	1	2×21	94	123	21.7	27.1	1.28	9.1	10.9
1641	4	2	7	3	29×34	104	102	23	17.5	.	.	.
1642	4	2	7	6	3×21	94	113	23.1	23	1.33	6.7	11.2
1643	4	2	7	2	TF-88	107	122	21	10.6	.	.	.
1644	4	2	7	5	6×21	90	112	22	21	1.53	14.6	11.2
1645	4	2	7	7	1×21	93	124	24.5	25.7	1.37	6.9	11.6
1646	4	2	7	8	2	93	103	18.9	17.4	.	.	.
1647	4	2	7	9	22	97	141	22.7	12.6	1.25	10.1	10.6
1648	4	2	7	10	7×21	89	117	24.6	15.9	1.62	11.6	10.8
1649	4	2	7	4	9×21	98	128	21.6	23.7	1.09	9.6	10.6
1650	4	2	7	11	5×21	90	113	23	26.8	1.69	12.5	9.8
1651	4	2	10	11	30×32	95	106	20.8	14.3	1.35	11	11.4
1652	4	2	10	4	2×25	97	121	22.8	12.1	1.28	13.9	10.7
1653	4	2	10	10	1×25	100	128	26.6	16.6	1.06	12.9	10
1654	4	2	10	9	3×25	90	130	23.8	15.8	1.55	19.1	10.6
1655	4	2	10	8	6×25	90	124	24.1	14	1.73	21.9	11
1656	4	2	10	7	9×25	95	135	21.1	11.2	1.21	12	10.3
1657	4	2	10	5	VA-110	94	106	20	13.2	1.46	12.9	10.6
1658	4	2	10	2	7×25	89	144	25.3	16.9	1.58	21	10.6
1659	4	2	10	6	25	104	127	23.2	8.5	0.96	7.3	10.5
1660	4	2	10	3	5×25	96	128	23.3	14.7	1.41	14.1	10.4
1661	4	2	10	1	11×25	100	123	22.4	13.1	1.23	10.4	11.4
1662	4	2	8	1	5×22	95	153	26	18.6	1.47	20.9	10.1
1663	4	2	8	3	Purépecha	119	118	23.9	6.4	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1664	4	2	8	6	6×22	94	152	24.1	19.2	1.42	24.3	10.6
1665	4	2	8	2	2×22	95	162	25.2	18.2	1.38	22	10.6
1666	4	2	8	5	9×22	95	143	21.2	17	1.24	23.2	10.6
1667	4	2	8	7	3×22	92	150	27.3	22.1	1.68	25.6	10.5
1668	4	2	8	8	1×22	94	152	28.8	24.5	1.55	27.8	10.5
1669	4	2	8	9	3	92	97	21.2	18	1.71	5	10.5
1670	4	2	8	10	11×22	101	149	25	11.8	0.97	12.6	10.2
1671	4	2	8	4	30×31	96	108	20.1	17.5	1.39	10.1	11.2
1672	4	2	8	11	7×22	94	162	27.5	20.1	1.27	15.8	9.9
1673	4	2	4	11	29×31	97	117	23.4	25.6	1.4	15.8	10.3
1674	4	2	4	4	1×17	96	135	27.1	17.1	1.12	12.3	10.4
1675	4	2	4	10	28	.	.	.	.	.	.	.
1676	4	2	4	9	2×17	96	148	23.8	16.7	1.51	19.2	10.1
1677	4	2	4	8	5×17	92	130	25	17.1	1.56	14.5	10.8
1678	4	2	4	7	9×19	95	130	22.9	16.1	1.44	25.1	10.1
1679	4	2	4	5	33	107	106	19.2	9.1	.	.	.
1680	4	2	4	2	7×19	93	131	26.2	17.7	1.62	17.9	10.7
1681	4	2	4	6	19	.	.	.	.	.	.	.
1682	4	2	4	3	3×17	94	137	24	20.5	1.58	20.5	10.3
1683	4	2	4	1	11×19	95	132	22.9	14.9	1.46	19.9	10.7
1684	4	2	3	1	7×17	93	142	25.1	15.7	1.67	24.3	9.9
1685	4	2	3	3	1×16	97	144	29.4	20	1.24	20.9	10.5
1686	4	2	3	6	9×17	100	139	20.8	14.2	1.36	13.9	10.2
1687	4	2	3	2	3×16	92	150	24.6	21.2	1.52	19.5	10.2
1688	4	2	3	5	17	.	.	.	.	.	.	.
1689	4	2	3	7	6×17	94	132	24	15.5	1.45	12	10.7
1690	4	2	3	8	2×16	95	159	24.6	20.1	1.42	18.9	10.1
1691	4	2	3	9	11	96	88	20.8	9.5	1.32	11.1	10.8
1692	4	2	3	10	28×34	101	105	19.9	10	.	.	.
1693	4	2	3	4	32	103	104	18.1	15.6	.	.	.
1694	4	2	3	11	11×17	101	122	25.3	8.2	1.09	14.4	10.6
1695	4	3	5	2	5×21	92	108	21.4	24.8	1.47	9.5	9.8
1696	4	3	5	4	2×15	98	124	20.8	15.9	1.42	11.5	10.6
1697	4	3	5	5	1×19	.	.	.	.	.	.	.
1698	4	3	5	11	9×15	97	128	19.3	17.8	1.22	10.3	10.2
1699	4	3	5	8	28×34	101	103	19.3	12	1.06	5.8	10.5
1700	4	3	5	7	30×33	96	106	20.2	15.3	1.3	5.9	10.5
1701	4	3	5	1	7×19	93	121	24.6	18.3	1.43	8.9	10.8
1702	4	3	5	6	Purépecha	117	104	23.9	7	.	.	.
1703	4	3	5	9	21	.	.	.	.	.	.	.
1704	4	3	5	10	9×23	.	.	.	.	.	.	.
1705	4	3	5	3	3×25	91	107	19.6	12.1	1.67	9.2	10.8
1706	4	3	7	3	6×20	95	129	21.4	19.8	1.56	13.5	11.2
1707	4	3	7	10	29×32	100	104	21.9	18.7	.	.	.
1708	4	3	7	9	31	102	97	16	15.9	.	.	.
1709	4	3	7	6	2×17	98	126	22.6	18.4	1.38	9.7	10.3
1710	4	3	7	1	11×14	94	135	22.3	20.1	1.51	14.6	10.8
1711	4	3	7	7	1×21	95	120	25.1	31.9	1.35	8.4	11.6
1712	4	3	7	8	VA-110	95	99	18.9	15.4	.	.	.
1713	4	3	7	11	11×22	101	129	21.4	12.5	.	.	.
1714	4	3	7	5	5×15	.	.	.	.	.	.	.
1715	4	3	7	4	5×23	102	123	23.5	14.9	.	.	.
1716	4	3	7	2	9×17	98	127	21.6	17.3	1.3	9.5	10.2
1717	4	3	11	2	1	.	.	.	.	.	.	.
1718	4	3	11	4	15	.	.	.	.	.	.	.
1719	4	3	11	5	11×19	99	119	23.7	15.7	1.37	9.3	10.7
1720	4	3	11	11	2×14	95	142	23.5	22.8	.	.	.
1721	4	3	11	8	6×16	94	128	23.6	17.5	1.49	10.3	10.8
1722	4	3	11	7	6×25	97	118	22.2	16.9	1.38	12.2	11
1723	4	3	11	1	11	98	92	19.3	12	1.41	4.3	10.8
1724	4	3	11	6	7×21	90	119	22.1	27.7	1.21	6.3	10.8
1725	4	3	11	9	3×19	89	107	23.5	21.4	1.67	10.4	11.4
1726	4	3	11	10	2×22	96	137	22.3	20.4	1.32	11.4	11.1
1727	4	3	11	3	23	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1728	4	3	4	3	3×15	94	124	19.6	21	1.29	7.7	10.9
1729	4	3	4	10	9×14	91	137	20.9	17.4	1.27	14.5	10.6
1730	4	3	4	9	9×22	93	121	20.6	14	1.19	10.8	9.8
1731	4	3	4	6	30×32	95	102	20.3	13.2	1.45	8.7	11.4
1732	4	3	4	1	5×20	96	126	22.7	17.9	1.48	16.4	10.7
1733	4	3	4	7	28×33	102	105	20.4	11.6	.	.	.
1734	4	3	4	8	20	102	125	21.7	9.6	.	.	.
1735	4	3	4	11	7×17	94	127	24.7	21.2	1.6	17.4	10.4
1736	4	3	4	5	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
1737	4	3	4	4	1×17	103	128	25.1	17.4	1.4	9	10.4
1738	4	3	4	2	3×23	99	118	23	19.6	1.09	6.7	11.4
1739	4	3	6	2	6×19	93	123	25.6	20.9	1.82	15.1	11.5
1740	4	3	6	4	5×14	94	150	25.7	27.9	.	.	.
