



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Retrocruza maíz-teocintle potencial de aprovechamiento en el mejoramiento genético del maíz (*Zea mays* L.)

**Tesis
que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y
Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas**

Presenta

Oscar Rosas Muñiz

**Dr. Lino De la Cruz Larios
DIRECTOR**

Zapopan, Jalisco

mayo de 2015



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Retrocruza maíz-teocintle potencial de aprovechamiento en el mejoramiento genético del maíz (*Zea mays* L.)

Por

Oscar Rosas Muñiz

Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Aprobado por:

Dr. Lino De la Cruz Larios
Director de Tesis e integrante del jurado

29-04-2015

Fecha

Dr. José de Jesús Sánchez González
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

29/4/2015

Fecha

Dr. José Ron Parra
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

ABRIL 29, 2015

Fecha

Dr. Moisés Martín Morales Rivera
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

29 Abril 2015

Fecha

Dr. Fernando Santacruz Ruvalcaba
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

29-Abril-2015

Fecha

DEDICATORIAS

A mis hijos Isabel Noemí y Oscar Uriel, para que esta etapa de superación personal sea la inspiración y la motivación para que continúen con su formación y algún día sean unos profesionistas, así como a mi esposa Ana rosa Corona por los momentos de ausencia y apoyarme en esta etapa importante de mi vida de superación personal, gracias por todo el cariño y el amor de familia que recibo de su parte los amo.

A mis padres Arcadio Rosas Viveros y Alicia Muñiz Ramírez por ser unos excelentes padres, que con sus virtudes y creencias supieron hacer de sus hijos buenas personas

A mis hermanos Edmundo, Ignacio, José Adán y María por ser parte de mi vida y siempre apoyar en los momentos buenos, y más aún en los difíciles con todo mi cariño

A mi abuelo José Muñiz García e Isabel Muñiz Ramírez porque siempre serán mi guía y mi ejemplo en la vida, siempre los recuerdo y los llevo en mi corazón con mucho cariño

A mis abuelos paternos Ignacio Rosas Gonzales y Clara Viveros García los sigo recordando y los llevare por siempre en mi corazón

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Lino De la Cruz Larios porque siempre ha sido un verdadero maestro y fiel a esa misión instruye a el alumno a superarse y brinda sus conocimientos siempre de la mejor manera posible, gracias por todo su apoyo en mi educación y desarrollo profesional, gran parte de lo que soy es gracias a usted, porque más que un maestro es un verdadero amigo, con mucho respeto gracias. En mí siempre tendrá un alumno agradecido y un amigo con un profundo y sincero agradecimiento. Sin su apoyo y confianza no hubiera sido posible terminar esta etapa de superación personal. Gracias.

Al Dr. Jesús Sánchez Gonzáles por su valioso apoyo e interés en el presente trabajo y en mi formación profesional por ser un ejemplo para los que tenemos la fortuna de conocerlo y recibir parte de su vasta experiencia que siempre pone a disposición de sus alumnos

Al Dr. José Ron Parra por su entrega y pasión para que el alumno pueda superarse por el apoyo recibido y sus excelentes observaciones y por la confianza otorgada en mi formación profesional

Al Dr. Moisés Martín Morales Rivera gracias por sus comentarios y observaciones para llevar a buen término el presente trabajo por el apoyo y confianza

Al Dr. Fernando Santa Cruz Rubalcaba por sus excelentes comentarios y observaciones para la culminación del presente trabajo por su gran apoyo gracias.

A mis compañeros de Maestría Gabriela, Juve y Conchita gracias por su compañerismo y sus comentarios éxito en su carrera profesional.

A José Guadalupe Díaz Figueroa por su apoyo en la toma de datos de los experimentos del CUCBA.

Ala empresa SEMILLAS RICA SA de CV por su apoyo para la realización del presente trabajo.

Al Mc. Oscar Rivas Aguilera gracias por todo el apoyo, la confianza y las grandes facilidades otorgadas para llevar a buen término esta investigación.

A los Ingenieros y compañeros de trabajo Ing. Sergio Rivas Aguilera, Ing. Humberto Cañedo, Ing. Ricardo de la Torre, Y Sra. Nora Cañedo Angulo gracias por el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Gaudencio Grave Esparza por el apoyo y confianza porque esta etapa de estudio y superación personal fue en gran parte gracias a la confianza tuya gracias con mucho respeto.

Y para todos aquellos que de alguna forma me apoyaron para llevar a buen fin el presente trabajo

	Pág.
ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Glosario de términos	3
2.2. Cultivos agrícolas con introgresión de especies silvestres	6
2.3 Clasificación del teocintle	8
2.4 Usos del maíz	11
2.5 Uso de especies silvestres en el mejoramiento del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	12
2.6 Retrocruza	18
2.7 Análisis de covarianza	19
III MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Zona de estudio y evaluación	21
3.2 Material genético	21
3.3 Siembra y desarrollo	21
3.4 Polinización	22
3.5 Diseño experimental en el CUCBA.	26
3.6 Siembra y manejo agronómico en el CUCBA	26
3.7 Diseño experimental en Poncitlán Jal.	26
3.8 Siembra y manejo agronómico en Poncitlán, Jal.	27
3.9 Variables medidas	27
3.10 Cosecha	29
3.11 Análisis estadístico	29
3.12 Análisis de varianza y comparación de medias	29
3.13 Análisis de covarianza	31
IV RESULTADOS	32
4.1 Análisis de varianza para el experimento de retrocruza dos (RC2) en el CUCBA, Zapopan, Jal. 2011 temporal (T).	32

4.2 Análisis de varianza para el experimento retrocruza tres (RC3) en el CUCBA, Zapopan, Jal. 2011 T.	38
4.3 Comparación de RC2 contra RC3 en CUCBA, Zapopan, Jal.	44
4.4 Análisis de varianza para el experimento retrocruza tres (RC3) en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal. 2011 T.	44
4.5 Análisis de varianza para el experimento retrocruza dos (RC2) en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal. 2011 T.	49
4.6 Comparación de RC2 contra RC3 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal.	54
V DISCUSIÓN	55
VI CONCLUSIONES	57
VII BIBLIOGRAFÍA	58
VIII APÉNDICE	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del genero <i>Zea</i>	9
Cuadro 2. Nombres comunes para el teocintle en México.	10
Cuadro 3. Obtención de RC ₂ y RC ₃ , y cruzas de RC ₂ y RC ₃ con las líneas sin teocintle y la cruza simple original.	23
Cuadro 4. Claves de las cruzas simples obtenidos de RC3 (93.75% maíz y 6.25% teocintle).	24
Cuadro 5. Claves de las cruzas simples obtenidos de RC2 (87.5% maíz y 12.5% teocintle)	25
Cuadro 6. Análisis de varianza para el diseño de látices	30
Cuadro 7. Cuadrados medios para diferentes variables en RC2 en CUCBA, Zapopan, Jal. 2011 T.	33
Cuadro 8. Medias de variables evaluadas en RC2 CUCBA, U de G. 2011 T.	35
Cuadro 9. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC3 CUCBA 2011 T.	39
Cuadro 10. Medias de variables evaluadas en RC3 CUCBA, U de G. 2011 T.	41
Cuadro 11. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC3 Santa Cruz el Grande, Poncitlán Jal. 2011 T.	45
Cuadro 12. Medias de variables evaluadas de RC3 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jalisco 2011 T.	47
Cuadro 13. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC2 Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal. 2011 T.	50
Cuadro 14. Medias de variables evaluadas de RC2 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jalisco 2011 T.	52

ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro A1. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC2 CUCBA.	70
Cuadro A2. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC2 Poncitlán, Jal.	70

RESUMEN

El uso potencial de las especies silvestres para mejorar el maíz no es un tema nuevo, se han documentado varios trabajos con resultados alentadores. Adicionalmente, se ha demostrado que existe variabilidad genética en las poblaciones silvestres la cual puede ser utilizada en el mejoramiento de líneas élite o para incorporar esa variabilidad genética a través de métodos convencionales de mejoramiento como el de retrocruza. El objetivo principal del presente trabajo fue conocer el potencial de *Zea diploperennis*, de una colecta de la Sierra de Manantlán, Jal., en el mejoramiento del rendimiento de una cruz simple experimental de maíz (LUG-03 y LUG-14) del Instituto de Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos (Universidad de Guadalajara), con el método de retrocruza. Se utilizaron las líneas LUG-03 y LUG-14 como progenitores femeninos y la colecta del teocintle *Zea diploperennis* como progenitor masculino; las cruza se hicieron con plantas individuales de teocintle con las líneas hembra de maíz. Se evaluaron cruza con germoplasma de teocintle en únicamente un lado del pedigrí tanto en retrocruza dos (RC2) con un porcentaje de 87.5% maíz 12.5%teocintle, como en retrocruza tres (RC3) 93.75 % maíz y 6.25% teocintle. Se evaluaron en el CUCBA 110 cruza (látices 10x11) con RC2 y 100 cruza (látice 10x10) con la RC3. En Poncitlán Jalisco se evaluaron 90 cruza (látice 10x9) con RC2 y 90 con RC3. Se realizaron análisis de varianza para variables agronómicas y covarianza para rendimiento de grano-número de planta. Los resultados mostraron diferencias significativas en los cuatro ensayos para rendimiento. Los ensayos en el CUCBA presentaron rendimientos altos con una media general de 7,063 y 7,269 kg/ha para RC2 y RC3 respectivamente. La cruz 42 tuvo rendimiento de 9,354 kg/ha en RC2, superior al testigo LUG-03xLUG-14 con más de 4 t/ha. En RC3, la cruz 46 con un rendimiento de 9,676kg/ha, superó al testigo LUG-03xLUG-14 con casi 5,000 kg/ha. Si se desea conservar mayor variación genética, la retrocruza dos sería la etapa adecuada para detectar alelos favorables provenientes del teocintle, si se quieren híbridos con mayor uniformidad y características deseables, las líneas con germoplasma de teocintle deberán obtenerse a partir de retrocruza tres.

ABSTRACT

The potential use of wild species for corn improvement not a new issue. Several research papers have shown encouraging. In addition, some results have proven that exist variation among the wild populations, which it can be used in breeding of elite inbred lines or for producing genetic variability through conventional methods including backcrosses. The main objective of this work was to investigate the potential of teosinte *Zea diploperennis* collected in the Manantlan mountains of Jalisco, Mexico for the improvement of one experimental single cross of corn (LUG-03 y LUG-14) developed by Instituto de Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos (Universidad de Guadalajara), using the method of backcrosses. The lines of corn used were LUG-03 and LUG-14 as female and *Zea diploperennis* as male; crosses between maize and teosinte were made using individual plants of teosinte. Crosses containing teosinte in one side of the pedigree were evaluated in backcross two (BC2) with a percentage of 87.5 % of corn and 12.5 of teosinte and in backcross three (BC3) with 93.75 % de corn and 6.25% of teosinte. The evaluation at Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) included 110 was conducted using a rectangular lattice design 10 x 11 for RC2, and a square 100 lattice design 10 x 10 for RC3. At Poncitlán, Jalisco a rectangular lattice design 10 x 9 for both RC2 and RC3 was used to evaluate 90 crosses. Analysis of variance for agronomical variables and covariance for grain yield/ number of plants were conducted. The results showed significant differences in all the experiments for the variable yield. The yield means at CUCBA were higher with 7,063 and 7,269 kg/ha for RC2 and RC3 respectively; the best cross (42) yielded 9,354 kg/ha in RC2 with almost 4 ton/ha above the check LUG-03 x LUG-14. The best coss in RC3 was the 46 with a yield of 9,676 kg/ha and the check yielding 4361 kg/ha less. If the abjective is to generate genetic variability and to detect desirable charactes from teosinte for maize breeding programs, backcross two generation is appropriate. On the other hand, if the objective is to obtain uniform maize hybrids with desirable agronomic traits, backcross three should be the best choice.

I INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es, dentro de los cultivos de granos básicos, uno de los cereales de mayor superficie y producción a nivel mundial, presentó el mayor incremento en el volumen de producción, con una tasa media anual de crecimiento de 20.69 t/año, pasó de 615.8 millones de toneladas en 1998 a 822.7 millones en el 2008. El 80% de la producción de maíz se concentró en 10 países; Estados Unidos ocupó el 1er. lugar con 40%, China el 2° con el 20%, Brasil en el 3° con el 6% y México en 4° con el 3% de la producción. Los otros seis países fueron Argentina, Francia, India, Indonesia, Italia y Sudáfrica que en conjunto tuvieron el 11% del volumen producido de maíz (FAO Statistics Division 2009). El maíz, es el alimento básico más importante para los mexicanos, ya que el grano se utiliza en la elaboración de diferentes productos principalmente tortillas, tostadas y atoles, los tallos para hacer jugo azucarado, tallos secos para cercas y como combustible, los olotes y las raíces como combustible, los hongos de la mazorca (*Ustilago maydis*) en alimentación, las hojas del tallo y de la mazorca para envolver tamales, entre los usos más comunes (Perales 2009). Aún con toda la importancia que tiene el maíz para los mexicanos la producción de este grano es insuficiente, en 2006 la producción nacional de maíz para grano fue de 21, 893,209 t con una superficie de siembra de 7, 807,340 ha con un promedio de 2.8 t/ha mientras que para el 2010 la superficie de siembra fue de 7,860,705 ha. Con una producción nacional de 23, 301,878 t. con un rendimiento promedio de 2.95 t/ha (siap.gob). Aún cuando el rendimiento aumentó del 2006 al 2010 México tiene que recurrir a las importaciones. Uno de los factores importantes en incrementar el rendimiento en la producción de maíz es el mejoramiento genético, el conocimiento de la variabilidad fenotípica y genotípica del maíz en los programas de mejoramiento. Se utilizan diferentes fuentes de germoplasma disponibles en cada región, y se utilizan las fuentes tradicionales como base de germoplasma desaprovechando las especies silvestres como el teocintle que puede aportar genes nuevos enriqueciendo el germoplasma formando nuevas poblaciones que pueden ser aprovechadas para la formación de líneas (Casas *et al*, 2001), y estas a su vez formar híbridos con mayor adaptación, a zonas donde las condiciones no son tan favorables para el buen desarrollo del maíz. Se ha comprobado en diferentes estudios que *Zea diploperennis* puede aportar cierta tolerancia a las principales enfermedades causadas

por virus del maíz así como diversos factores bióticos o abióticos (Nault y Findley 1981; Menkir 2006; Lane *et al.* 1997). En la actualidad la pérdida de la diversidad genética en las diferentes especies vegetales ha tomado importancia, considerándose que este proceso probablemente continúe a mayor velocidad en el futuro, de tal manera que los esfuerzos que se realicen en coleccionar preservar y explotar las diferentes especies silvestres y variedades criollas tendrán gran importancia (Sánchez *et al.*, 1998). Aunque existe poca investigación de la variabilidad genética de poblaciones de maíz, que contengan germoplasma de teocintle y de su potencial uso como poblaciones base para la formación de híbridos comerciales, existen resultados positivos y alentadores que justifican seguir investigando con especies silvestres por lo que la presente investigación plantea los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos:

1. Conocer el potencial de rendimiento del teocintle *Zea diploperennis* en retrocruza dos y tres para el mejoramiento de una cruza simple de maíz.
2. Evaluar el potencial de mejoramiento de las principales características agronómicas de las cruza simples modificadas con germoplasma de *Zea diploperennis* en comparación con la cruza simple original.
3. Identificar si en las retrocruzas maíz-teocintle se tienen mejores características agronómicas y de rendimiento en la retrocruza tres por su grado de avance en endogamia y homogeneidad que en la retrocruza dos.

1.2 Hipótesis:

1. Las cruza simples formadas con líneas recobradas por medio de retrocruzas de maíz-teocintle serán superiores para rendimiento y características de importancia agronómica en comparación a la cruza simple original de maíz (*Zea mays* L.).
2. Las cruza de maíz-teocintle en retrocruza tres serán superiores para rendimiento y con características agronómicas más favorables que en retrocruza dos.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Glosario de términos

Para la mejor comprensión al desarrollar este trabajo se presentan algunos términos genéticos tomados de Brauer 1981.

Adaptación. Es la capacidad de un individuo o grupo de ellos para vivir y desarrollarse en un hábitat determinado. El resultado de la selección natural o artificial.

Aptitud combinatoria. El comportamiento relativo de las líneas o variedades usadas como progenitores. Tal comportamiento se evalúa por la capacidad de rendimiento del híbrido resultante de cada crusa con respecto a variedades de polinización libre o a otras líneas. La aptitud combinatoria general se mide por el promedio de rendimiento de una línea apareada con varias otras. La aptitud combinatoria específica se mide por el rendimiento de un híbrido determinado y se refiere a sus dos progenitores exclusivamente.

Autogamia, autofecundación. La fecundación de las células huevo de una planta con polen de la misma planta.

Cruza, cruzamiento. Sinónimos de híbrido, hibridación.

Cruza regresiva o retrocruza. El apareamiento de un híbrido F_1 con uno de sus progenitores.

Fecundación. Es el nombre aplicado a la serie de eventos que ocurren después de la polinización o apareamiento y que culmina en la fusión de un gameto masculino y un huevo e inicia el desarrollo de un embrión.

Fenotipo. Es el organismo y todos los caracteres que le son propios y que pueden distinguirse en él, en contraste con su constitución genética (el genotipo).

Gene. (1). La unidad de herencia que se transmite a través de las células germinales y que por interacción con el complejo genético y citoplasmático, y el medio ecológico regula el desarrollo de un carácter. (2) “la base física de la herencia”:

Genotipo. Es la constitución hereditaria completa de un organismo expresada como latente (comparar con fenotipo). Comprende por lo tanto todos los genes localizados en los cromosomas y los factores de herencia citoplasmática.

Germoplasma. El material básico de la herencia considerado en conjunto. La suma de la constitución genética de un organismo.

Heterosis. Cuando dos linajes que no están emparentados entre si se cruzan, los híbridos exceden con frecuencia a cualquiera de los progenitores en tamaño y vigor, este fenómeno se llama heterosis o vigor híbrido. El efecto máximo de heterosis se presenta en F_1 .

Híbrido. La progenie de dos individuos genotípicamente desiguales. En ella se unen por lo tanto factores hereditarios distintos en forma heterocigótica. El término se aplica lo mismo al heterocigote para un solo par de factores (mono híbrido) que a las progenies de especies y aun géneros distintos.

Hibridación. El proceso de cruzar plantas o animales de constitución hereditaria desigual, que producen por consiguiente una progenie F_1 heterocigótica para los genes en que difieren los progenitores.

Homocigote. Organismo cuyos padres han aportado genes similares para algún carácter heredado y cuyos gametos son por consiguiente todos iguales con respecto a los genes que determinan ese carácter.

Introgresión. Infiltración del germoplasma de una especie a otra. La introgresión se presenta con frecuencia en los lugares donde dos especies un tanto afines coinciden parcial

o totalmente en su época de floración y crecen una junto a la otra. Ejemplo: maíz y teocintle.

Línea pura. Individuos que descienden de un solo individuo autógamo. Una población de individuos totalmente autogamos es entonces una mezcla de líneas puras, que en forma natural no cambian su constitución genética por medio del cruzamiento. Por esto la selección no es efectiva sobre una línea pura, pero sí lo es en la población formada por una mezcla de líneas puras.