1741	4	3	6	5	2×16	95	141	24.7	17.7	1.27	16.7	10.2
1742	4	3	6	11	9×25	99	126	21.5	7.1	1.31	13	10.6
1743	4	3	6	8	30×34	96	100	20.9	12	1.38	11.3	11.6
1744	4	3	6	7	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
1745	4	3	6	1	9×16	96	132	20.3	16.9	1.32	11.4	11.6
1746	4	3	6	6	1×20	98	134	24.9	22.1	1.22	15.7	10.5
1747	4	3	6	9	29×31	98	107	22.5	21	.	.	.
1748	4	3	6	10	22	98	124	20.7	12.2	.	.	.
1749	4	3	6	3	5×22	90	129	22.7	17.8	1.52	11.5	10.5
1750	4	3	2	3	29	98	98	21	18.9	.	.	.
1751	4	3	2	10	5×17	91	128	23.2	14.8	1.75	15.9	10.6
1752	4	3	2	9	7×15	87	132	23.8	17.7	1.71	14.1	10.8
1753	4	3	2	6	17	.	.	.	.	.	.	.
1754	4	3	2	1	2×25	98	107	20	10.9	1.2	12.6	10.5
1755	4	3	2	7	11×21	97	128	22.6	23.6	1.37	11.8	11
1756	4	3	2	8	7×23	95	136	24.8	18.5	1.41	14.9	10.6
1757	4	3	2	11	3×21	92	117	23.7	27.1	1.59	14.5	10.8
1758	4	3	2	5	28×31	99	111	20.7	14.4	1.29	7	10.8
1759	4	3	2	4	3	94	91	21	18	1.63	8.5	10.5
1760	4	3	2	2	1×15	99	134	26.1	21	1.1	11	10
1761	4	3	9	2	11×25	99	110	20.6	9	.	.	.
1762	4	3	9	4	9×20	98	138	20.1	16.1	1.22	19.3	10.7
1763	4	3	9	5	6×22	94	140	24.6	20.8	1.54	19.4	10.4
1764	4	3	9	11	33	107	104	19.8	9.7	.	.	.
1765	4	3	9	8	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1766	4	3	9	7	3×16	91	142	24	22.2	1.56	15.1	10.6
1767	4	3	9	1	29×34	99	110	23.1	21.3	1.25	8	10.5
1768	4	3	9	6	6×14	89	146	23.3	23	1.76	16	10.8
1769	4	3	9	9	1×23	98	131	27.1	18.8	1.31	13.6	10.2
1770	4	3	9	10	7	93	103	20.3	12.6	1.75	10.1	10.6
1771	4	3	9	3	11×16	97	130	22.5	15.4	1.27	8.2	10.8
1772	4	3	10	3	14	89	139	21.9	23.1	1.38	10.4	11
1773	4	3	10	10	1×25	97	122	23.5	18.9	1.36	10.1	10.5
1774	4	3	10	9	2×21	94	118	20.8	21.6	1.4	13	10.9
1775	4	3	10	6	6×23	96	129	23.2	20	1.38	9.2	9.6
1776	4	3	10	1	34	101	102	16.4	18.9	.	.	.
1777	4	3	10	7	6×15	96	139	22.4	20.4	1.53	17.3	10.6
1778	4	3	10	8	3×17	90	133	24	23.7	1.74	20.1	10.5
1779	4	3	10	11	9	98	100	20	13.4	1.22	9.5	10.2
1780	4	3	10	5	7×20	94	130	25.3	16.3	1.46	15.1	10.1
1781	4	3	10	4	11×17	97	129	23	10.9	1.26	14.3	10.7
1782	4	3	10	2	30×31	95	102	20.2	18.8	1.46	16.8	11.2
1783	4	3	1	2	28	.	.	.	.	.	.	.
1784	4	3	1	4	25	105	111	20.7	6.7	0.74	5.3	10.5
1785	4	3	1	5	16	.	.	.	.	.	.	.
1786	4	3	1	11	2×23	98	130	25.2	19	1.25	13.3	10.5
1787	4	3	1	8	7×14	87	146	25	24	1.87	16.7	11.1
1788	4	3	1	7	7×22	94	153	25.9	19.4	1.49	17	10.4
1789	4	3	1	1	1×14	93	154	27.6	29.4	1.43	18.2	10.6
1790	4	3	1	6	11×20	100	123	21.8	11.4	1.25	8.7	11.2
1791	4	3	1	9	6×17	89	129	24	20.9	2.05	13.8	11.2

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1792	4	3	1	10	3×20	89	132	23.4	17.6	1.54	19.3	10.7
1793	4	3	1	3	2	94	101	18.2	13.9	.	.	.
1794	4	3	3	3	1×16	88	122	23.1	17.2	1.28	8.8	10.6
1795	4	3	3	10	7×16	89	123	22.1	14.8	1.34	7.2	10.2
1796	4	3	3	9	7×25	89	112	22.5	9.4	1.76	14.7	10.9
1797	4	3	3	6	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1798	4	3	3	1	3×22	90	134	23.6	17.6	1.66	18.7	10.6
1799	4	3	3	7	19	.	.	.	.	.	.	.
1800	4	3	3	8	9×21	93	117	22	22.6	1.19	7.8	10.6
1801	4	3	3	11	5×19	95	131	25.8	20.9	1.45	14.7	11
1802	4	3	3	5	5	97	96	20.6	19.1	1.36	6.8	11.6
1803	4	3	3	4	30	.	.	.	.	.	.	.
1804	4	3	3	2	3×14	91	144	24.1	28.4	1.74	17.8	10.2
1805	4	3	8	2	11×15	100	129	22.7	17.7	1.18	12.4	12
1806	4	3	8	4	6×21	92	122	23.7	27.5	1.34	12.1	11
1807	4	3	8	5	5×25	95	114	22.4	11.7	1.43	14.1	10.4
1808	4	3	8	11	29×33	99	107	25.1	21.5	.	.	.
1809	4	3	8	8	1×22	95	141	27.3	18.2	1.34	13.8	10.8
1810	4	3	8	7	2×19	96	129	24.3	20.8	1.57	14.2	11.5
1811	4	3	8	1	11×23	101	130	24.1	15.2	1.17	6.1	10.6
1812	4	3	8	6	5×16	93	137	24.1	20.6	1.67	11.6	11.4
1813	4	3	8	9	6	94	99	18.9	19.4	1.14	4.8	11
1814	4	3	8	10	32	.	.	.	.	.	.	.
1815	4	3	8	3	9×19	94	118	20.8	18.7	1.7	15.8	11.4
1816	4	4	8	3	22	.	.	.	.	.	.	.
1817	4	4	8	11	31	101	101	16	19.4	.	.	.
1818	4	4	8	10	11×19	93	116	22.3	20.7	.	.	.
1819	4	4	8	6	9×15	95	122	17.9	18.6	1.39	8.6	10.2
1820	4	4	8	9	5×20	92	128	22.1	18.8	1.53	16.1	10.5
1821	4	4	8	2	6×23	96	132	22.6	17.8	1.37	8.5	9.6
1822	4	4	8	7	25	101	112	21.7	6.2	.	.	.
1823	4	4	8	5	3×16	92	132	22.6	20.2	1.47	9.3	11
1824	4	4	8	8	1×22	97	145	28.4	16	1.14	8.4	10.3
1825	4	4	8	1	3×14	93	145	24.3	28.2	1.7	13.8	9.9
1826	4	4	8	4	29	.	.	.	.	.	.	.
1827	4	4	6	4	7×25	93	119	24	15.7	1.5	10.1	10.5
1828	4	4	6	1	20	106	123	21	11.1	0.77	5.4	9.8
1829	4	4	6	8	11×16	102	122	22.9	14.3	0.98	6.2	10.8
1830	4	4	6	5	30×31	96	106	20.8	17.6	1.41	6.7	11.2
1831	4	4	6	7	5×17	95	130	23.8	22.6	1.48	7.4	10.8
1832	4	4	6	2	11	100	95	18.8	6.8	.	.	.
1833	4	4	6	9	30×33	94	103	20.1	17.1	.	.	.
1834	4	4	6	6	1×20	96	140	26.2	23.4	1.31	13.4	10.7
1835	4	4	6	10	2×23	95	120	21.5	19.3	.	.	.
1836	4	4	6	11	6×21	89	116	22.5	25.9	1.35	4.4	11
1837	4	4	6	3	5×15	96	123	21.9	20.3	1.4	7.8	9.4
1838	4	4	5	3	7×23	94	121	22.2	13.9	1.36	7.8	10.6
1839	4	4	5	11	19	.	.	.	.	.	.	.
1840	4	4	5	10	6×20	90	119	20.8	16.4	1.68	13.2	11.1
1841	4	4	5	6	6×17	94	132	22.5	18.9	1.65	9.9	10.7
1842	4	4	5	9	2×22	96	140	22.1	18.8	1.39	12.1	10.4
1843	4	4	5	2	5×14	92	145	23.7	27.9	1.71	14.8	10.5
1844	4	4	5	7	11×15	101	130	21.9	14.3	.	.	.
1845	4	4	5	5	1×19	97	136	28	20.4	1.22	12.5	10.6
1846	4	4	5	8	30×32	96	98	20.7	15.2	.	.	.
1847	4	4	5	1	9	104	90	17.6	8.4	.	.	.
1848	4	4	5	4	29×34	104	86	21.9	14.1	.	.	.
1849	4	4	1	4	1	.	.	.	.	.	.	.
1850	4	4	1	1	1×14	98	143	26.6	27.3	1.25	10.2	12.4
1851	4	4	1	8	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
1852	4	4	1	5	2×17	100	133	24.1	17	.	.	.
1853	4	4	1	7	14	96	134	22.1	22.1	1.45	7.9	11
1854	4	4	1	2	5×25	98	116	22.6	5.7	.	.	.
1855	4	4	1	9	3×21	95	112	23.1	29.7	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1856	4	4	1	6	7×16	94	137	22.3	18.5	1.37	9.9	10.2
1857	4	4	1	10	9×20	93	109	19	9.1	1.27	2.8	11.4
1858	4	4	1	11	28×34	98	101	19	14	.	.	.
1859	4	4	1	3	9×22	94	122	18.8	9.3	1.34	6.1	9.8
1860	4	4	7	3	28	106	105	17.7	8.6	.	.	.
1861	4	4	7	11	2×25	95	109	20.4	8.8	.	.	.
1862	4	4	7	10	30×34	92	93	18.1	14.5	.	.	.
1863	4	4	7	6	23	.	.	.	.	.	.	.
1864	4	4	7	9	11×17	96	122	23.1	14.3	.	.	.
1865	4	4	7	2	21	99	99	20.8	19.9	.	.	.
1866	4	4	7	7	1×21	98	113	24.1	30	.	.	.
1867	4	4	7	5	9×14	96	146	21.9	22	1.26	10.5	10.6
1868	4	4	7	8	5×19	97	134	26.6	25	1.44	9.3	10.7
1869	4	4	7	1	6×22	97	148	24.9	19.7	1.35	9.2	10.4
1870	4	4	7	4	5×16	96	124	23.2	17.6	1.33	6.5	11.4
1871	4	4	4	4	1×17	97	120	26	15	1.66	9.6	10.4
1872	4	4	4	1	3×25	98	128	23.9	13.4	1.44	11	10.8
1873	4	4	4	8	2×21	97	126	22.3	24	1.14	5.4	10.9
1874	4	4	4	5	6×16	96	139	26.7	17.5	1.39	6.7	10.8
1875	4	4	4	7	5	97	101	19.4	22.7	1.37	3.1	11.6
1876	4	4	4	2	7×22	95	141	24.1	19.5	1.38	7.5	11
1877	4	4	4	9	6×19	.	.	.	.	.	.	.
1878	4	4	4	6	11×14	94	131	22.7	16.5	1.55	11.1	10.6
1879	4	4	4	10	17	.	.	.	.	.	.	.
1880	4	4	4	11	7	.	.	.	.	.	.	.
1881	4	4	4	3	29×33	.	.	.	.	.	.	.
1882	4	4	2	3	6×14	90	139	23.5	23.6	1.78	10.1	10.6
1883	4	4	2	11	7×20	91	123	23.3	16.8	1.41	9.6	11.2
1884	4	4	2	10	3×22	92	138	23.6	19.8	1.29	7.9	10.3
1885	4	4	2	6	2×19	96	127	23.2	18.3	1.38	7.4	11.1
1886	4	4	2	9	VA-110	94	102	18.7	11.3	0.97	4.5	11.6
1887	4	4	2	2	1×15	100	138	24.8	19	1.36	7.2	10
1888	4	4	2	7	7×17	91	139	24.5	18.7	1.78	14.9	10
1889	4	4	2	5	2	97	92	18.4	12.9	.	.	.
1890	4	4	2	8	15	109	118	18.3	5.9	.	.	.
1891	4	4	2	1	29×31	103	111	23.7	20	.	.	.
1892	4	4	2	4	9×23	103	125	21	10.6	.	.	.
1893	4	4	10	4	7×14	91	147	24.2	26	1.71	17.5	10
1894	4	4	10	1	11×21	97	115	25.9	15.5	1.28	7.3	11
1895	4	4	10	8	9×17	97	128	19.4	16.7	1.29	9.6	10.2
1896	4	4	10	5	11×23	103	135	25.5	12.8	1.22	4.7	10.6
1897	4	4	10	7	3×19	94	127	25.9	22.2	1.6	10.8	11.4
1898	4	4	10	2	33	108	105	18.5	10.1	.	.	.
1899	4	4	10	9	28×32	.	.	.	.	.	.	.
1900	4	4	10	6	TF-88	108	124	19.5	3.6	.	.	.
1901	4	4	10	10	1×25	97	129	27.1	20.8	1.32	5.7	10.5
1902	4	4	10	11	5×22	94	143	25.1	20.7	1.54	14.2	10.2
1903	4	4	10	3	2×15	96	127	20.8	15.4	1.51	10.5	10.6
1904	4	4	9	3	6×25	95	132	23.3	14.1	1.56	7.3	11
1905	4	4	9	11	11×20	101	128	23.6	11.1	.	.	.
1906	4	4	9	10	5×21	95	112	23.9	21.1	1.17	5.9	9.8
1907	4	4	9	6	3×17	93	131	23.2	17	1.64	14.5	10
1908	4	4	9	9	1×23	102	144	29.9	19.4	1.11	7.8	10.2
1909	4	4	9	2	3×15	96	154	25.1	19.6	1.69	14.8	10.4
1910	4	4	9	7	9×16	95	143	21.8	15	1.03	12.3	11.6
1911	4	4	9	5	30	.	.	.	.	.	.	.
1912	4	4	9	8	28×31	101	111	20.2	13.6	1.04	6.7	10.8
1913	4	4	9	1	32	107	101	18.2	14.8	.	.	.
1914	4	4	9	4	11×22	100	147	25.6	15.3	1.1	10.6	10.8
1915	4	4	11	4	2×16	97	149	26.3	20.6	1.26	20.4	10.6
1916	4	4	11	1	5×23	99	140	25.7	18	1.22	18.5	10.3
1917	4	4	11	8	3×20	94	142	24.4	20.3	1.59	20	10.9
1918	4	4	11	5	7×15	95	141	25.8	19	1.52	15.4	10.8
1919	4	4	11	7	Purépecha	119	111	24	2.5	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1920	4	4	11	2	9×21	100	129	22.7	24.9	1.15	4.7	10.6
1921	4	4	11	9	9×19	97	140	23.2	23.2	1.54	18.6	10.6
1922	4	4	11	6	11×25	102	116	20.3	7.5	1.19	5.6	11.4
1923	4	4	11	10	28×33	99	114	20.2	14.3	.	.	.
1924	4	4	11	11	2×14	94	145	26.4	17	1.59	10.7	10.2
1925	4	4	11	3	34	100	97	17.2	14.8	.	.	.
1926	4	4	3	3	1×16	97	164	30.6	18	2.18	17.2	10.5
1927	4	4	3	11	3×23	94	145	25.2	20.2	1.49	13.3	10.8
1928	4	4	3	10	6	96	103	20	18.5	.	.	.
1929	4	4	3	6	3	94	102	19.5	22.7	.	.	.
1930	4	4	3	9	16	103	159	24.6	16.2	1.03	7.1	10.5
1931	4	4	3	2	29×32	102	112	25.7	19.8	.	.	.
1932	4	4	3	7	2×20	.	.	.	.	.	.	.
1933	4	4	3	5	9×25	103	130	22.5	4.5	.	.	.