Población. Grupo de organismos entre los cuales hay o puede haber reproducción sexual. Por su coexistencia y relaciones sexuales los individuos de una población manifiestan un intercambio genético más o menos marcado.

Polen, grano de. Forma especial de miospora típica de las plantas superiores (gimnospermas y angiospermas). Lleva tres núcleos, uno que regula el cruzamiento del tubo polínico otro que se une con la célula huevo para efectuar la fecundación y otro se une a los núcleos polares y se forma el endoespermo.

Polinización. La llegada del polen al estigma de una flor. No es sinónimo de fecundación. Después de la polinización puede haber fecundación, pero también puede no haberla.

Repetición. El uso de condiciones esencialmente semejantes aplicadas más de una vez como partes de un experimento para reducir los errores debidos a factores que no pueden gobernarse (suelo, parásitos, etcétera).

Retrocruza. Cruza regresiva. El cruzamiento de la F_1 de un híbrido con cualquiera de sus progenitores. La progeñie de este cruzamiento.

Selección. El acto de escoger individuos que posean ciertos caracteres o cierto grado de un mismo carácter en común dentro de una población mezclada para perpetuarlos por reproducción. Con frecuencia se reconocen dos clases de selección: (1) selección natural,

que se efectúa automáticamente por la falla en la reproducción (debido a la muerte o alguna otra causa) de los individuos que no están “adaptados” para pasar las pruebas a que están sujetos en su medio ecológico (vitalidad, resistencia a enfermedades, rapidez, éxito en su apareamiento y otras); (2) selección artificial, la cual lleva a cabo el hombre conscientemente tal como lo hace el criador de animales o de plantas al escoger los caracteres que son de valor para el hombre y eliminar los que son indeseables.

Tipo silvestre. El fenotipo que representa la gran mayoría entre todas las formas naturales de una especie. El mejor adaptado de cada hábitat.

Variabilidad. La capacidad genotípica de una especie, de una población o de una progenie, para desarrollar diferentes fenotipos. Depende del sistema de reproducción y de la aparición de mutaciones.

2.2. Cultivos agrícolas con introgresión de especies silvestres.

Los parientes silvestres de las plantas cultivadas juegan un papel importante en la sobrevivencia y evolución de los cultivos; una fracción de su material genético es exclusivo y es recurso potencial en el mejoramiento de las especies cultivadas. El uso de germoplasma proveniente de especies silvestres se ha dado en el mejoramiento de diferentes cultivos (Stalker 1980; Burdon y Jarosz 1989; LeRoy *et al.* 1991; García *et al.* 1995, Tanksley y Nelson 1996); los resultados confirman el enorme potencial genético para mejorar el rendimiento económico y, en especial, para resolver problemas de estrés tanto biótico como abiótico.

Se hace una breve reseña de cultivos en donde se ha utilizado el germoplasma de sus parientes silvestres para mejorar algunos atributos o características de estos cultivos.

Trigo. La historia de este cultivo y la de la civilización humana están estrechamente ligadas. Los mejoradores de trigo sabían cómo beneficiarse de fenotipos identificados de

las introgresiones silvestres para obtener cierta resistencia a enfermedades, estos descubrieron cerca 30 genes independientes (Fedak, 1999) y han producido algunos de los raros ejemplos de la aplicación de QTL (locus de un carácter cuantitativo) en la agricultura. Esto al superar una limitación de los primeros experimentos de germoplasma silvestre ya que ellos crearon un recurso exótico de trigo y aumentaron el rendimiento de las variedades de trigo cultivadas. Por ejemplo, las líneas independientes del brazo corto de cromosoma 1B de trigo (*Triticum aestivum*) que sustituyó al brazo homólogo del centeno (*Secale cereale*), logrando producciones más altas tanto en ambiente óptimo como en estrés (Villareal et al. 1995). El rendimiento también se ha asociado con *Agropyron elongatum* (hierba alta de trigo) con un segmento cromosómico que lleva un gene (Hoisington, 1999) resistente a la roya (Lr19), y con una proteína de alto valor de grano de *Triticum dicoccoides* (trigo espelta silvestre), que mejora la calidad de la pasta hecha con harina de trigo que lleva el QTL (Kovacs et al. 1998).

Tomate. Este modelo de domesticación es responsable de la estrecha base genética de los cultivos agrícolas y es la base del interés inicial de incorporar algunas cualidades de las especies silvestres en variedades modernas. Existen actualmente, híbridos comerciales que incluyen diferentes combinaciones de 15 introgresiones por separado, estos genes con resistencia a enfermedades provienen de especies silvestres (Pan, 2000). Estos genes fueron fijados por cruzamientos recurrentes. El tomate también ha sido uno de los cultivos pioneros en la introgresión de los segmentos de cromosoma silvestres dirigidos que son asociados con QTL que mejoran la calidad del fruto (Rick 1974). El gen B es un gen importante que fue introducido de la especie de tomate silvestre *Lycopersicon pennellii*, que aumenta el nivel de provitamina A (β -caroteno) en el fruto (Ronen et al. 2000).

Arroz. Se han fijado rasgos para resistencia a más de siete patógenos por medio de la introgresión en el arroz de germoplasma de las especies silvestres, y algunas líneas con introgresión actualmente están en cultivos comerciales (Brar, 1997). El mapa genético de rendimiento asociado a QTL en poblaciones interespecíficas ha indicado que la especie de arroz silvestre, tiene los genes de interés para el mejoramiento del arroz cultivado en ambientes diversos (Moncada, 2001).

Soja. No existe ningún presente de introgresión silvestre en las variedades principales cultivadas en los Estados Unidos. Sin embargo, rasgos interesantes han sido identificados en la especie silvestre que se mantiene en bancos de semilla, incluyendo muchos rasgos de resistencia de enfermedades, y los rasgos que confieren la tolerancia a herbicidas y salinidad, y niveles de proteína más altos. Un poco de esta nueva variación está siendo introducida por hibridación interespecífica (Singh y Hymowitz 1999; Sebolt *et al.* 2000).

Algodón. Muchas especies silvestres de algodón cuentan con rasgos agronómicos de interés potencial, pero muy poco se han utilizado estos recursos exóticos en su mejoramiento. El único caso documentado es el empleo de *Gossypium barbadense*, que al parecer ha contribuido con algunos rasgos de calidad de fibra presentes en variedades modernas (McCarty y Percy, 2001).