1934	4	4	3	8	7×19	96	142	27.8	17.8	1.53	15.2	10.9
1935	4	4	3	1	7×21	95	124	25	13.9	1.35	12.1	10.8
1936	4	4	3	4	6×15	97	135	25.6	13.5	1.25	15.6	10.6
1937	5	1	7	6	11×15	94	132	21	6.4	1.11	10.2	8.5
1938	5	1	7	4	9×25	94	143	19.9	3.1	1.12	6.8	9.2
1939	5	1	7	3	9×23	94	141	21.4	4.7	1.23	16.3	9.6
1940	5	1	7	7	11×16	90	150	23.2	8.2	1.47	13.1	10.2
1941	5	1	7	2	9×22	91	135	20.6	2.3	1.27	16.1	9.8
1942	5	1	7	5	11×14	87	146	25.6	14.2	1.47	12.8	9
1943	5	1	7	11	11×21	90	126	23.9	14.9	1.37	4.7	9.6
1944	5	1	7	8	11×17	90	131	26.8	7.7	1.62	14.3	10.4
1945	5	1	7	10	11×20	94	130	20.7	7.4	1.23	8.8	9.2
1946	5	1	7	1	9×21	91	115	21.3	9.1	1.38	9.6	9.1
1947	5	1	7	9	11×19	88	127	23.6	8.1	1.63	7.9	8.9
1948	5	1	5	9	7×16	88	154	26.3	10.7	1.71	13.8	10
1949	5	1	5	1	6×19	87	131	26	14.5	1.76	10.9	11.5
1950	5	1	5	10	7×17	87	151	28	10.9	1.77	19.5	10.1
1951	5	1	5	8	7×15	89	151	23.5	15.6	1.53	9	9.6
1952	5	1	5	11	7×19	86	136	27.3	17.6	1.69	6.6	9.5
1953	5	1	5	5	6×23	90	140	21.9	14.6	1.48	16.9	10.1
1954	5	1	5	2	6×20	90	137	24.7	14.8	1.56	17.5	10.3
1955	5	1	5	7	7×14	86	151	27.5	15.4	1.7	10.9	9
1956	5	1	5	3	6×21	87	118	24.8	17	1.4	10.8	9.8
1957	5	1	5	4	6×22	87	146	25.2	11.1	1.73	22	10.6
1958	5	1	5	6	6×25	88	135	23.4	7.8	1.54	18.4	10.5
1959	5	1	8	6	16	93	151	22.6	7.5	1.35	12.1	9.3
1960	5	1	8	4	14	87	162	23.9	15.1	1.21	9.4	8.9
1961	5	1	8	3	11×25	95	129	19.7	2.5	1.22	2.7	9.4
1962	5	1	8	7	17	.	.	.	.	.	.	.
1963	5	1	8	2	11×23	96	137	22.2	4.7	1.15	5	9.2
1964	5	1	8	5	15	95	146	21.5	9.1	1.22	6.5	12
1965	5	1	8	11	22	94	155	22.4	7.7	1.31	10.7	9.8
1966	5	1	8	8	19	.	.	.	.	.	.	.
1967	5	1	8	10	21	90	91	20.7	11.2	1.16	5.5	10.5
1968	5	1	8	1	11×22	88	151	23.5	5.6	1.37	10.3	10.2
1969	5	1	8	9	20	94	138	20.5	6.6	0.94	4.8	8.6
1970	5	1	4	9	6×15	87	143	23	16.9	1.45	7.1	9
1971	5	1	4	1	5×17	87	130	25.1	12.4	1.72	12.7	9.5
1972	5	1	4	10	6×16	87	158	25.7	11	1.6	18.2	10.5
1973	5	1	4	8	6×14	85	154	27.7	17	1.69	13.3	10.1
1974	5	1	4	11	6×17	89	135	26.4	15.8	1.48	11.8	9.7
1975	5	1	4	5	5×22	88	149	24.3	12.4	1.61	20.4	9.6
1976	5	1	4	2	5×19	91	132	24.9	16.4	1.26	7.1	9.1
1977	5	1	4	7	5×25	92	131	25.1	6.4	1.42	11.9	9.2
1978	5	1	4	3	5×20	90	137	23.8	9.9	1.3	18.7	9.6
1979	5	1	4	4	5×21	87	112	24.9	13.8	1.16	10.1	10
1980	5	1	4	6	5×23	90	138	23.9	10.8	1.37	8.8	10.3
1981	5	1	3	6	3×22	86	152	25.6	11.3	1.66	20.2	10.2
1982	5	1	3	4	3×20	86	147	25.2	9.8	1.43	14.3	9.5
1983	5	1	3	3	3×19	85	133	27.6	15.8	1.56	6.3	9.2

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
1984	5	1	3	7	3×23	90	144	22.9	13.5	1.44	15.1	9.7
1985	5	1	3	2	3×17	86	139	23.6	11.7	1.64	11.6	9.5
1986	5	1	3	5	3×21	86	130	25.3	21.1	1.16	6.9	9.5
1987	5	1	3	11	5×16	88	149	25.7	10.8	1.55	18.4	9.5
1988	5	1	3	8	3×25	87	141	23.5	6.2	0.7	10.5	9.6
1989	5	1	3	10	5×15	89	134	24.3	10.8	1.45	10.1	8.8
1990	5	1	3	1	3×16	85	157	27.1	10.4	1.58	12.4	9.3
1991	5	1	3	9	5×14	87	158	26.2	20.7	1.43	9.9	10
1992	5	1	11	9	Purépecha	.	.	.	.	.	.	.
1993	5	1	11	1	6	93	105	20.3	11.7	1.33	12.2	12.8
1994	5	1	11	10	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
1995	5	1	11	8	TF-88	99	132	22.7	6.5	.	.	.
1996	5	1	11	11	VA-110	93	103	20.1	6.6	1.22	3.1	11
1997	5	1	11	5	28	106	117	20.4	0.3	.	.	.
1998	5	1	11	2	7	89	112	22.5	11.6	.	.	.
1999	5	1	11	7	30	.	.	.	.	.	.	.
2000	5	1	11	3	9	99	109	18.1	4.1	1.01	5.3	9.2
2001	5	1	11	4	11	92	97	17.8	5.7	0.81	2.4	8.6
2002	5	1	11	6	29	101	114	26.1	11	.	.	.
2003	5	1	6	6	9×14	93	157	22.6	12	1.23	11.6	9
2004	5	1	6	4	7×23	90	150	26.7	9.8	1.21	13.1	9.3
2005	5	1	6	3	7×22	86	157	26.2	12.4	1.32	14.9	9.3
2006	5	1	6	7	9×15	94	145	20.8	6.1	1.24	6.6	9.6
2007	5	1	6	2	7×21	87	130	24.8	12.6	1.13	6.1	10.5
2008	5	1	6	5	7×25	92	142	25.2	8.3	1.42	12.3	8.9
2009	5	1	6	11	9×20	94	146	21.8	7.8	1.14	9.3	9.4
2010	5	1	6	8	9×16	93	147	20.6	5.5	1.13	8.3	9.2
2011	5	1	6	10	9×19	94	143	22.7	10.6	1.19	14.6	9.8
2012	5	1	6	1	7×20	91	145	25.4	10.9	1.36	16.7	9.4
2013	5	1	6	9	9×17	96	138	19.1	7.8	1.03	4.4	8.9
2014	5	1	1	9	1×23	99	152	27	13.5	0.98	7.7	10.2
2015	5	1	1	1	1×14	93	171	27.5	20.6	1.22	13.2	8.9
2016	5	1	1	10	1×25	102	152	26.9	4.9	1	8.3	9.2
2017	5	1	1	8	1×22	96	165	29.1	13.9	1.19	14.2	9.2
2018	5	1	1	11	2×14	92	153	23.3	16	1.55	12.9	9
2019	5	1	1	5	1×19	95	150	28.3	17.9	1.37	19.1	10.3
2020	5	1	1	2	1×15	95	158	27.2	19.3	1.35	15.4	9.5
2021	5	1	1	7	1×21	95	123	26.2	13.7	1.18	5.7	8.6
2022	5	1	1	3	1×16	94	160	27.9	14.9	1.37	15.8	9.4
2023	5	1	1	4	1×17	95	141	25.2	10.8	1.35	6.8	9.4
2024	5	1	1	6	1×20	97	159	27.6	12.8	1.28	17.8	9
2025	5	1	2	6	2×21	94	122	21.6	14.4	1.21	6.5	11.6
2026	5	1	2	4	2×19	94	132	23.1	8.4	1.25	14.7	9.7
2027	5	1	2	3	2×17	93	135	22.2	9.8	1.11	9.2	9.1
2028	5	1	2	7	2×22	92	149	24.2	9.8	1.4	14.6	9.2
2029	5	1	2	2	2×16	92	149	23.8	12.7	1.23	9.9	10.2
2030	5	1	2	5	2×20	96	139	23.1	8.7	1.36	17.3	9.7
2031	5	1	2	11	3×15	90	139	24.8	8.3	1.48	9.4	9.2
2032	5	1	2	8	2×23	97	139	23.2	9.2	0.94	4.6	9
2033	5	1	2	10	3×14	86	153	26.8	17.9	1.47	10.1	9.6
2034	5	1	2	1	2×15	94	137	20.9	9	1.29	5.1	9
2035	5	1	2	9	2×25	96	130	22.9	3.1	1.05	4.6	8.9
2036	5	1	10	9	2	94	98	18.2	4.4	.	.	.
2037	5	1	10	1	30×32	95	107	20	7.9	1.08	5.1	9.3
2038	5	1	10	10	3	87	97	21.1	13	1.21	2.4	9.4
2039	5	1	10	8	1	103	103	24.9	6.8	.	.	.