2.3 Clasificación del teocintle

Se han llevado a cabo diversos estudios del teocintle anual mexicano uno de los más completos es el de Wilkes (1967) como resultado de sus estudios reconoció y describió cuatro razas para México: Nobogame con una distribución limitada al sur de Chihuahua; Mesa Central, distribuida al norte de Michoacán, este de Jalisco y sur de Guanajuato; Chalco, distribuida casi exclusivamente en los alrededores de Toluca, Puebla, Chalco y Texcoco y Balsas con amplia distribución en las áreas tropicales de los estados de Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Jalisco, Nayarit y Estado México. Para Guatemala reconoció las razas Guatemala y Huehuetenango.

Desde el punto de vista taxonómico Doebley e Iltis (1980) e Iltis y Doebley (1980) en base a caracteres morfológicos de la inflorescencia masculina propusieron una nueva división del género *Zea*, bajo el supuesto de que esta estructura no ha estado sujeta a la presión de selección por parte del hombre como lo ha estado la inflorescencia femenina. La sección *Luxuriantes* agrupa cuatro especies; los teocintles perennes *Z. diploperennis* y *Z. perennis* y los anuales *Z. luxurians* y *Z. nicaraguensis*. La sección *Zea* que se circunscribe a una sola especie (*Zea mays*), dividida en cuatro subespecies: el maíz (*Z. mays* subsp. *mays*)

y los teocintles anuales (*Z. mays* subsp. *mexicana*, *Z. mays* subsp. *parviglumis* y *Z. mays* subsp. *huehuetenanguensis*). A excepción de *Z. nicaraguensis*, *Zea luxurians* y el *Z. mays* subsp. *huehuetenanguensis*, los teocintles son endémicos a México, es decir se distribuyen de manera natural exclusivamente en territorio mexicano, aunque algunos con distribución muy restringida, como los teocintles perennes que sólo están presentes en algunos sitios de Jalisco, Michoacán y Nayarit (Sánchez *et al.*, 2011). En el Cuadro 1 se presenta la clasificación del género *Zea*.

Cuadro 1. Clasificación del género *Zea*

Sección	Especie	Subespecie	Raza	Distribución
<i>Luxuriantes</i>	<i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley & Guzman			México (Jalisco, Nayarit)
	<i>Zea luxurians</i> (Durieu & Asch.) Bird		Guatemala	Guatemala y Honduras. En México en San Agustín y San Felipe Usila, Oaxaca
	<i>Zea perennis</i> (Hitchc.) Reeves & Mangelsdorf			México (Jalisco, Michoacán)
	<i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz			Nicaragua (Chinandega)
<i>Zea</i>		<i>Z. mays</i> subsp. <i>mays</i>	Casi 300	Cultivada mundialmente, en México la mayor diversidad de razas
			Nobogame	México (Chihuahua)
		<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> (Schrader) Iltis	Mesa central	México (Michoacán, Guanajuato, Jalisco)
	<i>Zea mays</i> L.		Durango	México (Durango)
			Chalco	México (Chalco y Texcoco, Toluca, Estado de México, Puebla, Tlaxcala)
		<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Iltis & Doebley	Balsas	México (Guerrero, Nayarit, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Jalisco y Estado de México)
	<i>Z. mays</i> subsp. <i>huehuetenanguensis</i> (Iltis & Doebley) Doebley	Huehuetenango	Guatemala (Huehuetenango)	

Fuente: Wilkes, 1967; Iltis y Doebley 1980; Doebley e Iltis 1980; Sánchez *et al.* 1998; OCDE, 2003, Sánchez *et al.* 2011

El teocintle agrupa plantas herbáceas con hábitos perennes y anuales, de tallos erectos ramificados, de elevada longitud alcanzando alturas de dos a seis metros, presenta entrenudos sólidos con tejido parenquimatoso. Los teocintles más abundantes en la naturaleza son las formas anuales diploides encontradas como poblaciones silvestres. Estas plantas presentan un aspecto exterior similar al del maíz (tallos, hojas, y espiga terminal) que en ocasiones los confunde. El carácter que en realidad los diferencia es la inflorescencia femenina que en maíz es una mazorca con varias hileras de granos con la semilla desnuda, en cambio el teocintle presenta mazorcas de dos hileras con la semilla protegida por un segmento duro del raquis. Otros rasgos que separan al teocintle y al maíz, son el pequeño número de semillas producidas en cada espiga femenina (5 a 11). Sin embargo, en las poblaciones de teocintle se forman una proporción variable de plantas ramificadas. En el teocintle, en cada rama lateral se desarrolla una espiga masculina en su extremo (Doebley, 1983); (Benz e Iltis, 1990). La cantidad total de semilla producida por una planta de teocintle es generalmente de 500 a 800 semillas en 100 mazorcas (Wilkes, 2004).

Existen diferentes nombres como se conoce al teocintle, los siguientes son tomados de Sánchez et al. (1998) (Cuadro 2). Es importante señalar los nombres comunes como se le conoce al teocintle en nuestro país ya que cuando escuchemos estos nombres podemos comprender de manera clara que se trata de teocintle.

Cuadro 2. Nombres comunes para el teocintle en México.

NOMBRE COMUN	LUGAR (ES)
Acece	Chalco. Amecameca, Texcoco (Mex.)
Acecintle	Amatlán (Mor.)
Acecentli	Paso Morelos (Gro.)
Acintle	Mazatlan-El Salado (Gro.)
Atzitzintle	Estado de Guerrero
Cocoxle	San Cristobal Honduras (Oax.)
Cundaz	Copándaro, Patambicho (Mich.)
Chapule (<i>Zea diploperennis</i>)	Cuzalapa (Jal.)
Maicillo	Nabogame (Chih.), Durango

Maiz silvestre	Nabogame (Chih.)
Maiz chapulin	El Chino (Jal.)
Maiz tuscato	Colorines-Zuluapan (Mex.)
Maiz de pájaro	Guerrero, Michoacan, Naranjos de Enmedio (Jal.)
Maíz de huiscatote	Guerrero
Maíz de cuitzcatuto	Palmar Chico, Méx.
Maíz camalote	Cd. Hidalgo, Tzitzio (Mich.)
Maíz de guajolote	Zacatongo, El Tablillo (Jal.)
Maíz pata de mula	La Estancia (Jal.)
Maíz de coyote	El Bajio (Jalisco, Michoacán, Guanajuato)
Maíz de cuervo	Quexpan-Las Raices (Jal.)
Maíz cimarron	Sureste de Puebla
Maíz forrajero	Valle de Toluca
Maíz del indio	Naranjos de en Medio (Jal.)
Milpilla (perennes y anuales)	Villa Purificacion (Jal.), Amatlán (Nay.)
Milpa de zorra	Malinalco (Méx.)
Milpa de rata	El Saucito (Jal.)
Milpa de tapacaminos	Villa Purificación (Jal.)