2040	5	1	10	11	5	93	103	19	8.5	1.04	4.9	9.5
2041	5	1	10	5	32	103	98	20.4	4.1	.	.	.
2042	5	1	10	2	30×33	95	109	21.1	8.6	.	.	.
2043	5	1	10	7	34	102	106	17.7	6.3	.	.	.
2044	5	1	10	3	30×34	94	105	19.5	5.6	.	.	.
2045	5	1	10	4	31	102	110	15.1	7.4	.	.	.
2046	5	1	10	6	33	106	111	20.6	4.7	.	.	.
2047	5	1	9	6	28×34	104	110	21.4	3	0.82	4.9	10.4

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2048	5	1	9	4	28×32	.	.	.	.	.	.	.
2049	5	1	9	3	28×31	102	105	19.1	1.8	0.89	6.5	9
2050	5	1	9	7	29×31	98	116	23.7	13.1	0.99	6.7	10.5
2051	5	1	9	2	25	103	134	23.5	4.5	0.75	3.9	9.6
2052	5	1	9	5	28×33	103	112	21	1.5	0.83	2.7	9.6
2053	5	1	9	11	30×31	95	99	18.4	4.4	0.97	3.1	8.8
2054	5	1	9	8	29×32	98	116	24.3	13.3	.	.	.
2055	5	1	9	10	29×34	98	120	24.3	12.3	1.04	4.4	9.8
2056	5	1	9	1	23	102	151	24.5	6.9	0.78	3.1	9.2
2057	5	1	9	9	29×33	98	105	22.1	9.2	0.96	2.8	10.1
2058	5	2	5	5	1×19	97	151	28.4	19.4	1.22	12.6	9.4
2059	5	2	5	11	29	104	118	24.9	13.3	.	.	.
2060	5	2	5	1	29×32	98	110	25	10	.	.	.
2061	5	2	5	10	2×19	94	132	23.9	6.8	1.39	8.8	10.5
2062	5	2	5	4	3×19	87	136	25.4	17.2	1.44	9.3	9.2
2063	5	2	5	2	11×20	97	133	22.9	3.9	0.9	7.9	9.2
2064	5	2	5	6	34	101	109	17.8	11.3	.	.	.
2065	5	2	5	9	5×19	93	126	24.3	11	1.34	9	9.1
2066	5	2	5	7	20	101	137	24.6	8.3	.	.	.
2067	5	2	5	3	6×19	88	134	25.3	14.8	1.32	9.5	11.5
2068	5	2	5	8	9×20	97	139	21.8	5.1	1.18	10.1	9.4
2069	5	2	11	8	11×14	90	151	24.6	9.4	1.39	15.5	9.4
2070	5	2	11	3	9×14	95	157	22.3	14.4	1.19	11.3	9
2071	5	2	11	7	28×31	100	110	19.7	3.6	0.98	10.8	9
2072	5	2	11	9	7×14	83	154	27.3	16.7	1.41	10.9	9
2073	5	2	11	6	6	93	107	18.9	14.4	1.45	11.2	12.8
2074	5	2	11	2	14	86	157	24.1	17.1	1.29	9.7	8.9
2075	5	2	11	4	6×14	84	157	26	17.2	1.68	13.9	9.6
2076	5	2	11	10	5×14	83	152	26	16	1.55	13.5	9.2
2077	5	2	11	1	30×33	94	111	21.8	6	1.29	8.4	9.1
2078	5	2	11	11	2×14	87	154	23.1	13.8	1.49	10.2	10.1
2079	5	2	11	5	3×14	83	155	27	10	1.59	13.2	9.6
2080	5	2	3	5	17	.	.	.	.	.	.	.
2081	5	2	3	11	11×17	93	135	23.5	5.7	1.32	7.5	9.3
2082	5	2	3	1	7×17	85	148	24.8	13.1	1.59	16.4	9.1
2083	5	2	3	10	28×34	101	114	20.4	2.6	0.91	4.4	10.4
2084	5	2	3	4	32	100	104	19.3	5.9	0.88	2.4	9
2085	5	2	3	2	3×16	86	147	25.6	10.8	1.46	12.1	9.6
2086	5	2	3	6	9×17	96	140	21.4	9.4	1.14	9.7	8.9
2087	5	2	3	9	11	94	98	21.4	6.6	1	5.3	8.6
2088	5	2	3	7	6×17	88	133	22.4	12.7	1.13	9.9	9.7
2089	5	2	3	3	1×16	94	154	28.8	11.3	1.2	12.1	9.4
2090	5	2	3	8	2×16	94	161	25.2	11.7	1.3	14.8	9.1
2091	5	2	6	8	21	95	106	20.3	14.6	.	.	.
2092	5	2	6	3	11×21	96	115	22.2	8.8	0.96	2.4	9.6
2093	5	2	6	7	1	101	104	26.9	6.3	1.15	7.9	9
2094	5	2	6	9	7×20	88	156	24.8	14	1.35	15.9	8.9
2095	5	2	6	6	1×20	98	156	30.7	11.5	1.2	18.8	9.6
2096	5	2	6	2	29×33	100	121	25.8	10.1	1.02	7.2	10.1
2097	5	2	6	4	6×20	91	143	23.2	12.2	1.6	22.6	10.3
2098	5	2	6	10	5×20	92	138	23.2	9.8	1.39	18.4	9.5
2099	5	2	6	1	30	.	.	.	.	.	.	.
2100	5	2	6	11	2×20	95	136	22.4	9.7	1.34	19.7	9
2101	5	2	6	5	3×20	88	135	24.1	13.3	1.38	17.5	9.3
2102	5	2	1	5	6×15	94	142	21.8	12.7	1.53	12.1	9.5
2103	5	2	1	11	5×15	94	144	23	12.1	1.38	14.9	9
2104	5	2	1	1	1×14	89	163	26.6	19.7	1.05	16	9.4
2105	5	2	1	10	7×15	93	154	25.2	13.4	1.33	12.4	9.2
2106	5	2	1	4	9×15	95	145	22	5.3	1.17	9.6	9.6
2107	5	2	1	2	30×34	96	109	18.6	5.7	1.33	13.4	9.8
2108	5	2	1	6	3×15	93	144	23.2	15.5	1.6	15.9	9.4
2109	5	2	1	9	11×15	98	140	21.6	8.7	1.11	6.5	8.5
2110	5	2	1	7	7	93	119	22.1	10.8	1.37	10.8	9.6
2111	5	2	1	3	15	104	149	23.1	8.6	0.79	15.9	12

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2112	5	2	1	8	28×32	.	.	.	.	.	.	.
2113	5	2	7	8	2	.	98	19	5.6	.	.	.
2114	5	2	7	3	29×34	102	122	23.2	15.7	0.75	6.2	9.8
2115	5	2	7	7	1×21	95	126	26.9	21.8	1.24	11.4	8.6
2116	5	2	7	9	22	99	168	25.9	8.6	1.19	13.2	9.5
2117	5	2	7	6	3×21	90	110	22.6	13.5	1.23	9.9	9.5
2118	5	2	7	2	TF-88	.	.	.	.	.	.	.
2119	5	2	7	4	9×21	98	118	21.9	9.4	1.07	3.5	9.1
2120	5	2	7	10	7×21	89	125	23.9	14.1	1.49	8	10.5
2121	5	2	7	1	2×21	90	116	21.1	9.6	1.25	10.4	11.6
2122	5	2	7	11	5×21	92	117	22.2	10.7	1.56	10.5	10
2123	5	2	7	5	6×21	92	109	22.2	10.5	1.08	10.3	9.8
2124	5	2	2	5	9×16	97	147	22.8	7.5	1.03	8.4	9.2
2125	5	2	2	11	7×16	89	153	25.1	11.4	1.35	11.9	9.7
2126	5	2	2	1	5×16	91	151	25.5	13.8	1.55	26.2	9.9
2127	5	2	2	10	11×16	96	150	24	9.9	1.19	14.7	9.9
2128	5	2	2	4	16	98	158	22.9	5.9	1.01	13.8	10
2129	5	2	2	2	1×15	99	158	27.8	12.5	1.05	17	10.3
2130	5	2	2	6	6×16	93	153	24.6	10.3	1.35	17.8	10
2131	5	2	2	9	28×33	103	119	21.8	3.6	0.86	7	9.6
2132	5	2	2	7	2×15	96	142	22.9	10.6	1.2	10.7	9
2133	5	2	2	3	31	105	116	18.2	8.9	.	.	.
2134	5	2	2	8	9	105	107	19.8	4.1	.	.	.
2135	5	2	9	8	3×23	94	145	22.5	11.6	1.39	17	9.7
2136	5	2	9	3	2×23	99	140	24.4	8.1	0.9	9.2	9
2137	5	2	9	7	6×23	95	140	23.8	12.4	1.32	10.1	10.2
2138	5	2	9	9	1×23	102	158	29.1	11.5	0.84	12.3	9.4
2139	5	2	9	6	9×23	103	156	22.3	9.7	0.79	8.3	9.2
2140	5	2	9	2	5×23	96	148	26.1	14	1.12	12.9	9.5
2141	5	2	9	4	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
2142	5	2	9	10	5	94	100	18.3	12.6	1.28	10.6	9.5
2143	5	2	9	1	7×23	93	151	25.9	7.4	1.22	14.6	9.3
2144	5	2	9	11	11×23	103	152	24.9	6.1	0.9	8.7	9.2
2145	5	2	9	5	23	106	151	22.7	5.8	0.68	3.7	9.2
2146	5	2	10	5	VA-110	97	111	22.9	4.2	1.14	4.8	11
2147	5	2	10	11	30×32	96	103	21.1	6.2	1.16	10	9.3
2148	5	2	10	1	11×25	105	131	20.1	1.3	1.01	3.7	9.4
2149	5	2	10	10	1×25	106	150	29	5.5	0.94	4.5	9.2
2150	5	2	10	4	2×25	99	128	23	5.5	1.07	10.4	8.9
2151	5	2	10	2	7×25	91	137	24.8	8.3	1.43	16.6	9.3
2152	5	2	10	6	25	105	139	24.1	4.5	1.29	7.1	9.6
2153	5	2	10	9	3×25	91	138	24.9	8.8	1.3	18.7	9.6
2154	5	2	10	7	9×25	100	144	22.4	3.5	1	10.9	9.2
2155	5	2	10	3	5×25	95	133	23.1	7.6	1.23	11.3	9.6
2156	5	2	10	8	6×25	95	135	23.2	5	1.43	16.8	9.3
2157	5	2	8	8	1×22	96	166	30.1	11.8	1.13	19.6	9.2
2158	5	2	8	3	Purépecha	.	.	.	.	.	.	.
2159	5	2	8	7	3×22	99	151	27	14.1	1.6	20.4	9.4
2160	5	2	8	9	3	89	98	20.4	9.3	1.84	14.6	10
2161	5	2	8	6	6×22	94	156	25	16.2	1.46	21.3	10.1
2162	5	2	8	2	2×22	94	160	26.1	10.8	1.26	19.4	9.4
2163	5	2	8	4	30×31	94	105	20.2	4.3	1.25	12.5	9
2164	5	2	8	10	11×22	96	159	25.1	8.8	1.2	15.6	9.8
2165	5	2	8	1	5×22	90	156	26.9	11	1.53	24	10.2
2166	5	2	8	11	7×22	92	164	25.6	12.7	1.39	15.2	9.5
2167	5	2	8	5	9×22	97	154	21.4	7.8	0.95	8.9	8.8
2168	5	2	4	5	33	106	113	21.9	4.6	.	.	.
2169	5	2	4	11	29×31	99	122	24.7	11.9	1.1	14.3	8.9
2170	5	2	4	1	11×19	95	132	25.7	10.1	1.4	14.2	10.1
2171	5	2	4	10	28	.	.	.	.	.	.	.
2172	5	2	4	4	1×17	94	144	28.3	13	1.25	15.3	9.7
2173	5	2	4	2	7×19	90	145	26.3	22.8	1.46	11	9.5
2174	5	2	4	6	19	.	.	.	.	.	.	.
2175	5	2	4	9	2×17	96	133	21.2	8.6	1.19	9	9.1

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2176	5	2	4	7	9×19	94	145	24.3	8.5	1.21	19	10
2177	5	2	4	3	3×17	88	147	22.8	17.1	1.68	19.4	9.7
2178	5	2	4	8	5×17	94	126	24.3	12.6	1.35	13.5	9.3
2179	5	3	3	10	7×16	86	141	25.7	11.6	1.71	15.7	8.6
2180	5	3	3	3	1×16	89	148	26.2	9.9	1.66	26.7	10.8
2181	5	3	3	1	3×22	86	139	24.3	6.8	2	17.7	10.7
2182	5	3	3	11	5×19	86	110	21.3	10.1	1.69	8.6	9.1
2183	5	3	3	6	28×32	.	.	.	.	.	.	.
2184	5	3	3	5	5	91	93	19.3	11.4	1.31	9.8	9.5
2185	5	3	3	7	19	.	.	.	.	.	.	.
2186	5	3	3	8	9×21	90	109	21.1	8.9	1.41	6.9	9.1
2187	5	3	3	2	3×14	87	143	25.7	13.9	1.79	14.8	9.6
2188	5	3	3	4	30	.	.	.	.	.	.	.
2189	5	3	3	9	7×25	87	144	24	9.7	1.96	21	10.9
2190	5	3	8	9	6	90	101	19.5	14.5	1.67	13.2	10.3
2191	5	3	8	4	6×21	88	113	24.7	13.5	1.54	14.2	9.8
2192	5	3	8	2	11×15	94	129	18.9	6.1	1.34	9.5	8.5
2193	5	3	8	8	1×22	91	154	24.5	8	1.48	21.6	10
2194	5	3	8	7	2×19	89	127	23	7.3	1.2	9	10.5
2195	5	3	8	5	5×25	92	128	24	5.9	1.35	11.7	9.9
2196	5	3	8	6	5×16	87	148	23.9	6.3	1.78	24.4	10.4
2197	5	3	8	11	29×33	93	105	20.5	10.6	1.22	8.8	10.1
2198	5	3	8	1	11×23	92	126	21.9	2.3	1.07	5.7	9.2
2199	5	3	8	3	9×19	91	127	20.7	5.6	1.37	16.2	10.1
2200	5	3	8	10	32	94	86	16.4	6.8	0.87	7.2	9
2201	5	3	5	10	9×23	95	140	21.4	6.2	1.2	10.5	9.2
2202	5	3	5	3	3×25	85	144	22.9	7.6	1.46	10.7	9.6
2203	5	3	5	1	7×19	84	147	26.5	20.9	.	.	.
2204	5	3	5	11	9×15	92	137	20.1	4.2	1.37	9.5	9.6
2205	5	3	5	6	Purépecha	.	.	.	.	.	.	.
2206	5	3	5	5	1×19	93	140	26.6	14.8	1.4	7.2	10.3
2207	5	3	5	7	30×33	92	106	17.5	5.8	1.33	4.3	9.1
2208	5	3	5	8	28×34	95	103	18.4	3.7	0.96	3.9	10.4
2209	5	3	5	2	5×21	88	120	24.1	18.7	1.23	8.5	10
2210	5	3	5	4	2×15	91	134	19.1	8.7	1.61	10.6	9
2211	5	3	5	9	21	93	96	17.7	13.3	1.83	12.4	10.5
2212	5	3	6	9	29×31	93	116	20.4	14.5	1.31	16.3	9.6
2213	5	3	6	4	5×14	88	156	26	15.3	1.81	13.9	10
2214	5	3	6	2	6×19	87	135	23.8	16.9	1.55	7.5	11.5
2215	5	3	6	8	30×34	93	102	17.1	4.4	.	.	.
2216	5	3	6	7	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
2217	5	3	6	5	2×16	93	142	23.3	11	1.43	12.5	10.2
2218	5	3	6	6	1×20	94	157	24.8	9.6	1.41	10.7	9.6
2219	5	3	6	11	9×25	95	132	20.2	3	.	.	.
2220	5	3	6	1	9×16	93	146	19.1	4.7	1.2	13.4	9.6
2221	5	3	6	3	5×22	87	142	24.6	8.5	1.55	18.7	10.1
2222	5	3	6	10	22	93	155	22.8	10.9	1.34	13.2	9.8
2223	5	3	2	10	5×17	93	132	24	11.4	1.65	6.7	10.5
2224	5	3	2	3	29	98	112	24.6	6.3	.	.	.
2225	5	3	2	1	2×25	95	123	19.5	7.6	1.11	3.5	8.9
2226	5	3	2	11	3×21	86	124	24.7	16.3	.	.	.
2227	5	3	2	6	17	.	.	.	.	.	.	.
2228	5	3	2	5	28×31	97	108	18.5	3.4	1.12	7	9
2229	5	3	2	7	11×21	92	124	20.7	14.2	1.15	2.9	9.6
2230	5	3	2	8	7×23	88	148	25.1	8.5	1.18	9.8	10.2
2231	5	3	2	2	1×15	93	156	25.9	15.7	1.5	11.8	10.3
2232	5	3	2	4	3	88	97	20.4	10.9	1.65	12	10.3
2233	5	3	2	9	7×15	86	153	23.6	14.4	1.79	11.2	9.6
2234	5	3	4	9	9×22	93	150	19.3	6.1	1.43	14.8	9.8
2235	5	3	4	4	1×17	93	144	24.6	12.9	1.63	9.7	9.4
2236	5	3	4	2	3×23	86	146	24	10	1.63	12.9	10.9
2237	5	3	4	8	20	98	147	20.2	7.8	0.92	5.8	8.6
2238	5	3	4	7	28×33	98	117	18.5	3.1	0.92	3.1	9.6
2239	5	3	4	5	TF-88	96	126	22.5	5.6	.	.	.