2.4 Usos del maíz

Existe una gran diversidad de usos que se le da al maíz ya sea en la alimentación humana, como alimento para los animales o para algún uso en la industria; los granos, las hojas, los tallos, las espigas del maíz, se utilizan con diferentes propósitos. Todas las partes de la planta, incluyendo raíces y horcones, sirven como abono o combustible. La caña se utiliza en la construcción como también en el tallado de figuras, se le utiliza como medicina, abono, combustible, bebida refrescante o embriagante. La hoja sirve como envoltura de tamales, para fabricar objetos rituales o artesanales como recipientes y para amarrar manojos de hierbas y especias. El olote, corazón de la mazorca se emplea como combustible y alimento para animales, como herramienta para desgranar las mazorcas, pulir madera y piezas de alfarería, o como tapón de recipientes. El maíz también se emplea con

propósitos medicinales, para curar diversos males del cuerpo y del alma. En fin, sus usos tradicionales parecerían infinitos. También en la industria se tienen diferentes usos como forraje en la alimentación de grandes hatos, y en la obtención de compuestos químicos que son comercializados en alimentos, medicinas y cosméticos, miel de maíz, azúcar de maíz, dextrosa, almidón o fécula, aceite, color caramelo, dextrina, malto dextrina, ácido láctico, sorbitol, y etanol. Por otro lado, se le considera un recurso energético renovable, ya que de él se obtiene el etanol, un alcohol derivado de la fermentación del almidón del maíz que se utiliza principalmente como combustible de automóviles y camiones (Esteva, 2003).

2.5 Uso de especies silvestres en el mejoramiento del maíz (*Zea mays* L.)

Con respecto al maíz y su mejoramiento existe un grupo de especies silvestres del género *Zea*, llamadas colectivamente teocintle que agrupa a varias especies anuales y dos perennes que se localizan en varias regiones tropicales y subtropicales de México, Guatemala, honduras y Nicaragua (Sánchez y Ruiz, 1996).

El uso potencial de especies silvestres para mejorar el maíz cultivado no es nuevo, ya que anteriormente fue propuesto por algunos investigadores y se han documentado algunos trabajos con resultados alentadores, destacando los de Reeves (1950), Sehgal (1963), Lambert y Leng (1965), Cohen y Galinat (1984), Padilla *et al.* (2002), Casas *et al.* (2001,2003), Mano *et al* (2005a 2006c), Mano Y Omori (2007). En estos trabajos se ha demostrado que existe variabilidad en las poblaciones silvestres de los géneros *Zea* y *Tripsacum*, la cual puede ser utilizada en el mejoramiento de líneas élite o para formar poblaciones de alta variabilidad genética de maíz a través de métodos convencionales de mejoramiento genético.

Se ha determinado que los efectos más importantes de la introgresión entre germoplasma de especies silvestres a maíz se presenta en el rendimiento de grano, el número de mazorcas por planta y la variabilidad del tamaño, forma y longitud de la mazorca y el olote (Sehgal y Brown, 1963). También se ha comprobado que *Zea diploperennis* es inmune o tolerante a enfermedades causadas por virus y micoplasmas importantes, además de que esta fuente de teocintle puede aportar resistencia a plagas del

follaje, gusanos eloteros, barrenadores del tallo y plagas rizófagas (Nault y Findley, 1981). Aunado a todo esto también al teocintle se le ha considerado el pariente más cercano del maíz se le ha atribuido una gran importancia en el incremento de la variabilidad y la formación de las principales razas de maíz en México (Wellhausen *et al.* 1951; Mangelsdorf y Reeves, 1959).

Los mejoradores de maíz (*Zea mays* L.) prefieren las fuentes de germoplasma tradicionales, desaprovechando poblaciones de teocintle que pueden ampliar la variación genética en sus programas de mejoramiento. Uno de los problemas en el uso de especies silvestres, es su bajo rendimiento económico, debido a que no han estado sujetas al proceso de selección al que han sido sometidas las especies cultivadas. Sin embargo, constituye un reto el poder valorar la utilidad del teocintle en los programas de mejoramiento genético (Casas *et al.* 2001).

Los primeros estudios de cruzas entre maíz y teocintle se realizaron en la década de 1920 y se orientaron a tratar de descifrar el origen y evolución del maíz (Mangelsdorf, 1947). Posteriormente, hubo otros trabajos enfocados al uso del teocintle en el mejoramiento genético del maíz; sobresalen los de Reeves (1950), quien intento transferir genes de resistencia a sequía y calor, así como los de Lambert y Leng (1965), Sehgal (1963) y Cohen y Galinat (1984), quienes estudiaron el efecto del germoplasma de teocintle en relación con la aptitud combinatoria y la heterosis en caracteres cuantitativos.

Se han hecho intentos por usar las formas silvestres para mejorar el maíz cultivado, pero en muchos de los casos los resultados han sido poco exitosos (Goodman, 1985a). En términos de variedades comerciales, refiere que solo una línea de maíz con alrededor del 8% de germoplasma de teocintle se ha utilizado en forma comercial en los Estados Unidos de América; sin embargo no existe más información de este tipo, ya que la mayoría de los estudios publicados han sido orientados a aspectos académicos más que con fines comerciales (Goodman, 1985b).

Uno de los principales aspectos que ha restringido el uso de especies silvestres en el mejoramiento genético, es que su rendimiento económico (tamaño de semillas, sobre todo) es muy bajo, debido a que no han estado sujetas al proceso de selección al que el hombre ha sometido a las especies cultivadas. En el caso del teocintle, la inflorescencia femenina (mazorca) tiene dos hileras que sostienen de seis a 12 granos pequeños, cubiertos cada uno de ellos por un segmento de raquis y una gluma inferior, siendo ambas estructuras altamente endurecidas. En contraste, el maíz presenta mazorcas más largas que pueden tener más de 18 hileras de grano de un tamaño mayor y aplanado, que se separa con facilidad de la mazorca en la madurez (Mangelsdorf, 1974; Randolph, 1976).

Jiménez *et al.*, (2001) realizaron estudios sobre el potencial forrajero del teocintle *Zea diploperennis*, bajo diferentes fechas de corte en condiciones naturales concluyendo que el teocintle perenne es una fuente viable de forraje para la producción de ganado y recomienda seguir investigando su potencial forrajero en condiciones naturales e intensivas de manejo.

Los híbridos entre maíz y la especie silvestre *Zea diploperennis* son, por lo general, muy heteróticos, expresando su vigor especialmente a través de elevada prolificidad, elevado número de nudos productivos por tallo, de espigas por tallo y de espigas por planta (Corcuera y Magoja, 1988).