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2240	5	3	4	6	30×32	93	103	18.4	6.8	0.84	6.4	9.3
2241	5	3	4	11	7×17	85	147	24.8	13.8	1.5	11.5	9.2
2242	5	3	4	1	5×20	93	141	22.8	7.4	1.25	11.5	10
2243	5	3	4	3	3×15	90	144	23.5	13	1.31	7.9	9.2
2244	5	3	4	10	9×14	94	147	20.1	8	1.26	8.8	9
2245	5	3	10	10	1×25	97	148	25.7	6.4	0.92	3.4	9.2
2246	5	3	10	3	14	91	159	20.4	18.4	1.1	6.1	8.9
2247	5	3	10	1	34	95	108	16.4	12.3	.	.	.
2248	5	3	10	11	9	95	109	17.5	7.1	1.03	6.4	9.2
2249	5	3	10	6	6×23	91	142	24.7	9.2	1.59	10.9	10.2
2250	5	3	10	5	7×20	87	149	25	10.8	1.5	9.9	9.5
2251	5	3	10	7	6×15	93	147	23.3	12.1	1.42	13.2	9
2252	5	3	10	8	3×17	89	141	23.9	15.3	1.68	10.8	9.5
2253	5	3	10	2	30×31	93	108	17.8	5.3	1.29	6.7	8.8
2254	5	3	10	4	11×17	90	138	22.1	11	1.44	7.6	9.3
2255	5	3	10	9	2×21	90	117	19.9	11	1.42	9.2	11.6
2256	5	3	1	9	6×17	88	144	24.1	16.4	1.62	12.7	9.7
2257	5	3	1	4	25	97	134	21.9	5.3	1.11	8.9	9.6
2258	5	3	1	2	28	106	117	20.1	1.9	.	.	.
2259	5	3	1	8	7×14	85	155	25.8	15.4	.	.	.
2260	5	3	1	7	7×22	86	157	25.2	12.6	1.3	10.1	9.3
2261	5	3	1	5	16	94	157	23.3	10.3	1.21	8.5	10.1
2262	5	3	1	6	11×20	96	132	19.6	12.2	0.97	4.1	9.2
2263	5	3	1	11	2×23	95	133	22.3	5.9	1.13	5.5	9
2264	5	3	1	1	1×14	93	161	27.8	18.6	1.24	10.7	9.4
2265	5	3	1	3	2	93	96	18	8.1	1.13	3.8	9.4
2266	5	3	1	10	3×20	93	149	23.4	7	1.34	13.2	9.6
2267	5	3	11	10	2×22	94	157	25.1	9.8	1.23	11.6	9.3
2268	5	3	11	3	23	102	150	23.5	3.5	0.86	3.4	9.2
2269	5	3	11	1	11	94	94	18.6	3.6	1.12	8.2	8.6
2270	5	3	11	11	2×14	92	150	22.9	15.3	1.31	7.3	10.1
2271	5	3	11	6	7×21	88	120	24.7	11.8	1.01	3.2	10.5
2272	5	3	11	5	11×19	94	132	23.1	5.9	1.26	5.5	8.9
2273	5	3	11	7	6×25	94	135	22.8	4.3	1.23	9.2	9.8
2274	5	3	11	8	6×16	90	147	25.4	15	1.3	12.9	10
2275	5	3	11	2	1	.	.	.	.	.	.	.
2276	5	3	11	4	15	99	150	21.6	9.5	0.98	3.8	12
2277	5	3	11	9	3×19	87	138	25.9	14.8	1.65	12.7	9.2
2278	5	3	7	9	31	102	109	18.1	6.6	0.86	3.8	10
2279	5	3	7	4	5×23	95	146	24.4	13.3	1.21	12	10.3
2280	5	3	7	2	9×17	95	137	20.8	6.1	1.11	7.7	8.9
2281	5	3	7	8	VA-110	95	97	18.5	2.8	1.33	11.3	11
2282	5	3	7	7	1×21	94	121	25.4	13.1	1.13	5	8.6
2283	5	3	7	5	5×15	95	139	22.5	12.8	1.29	9.7	8.8
2284	5	3	7	6	2×17	95	132	21	10.6	1.01	3.9	9.1
2285	5	3	7	11	11×22	95	152	23.9	6.6	1.22	6.6	10.2
2286	5	3	7	1	11×14	93	162	25	13.7	1.45	12.6	9.8
2287	5	3	7	3	6×20	92	143	22.9	11.8	1.35	18.3	9.6
2288	5	3	7	10	29×32	97	108	23	10.8	1.18	6.6	8.9
2289	5	3	9	10	7	91	112	22.7	10.3	1.55	7.5	9.6
2290	5	3	9	3	11×16	96	147	23.5	5.9	1.11	8.9	10
2291	5	3	9	1	29×34	98	116	24.2	10.9	0.9	5.4	9.8
2292	5	3	9	11	33	102	109	18.6	5.4	0.72	2.2	9
2293	5	3	9	6	6×14	86	153	25.7	18.9	1.6	11.9	9
2294	5	3	9	5	6×22	91	153	23.9	13.9	1.45	17.4	10.3
2295	5	3	9	7	3×16	92	157	26	13.7	1.52	15.2	10
2296	5	3	9	8	2×20	94	149	23.9	10.6	1.14	15.9	9
2297	5	3	9	2	11×25	98	126	22.2	1.8	1.04	3.9	9.4
2298	5	3	9	4	9×20	96	146	21.9	6.4	1.15	11.3	9.4
2299	5	3	9	9	1×23	100	153	27.5	11.5	1.06	15.7	10.3
2300	5	4	6	9	30×33	93	111	20.3	5.3	1.33	9.8	9.1
2301	5	4	6	11	6×21	87	116	21.5	17.7	1.93	10.5	9.8
2302	5	4	6	8	11×16	90	152	23.9	5.6	1.38	9.7	10
2303	5	4	6	7	5×17	91	141	23.5	13.7	1.27	6.8	10.5

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2304	5	4	6	10	2×23	96	139	21.6	8.1	1.14	5.3	9
2305	5	4	6	6	1×20	96	163	29.3	12.9	1.24	16.6	9.6
2306	5	4	6	4	7×25	87	145	24.5	5.6	1.39	9.3	8.8
2307	5	4	6	2	11	91	94	17.9	4.9	0.93	7.1	8.6
2308	5	4	6	5	30×31	92	113	18	7.6	1.08	6.5	8.8
2309	5	4	6	3	5×15	92	146	23.3	14.5	1.43	10.7	8.8
2310	5	4	6	1	20	99	142	17.3	11.4	0.85	6.1	8.6
2311	5	4	1	1	1×14	92	163	24.9	21.6	1.32	16.6	9.4
2312	5	4	1	3	9×22	93	149	19.5	7.9	1.12	8.9	8.8
2313	5	4	1	5	2×17	92	147	20.3	11.5	1.35	5.5	9.1
2314	5	4	1	2	5×25	91	135	20	9.4	1.33	12.5	9.6
2315	5	4	1	4	1	98	106	23	9.1	1.15	5.6	9
2316	5	4	1	6	7×16	87	157	24.6	11.7	1.32	8.6	8.6
2317	5	4	1	10	9×20	93	148	20.4	7.6	1.03	9	9.4
2318	5	4	1	7	14	89	162	21.3	15	1.06	5.9	8.9
2319	5	4	1	8	RB-4000	.	.	.	.	.	.	.
2320	5	4	1	11	28×34	99	119	18.8	6.1	1.04	6.1	10.4
2321	5	4	1	9	3×21	86	122	23.3	13.1	1.69	11.6	9.5
2322	5	4	7	9	11×17	93	137	23.5	8.3	1.47	13.3	9.3
2323	5	4	7	11	2×25	93	130	21.2	4.3	1.3	9.3	8.9
2324	5	4	7	8	5×19	88	133	24.5	18.5	1.43	7.2	9.1
2325	5	4	7	7	1×21	94	121	25.8	16.1	1.06	5.8	8.6
2326	5	4	7	10	30×34	93	102	18.9	6.6	1.15	8.1	9.8
2327	5	4	7	6	23	99	151	24.6	6.2	0.81	4.2	9.2
2328	5	4	7	4	5×16	87	145	24.3	11.9	1.46	18.2	8.8
2329	5	4	7	2	21	91	112	21.4	17.4	.	.	.
2330	5	4	7	5	9×14	91	158	20.2	13.2	1.28	9.8	9
2331	5	4	7	3	28	109	118	20.1	1.3	.	.	.