En la tercera generación segregante de una población producto de la retrocruza del híbrido interéspecifico *Zea mays* L. x *Zea diploperennis*, se encontró una amplia variabilidad en altura de planta, número de tallos por planta, prolificidad en cada tallo, diámetro del tallo, materia seca total de planta (Paccapelo y Molas, 1996). Lograda la recombinación de caracteres forrajeros, estos se fijaron a través de endogamia en dos sucesivas generaciones de endocria (S2).

Casas *et al.* (2001) llevaron a cabo un trabajo cuyo objetivo principal fue evaluar en seis líneas élite de maíz recobradas los cambios en el rendimiento económico y sus componentes en función de las diferentes fuentes de teocintle y el nivel de retrocruzamiento

utilizado. Los resultados indicaron que las líneas modificadas con germoplasma de teocintle se pueden aprovechar en la formación de poblaciones para programas de selección recurrente con amplia base genética o bien, se pueden combinar las líneas modificadas en RC2 y RC3 de manera que se pueda sintetizar la diversidad total de las líneas y de las fuentes de teocintle. Si se quiere recuperar las líneas para programas de hibridación, sería a partir de la RC3 con la fuente de teocintle que confiera alelos favorables para rendimiento de grano y el menor número de alelos desfavorables para otros caracteres agronómicos. Las retrocruzas con teocintle fueron superiores a las líneas originales en rendimiento de grano, número de mazorcas por planta y número de granos por metro cuadrado. Conforme se redujo la dosis de teocintle disminuyó la expresión de las características anteriores.

Padilla *et al.* (2002) estimaron el efecto de seis fuentes de germoplasma de teocintle en medias y varianzas de variedades sintéticas de maíz en varias generaciones de recombinación. Se evaluaron siete sintéticos en varios ambientes, concluyendo que ninguna de las fuentes de germoplasma de teocintle causó incrementos significativos en el rendimiento de grano o en sus componentes, respecto al sintético original. Las fuentes de teocintle de Jalisco *Zea mays ssp. parviglumis* y *Zea diploperennis* parecen ser las más prometedoras para usarse en programas de mejoramiento genético de maíz, debido a que mostraron la mayor variabilidad y los mejores valores medios.

Casas *et al.* (2003) realizaron tres retrocruzas con maíz, utilizando seis fuentes diferentes de teocintle encontrando que la transferencia de germoplasma de teocintle a maíz incrementa el rendimiento de grano, el vigor de las plantas y confiere mayor precocidad a la fuente recurrente. La mejor dosis de teocintle en las líneas modificadas fue de 6.25%, las cuales presentaron mayor rendimiento y en general mejores características agronómicas que las de mayor porcentaje de teocintle.

Wang *et al.* (2008) llevaron a cabo un estudio de cruzas entre líneas élite de híbridos comerciales de maíz con una población de *Zea mays ssp. mexicana* demostrando que 54.6% de las líneas en evaluación fueron superiores en rendimiento de grano en comparación con la línea testigo y algunas líneas con introgresión de germoplasma de

teocintle tenían excelentes características agronómicas y que *Zea mays* spp. *mexicana* es una valiosa fuente que se puede utilizar para el mejoramiento del maíz, y se puede además utilizar para ampliar y enriquecer el germoplasma de maíz.

Mano y Omori (2007) en un trabajo realizado demostraron que el teocintle *Z. luxurians* y *Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* tienen cierta tolerancia a la inundación, se identifican tres factores principales que afectan al maíz: 1) la capacidad de formar raíces adventicias en el suelo durante las inundaciones; 2) la capacidad para formar raíz aerenquima; y 3) tolerancia a toxinas (p.ej., Fe^{2+} , H_2S).

En varias regiones del mundo las inundaciones durante las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos es un problema que reduce los rendimientos. En varias partes de Asia las lluvias torrenciales de fines de primavera e inicios del verano son un peligro potencial para el cultivo del maíz. Se ha utilizado el teocintle como un recurso genético para mejorar líneas de maíz tolerantes a la inundación. En los teocintle *Z. luxurians* y *Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* se ha observado una capacidad más alta para la formación de raíz adventicia que algunos maíces híbridos (Mano *et al.* 2005a). En condiciones de inundación sumamente severas (con 12 cm de agua permanente), plantas de *Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* tuvieron una alta adaptabilidad a la inundación al desarrollar raíces adventicias encima de la superficie de suelo (Mano inédito). Como consecuencia, las raíces adventicias de este teocintle pueden obtener el oxígeno y esta característica puede jugar un papel importante en su adaptación a condiciones de inundación.

En un estudio anterior, en condiciones de inundación *Z. luxurians*, desarrollo aerenquima en plantas adultas (Ray *et al.* 1999). En la etapa de plántula, Mano *et al.* (2006c) investigaron la capacidad de desarrollar aerenquima en el suelo inundado y encontró que algunas accesiones de *Z. nicaraguensis* y *Z. luxurians* formaron aerenquima.

Mano (2012) observó en un experimento en invernadero que el teocintle *Z. nicaraguensis* expuso una gran adaptabilidad a la inundación y a reducir las condiciones de suelo. Usando este recurso genético como padre donador, podría ser posible encontrar QTL

adicionales con efectos más grandes. Se espera que con estos estudios que se han llevado a cabo se puedan sentar las bases para que de forma práctica y aplicada se puedan llevar a cabo cruzamientos entre las líneas adaptadas y estas poblaciones de teocintles para poder tener maíces tolerantes a la inundación.

La escoba de bruja o *Striga* spp. (Orobanchaceae), son parásitos de la raíz de importancia significativa en la mayor parte de África y partes de Asia, Lane *et al.* (1997) en un estudio de una colección de teocintles perennes (*Zea diploperennis*), concluyeron que aproximadamente el 10% de las entradas mostró resistencia en relación con otras accesiones de teocintle y maíz a *Striga*. En otro estudio realizado se encontró que otro pariente silvestre del maíz, *Tripsacum dactyloides*, también mostró resistencia. Al final de las observaciones de laboratorio, el peso medio total seco de *Striga* sobre las raíces de *Tripsacum dactyloides* la planta era 1000x menos que el de *Striga* sobre el maíz testigo (Gurney *et al.* 2003). La infestación es generalmente menos severa donde el agua y la fertilidad de suelo son óptimas para el crecimiento del cultivo. Estas condiciones son muy escasas en la mayor parte de África por lo que la introgresión de germoplasma silvestre representa una magnífica opción para el control de *Striga* además de ser una opción económica.