2332	5	4	7	1	6×22	87	154	23.6	13.6	1.29	18.7	11.2
2333	5	4	9	1	32	98	104	19.3	5.8	0.92	3.4	9
2334	5	4	9	3	6×25	92	132	21.4	6.8	1.27	12.4	9.8
2335	5	4	9	5	30	.	.	.	.	.	.	.
2336	5	4	9	2	3×15	87	143	24.1	12.1	1.45	10.7	9.2
2337	5	4	9	4	11×22	93	154	23.3	15.7	1.25	7.5	10.2
2338	5	4	9	6	3×17	87	140	22.4	15.2	1.38	11.5	9.5
2339	5	4	9	10	5×21	87	119	22	17.6	1.44	9.3	10
2340	5	4	9	7	9×16	91	149	20.5	3.9	1.15	11.5	9.2
2341	5	4	9	8	28×31	98	112	19.4	2.4	0.99	8.8	9
2342	5	4	9	11	11×20	96	138	20.9	12.6	1.01	10.5	9.2
2343	5	4	9	9	1×23	96	153	26.7	10.1	1.29	19.9	10.2
2344	5	4	3	9	16	95	166	25.5	6	1.18	13.8	10.1
2345	5	4	3	11	3×23	88	147	21.9	10.3	1.49	17.9	10.9
2346	5	4	3	8	7×19	87	144	26.3	18.3	1.3	5.5	9.5
2347	5	4	3	7	2×20	95	134	20.4	6.9	1.3	15.2	9
2348	5	4	3	10	6	90	103	18.3	13.1	1.26	5.9	12.8
2349	5	4	3	6	3	85	87	19.7	10.9	1.36	5.8	9.4
2350	5	4	3	4	6×15	92	134	20.5	10.6	1.42	11.4	9
2351	5	4	3	2	29×32	95	108	22.3	10	1.19	7.6	8.9
2352	5	4	3	5	9×25	98	135	21.2	0	1.06	6.8	9.2
2353	5	4	3	3	1×16	92	161	29.2	19.2	1.42	21.4	9.8
2354	5	4	3	1	7×21	.	.	.	.	.	.	.
2355	5	4	10	1	11×21	88	109	22	12.3	1.44	6.2	9.6
2356	5	4	10	3	2×15	94	133	19.6	6.4	1.08	10	9
2357	5	4	10	5	11×23	99	144	23.4	5.3	1.11	7.6	9.2
2358	5	4	10	2	33	100	96	17.5	2.5	0.7	2.9	9
2359	5	4	10	4	7×14	85	147	23.2	13.5	1.4	8.3	9
2360	5	4	10	6	TF-88	101	128	20.7	2.4	.	.	.
2361	5	4	10	10	1×25	98	141	23.4	7.5	0.88	8.9	9.2
2362	5	4	10	7	3×19	86	132	26.5	11.1	1.39	7.3	9.2
2363	5	4	10	8	9×17	96	137	19.4	7	1.24	8.3	8.9
2364	5	4	10	11	5×22	88	145	24.9	10.8	1.41	20.3	10.1
2365	5	4	10	9	28×32	.	.	.	.	.	.	.
2366	5	4	2	9	VA-110	94	101	18.9	3.6	1.55	21.2	11
2367	5	4	2	11	7×20	88	148	23.8	11	1.37	16.1	9.5

Cuadro A.3. Continuación.

Parc	Exp	Rep	Hil	Col	Genotipo ¹	DF	AP (cm)	LP (cm)	EX (cm)	PG (g)	RG (g planta ⁻¹)	Humedad (%)
2368	5	4	2	8	15	99	151	22.6	7.1	0.96	7.9	12
2369	5	4	2	7	7×17	88	143	23	13.2	1.37	13.3	10.4
2370	5	4	2	10	3×22	86	154	26.7	12.3	1.51	15.1	10.2
2371	5	4	2	6	2×19	91	128	22.5	11.9	1.44	12.3	10.5
2372	5	4	2	4	9×23	101	152	23.1	6.6	0.94	7.6	9.2
2373	5	4	2	2	1×15	95	154	25.3	18.6	1.32	10.2	10.3
2374	5	4	2	5	2	94	90	16.4	7.3	1.05	5.5	9.4
2375	5	4	2	3	6×14	86	147	24.8	17.6	1.46	12	9
2376	5	4	2	1	29×31	.	.	.	.	.	.	.
2377	5	4	8	1	3×14	84	157	26.2	14.7	1.63	13.6	9.6
2378	5	4	8	3	22	94	165	23.9	10	1.17	13.3	9.8
2379	5	4	8	5	3×16	85	148	24.8	11.1	1.5	15.8	10.3
2380	5	4	8	2	6×23	93	146	22.1	11.6	1.24	16.5	10.2
2381	5	4	8	4	29	102	111	25.7	7.9	1.09	7.4	8.5
2382	5	4	8	6	9×15	92	152	20.8	9.5	1.47	12.5	9.6
2383	5	4	8	10	11×19	92	133	22.7	8.9	1.42	9.3	8.9
2384	5	4	8	7	25	96	141	20.3	5.8	1.08	11.9	9.6
2385	5	4	8	8	1×22	94	161	28.2	14.3	1.4	20.4	10.4
2386	5	4	8	11	31	100	116	17	11.5	0.92	12	10
2387	5	4	8	9	5×20	90	148	22.1	11.7	1.63	19.9	10
2388	5	4	11	9	9×19	95	138	22.4	10.4	1.42	19.1	10.8
2389	5	4	11	11	2×14	87	154	23.2	14.3	1.7	20.7	10.1
2390	5	4	11	8	3×20	88	148	23.7	12.6	1.43	15.7	9.5
2391	5	4	11	7	Purépecha	.	.	.	.	.	.	.
2392	5	4	11	10	28×33	100	118	21.3	2.5	0.81	5.5	9.6
2393	5	4	11	6	11×25	101	125	21.8	2.1	1.11	6.1	9.4
2394	5	4	11	4	2×16	94	149	24	13.2	1.62	15.1	10.2
2395	5	4	11	2	9×21	94	120	20.9	13.9	1.17	8.8	9.1
2396	5	4	11	5	7×15	94	142	23.3	7.7	1.6	12.7	9.6
2397	5	4	11	3	34	100	120	17.9	9.4	0.73	4.9	9.2
2398	5	4	11	1	5×23	94	134	23.6	14.8	1.38	15.3	10.3
2399	5	4	5	1	9	98	109	19.7	7.6	1.09	9.8	9.2
2400	5	4	5	3	7×23	93	149	25.2	9.5	1.29	16.8	10.2
2401	5	4	5	5	1×19	94	151	28.5	21.2	1.21	19.2	10.3
2402	5	4	5	2	5×14	86	149	27	15.5	1.51	13.3	10
2403	5	4	5	4	29×34	97	118	24.1	12.7	1.05	11.4	9.8
2404	5	4	5	6	6×17	87	139	23.5	16.5	1.39	8.8	9.7
2405	5	4	5	10	6×20	89	146	22.8	13.1	1.53	18.1	10.1
2406	5	4	5	7	11×15	97	145	22.2	6.9	1.27	10.7	8.5
2407	5	4	5	8	30×32	94	108	19.6	24.7	1.13	10.4	9.3
2408	5	4	5	11	19	.	.	.	.	.	.	.
2409	5	4	5	9	2×22	94	161	26.6	11.7	1.31	20.3	9.9
2410	5	4	4	9	6×19	94	143	24.5	26.5	1.82	14.6	11.5
2411	5	4	4	11	7	87	116	21	18.7	1.59	12.2	9.6
2412	5	4	4	8	2×21	94	114	22.8	10	1.25	9.9	11.6
2413	5	4	4	7	5	95	104	18.2	10.9	1.28	6.2	9.5
2414	5	4	4	10	17	.	.	.	.	.	.	.
2415	5	4	4	6	11×14	94	150	24	9.5	1.28	14.7	9
2416	5	4	4	4	1×17	98	149	27.3	16.6	1.25	11.2	9.4
2417	5	4	4	2	7×22	89	157	25.7	13.8	1.4	12.6	9.3
2418	5	4	4	5	6×16	89	161	23.7	14.4	1.58	19.6	10.5
2419	5	4	4	3	29×33	97	125	24.7	11.7	1.07	11.8	10.1
2420	5	4	4	1	3×25	90	143	23.9	3.9	1.59	21.8	9.6

Parc, parcela; Exp, experimento; Rep, repetición; Hil, hilera; Col, columna; DF, días a floración; AP, altura de planta; LP, longitud de panoja; EX, excursión; PG, peso de 100 granos; y RG, rendimiento de grano por planta. Los puntos en la columna de cada variable significan ausencia de datos. ¹La clave de cada genotipo se localiza en el Cuadro 1.1.