Recientemente se ha encontrado cierta resistencia obtenida a nivel de laboratorio en la línea comercial ZD05. Esta línea fue seleccionada en campo para resistencia a *S. hermonthica* y tiene en su pedigrí *Zea diploperennis* así como germoplasma de maíz tropical (Menkir, 2006) estos resultados muestran que la manifestación de resistencia fuerte en estos antepasados del maíz puede ser transferida satisfactoriamente a cultivos. Esto muestra beneficios potenciales para ser aprovechados por los mejoradores de plantas al utilizar los protocolos de selección adecuados y cuidadosos.

Flint-García *et al.* (2009) realizaron un trabajo en cuanto a la composición y características de la semilla de teocintle en comparación con las razas de maíz y líneas puras concluyendo que el teocintle tiene semillas pequeñas con más del doble de proteína que maíz, y que contiene varias zeínas no presentes en maíz. Este y otros estudios

anteriores sugieren que los teocintles contienen gran diversidad de genes responsables de la expresión de zeínas que no se encuentran en materiales mejorados modernos, estas características presentan una gran oportunidad para explotar estos genes que no están presentes en el maíz. Aún con la dificultad que esto presenta como el tamaño de la semilla, la latencia, el fotoperiodo y la temperatura.

Zamir (2001) propone crear bibliotecas genéticas de especies exóticas en donde toda la información correspondiente a cada accesión se guarde en un banco de datos y que esta información esté disponible para los mejoradores ya con su análisis de marcadores moleculares. Para facilitar el uso de las especies silvestres en el mejoramiento de los cultivos.

2.6 Retrocruza

La infiltración gradual del germoplasma de una especie dentro de otra a través, de retrocruzamiento, ha sido considerada un factor importante en el enriquecimiento genético de las diferentes especies vegetales (Doebly *et al.* 1984) el método de retrocruzamiento ha demostrado ser efectivo en la transferencia de cromosomas o bloques de genes de teocintle a una población de maíz, donde una vez introducidos pueden aprovecharse y mantenerse en las generaciones subsecuentes (Sehgal, 1963).

El término introgresión se define como el fenómeno genético que involucra la infiltración gradual del germoplasma de una especie dentro de otra a través de retrocruzamiento, hacia cualquiera de los progenitores de híbridos, para el enriquecimiento de las especies participantes (Doebly *et al.* 1984)

Se han definido tres tipos de efectos de introgresión: localizada, dispersa y formación de razas o especies a través de introgresión. La mayoría de los casos reportados de introgresión localizada se relacionan con especies que viven simpátricamente en grandes regiones, donde la hibridación ocurre frecuentemente, habiendo un extenso flujo de genes interespecíficos. En la introgresión dispersa, el flujo de genes se extiende a cierta distancia

del área de hibridación que ocurre entre especies que son fuertemente alopátricas. Aunque la introgresión puede producir convergencia entre especies distintas, hay evidencias de que en las progenies de híbridos puede ocurrir la creación de tipos nuevos. Los nuevos genotipos pueden producirse a través de recombinación, incrementando la diversidad genética de las especies y posiblemente alterando su potencial de adaptación (Rieseberg y Brunsfeld, 1992).

El método de retrocruzamiento se ha utilizado para mejorar alguna característica deseable en cualquier material genético, debiendo cumplirse tres condiciones: 1) El progenitor recurrente deberá ser un genotipo altamente aceptable, excepto para el carácter que será modificado por retrocruzamiento, 2) el progenitor donador deberá tener los alelos necesarios para mejorar al progenitor recurrente y 3) el procedimiento de retrocruzamiento usado dependerá del control genético del carácter que se va a transferir y la necesidad de pruebas de progenie para determinar su genotipo (Fehr, 1987).

Con el método de retrocruzamiento se ha demostrado la efectividad para transferir genes de teocintle a líneas élite de maíz, los cuales pueden aprovecharse en el mejoramiento genético del maíz así mismo la transferencia de germoplasma de teocintle incrementa el rendimiento de grano, el vigor de las plantas y la precocidad de las líneas élite de maíz (Casas *et al.* 2003).

2.7 Análisis de covarianza

El propósito del análisis de covarianza (ANCOVA), como técnica de control estadístico (Cochran 1957; Elashoff, 1969), consiste en ajustar los valores en la variable dependiente eliminando de aquella la variabilidad explicada por la regresión lineal de la covariante sobre la variable dependiente, o similarmente, las diferencias en Y se ajustan respecto de las diferencias en X.

El análisis de covarianza es apropiado para lograr dos objetivos específicos: a) eliminar cualquier error sistemático fuera del control del investigador que puede sesgar los

resultados, y b) tener en cuenta las diferencias en las respuestas debidas a las características propias de los encuestados (Badii *et al.* 2008).

Dentro de los usos que se le dan al análisis de covarianza en la experimentación agrícola destacan tres puntos:

1. Para controlar el error experimental y para ajustar las medias de tratamiento.
2. Para ayudar en la interpretación de los resultados experimentales.
3. Para estimar los datos que faltan.

El uso de análisis de covarianza se debe considerar en los experimentos en el que el bloqueo no podría reducir adecuadamente el error experimental. Mediante la medición de una variable adicional (X covariable) que se sabe que está relacionada linealmente con la variable primaria Y , la fuente de variación asociada con la covariable se puede deducir del error experimental. Esto ajusta la variable primaria Y linealmente hacia arriba o hacia abajo, dependiendo del tamaño relativo de su respectivas covariables. El ajuste lleva a cabo dos importantes mejoras:

1. Las medias del tratamiento se ajustan a un valor que hubiera tenido; si no hubiera habido diferencias en los valores de la covariable.
2. Se reduce el error experimental y la precisión para la comparación de las medias de tratamientos aumenta.

El análisis de covarianza se puede utilizar sólo cuando la covariable en representación de la heterogeneidad entre las unidades experimentales se puede medir cuantitativamente. El análisis de covarianza por otra parte, puede hacerse cargo de fuentes inesperadas de variación que se producen durante el experimento. Por lo tanto, el análisis de covarianza es útil, como un procedimiento complementario para tener el cuidado de las fuentes de variación que no pueden ser explicados por el bloqueo (Parsad *et al.* 2012).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio y evaluación

El estudio se efectuó en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Y en Santa Cruz El Grande municipio de Poncitlán, Jal. El CUCBA está situado en Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, a 20° 44' 42.5" LN y 103° 30' 52.5" LO, y altitud de 1,650 msnm y temperatura media en los meses de junio-octubre de 23.6 °C y precipitación media anual de 816 mm. Los suelos son de pH ácidos, de textura franco arenosa (García 1973). Santa Cruz El Grande municipio de Poncitlán, Jalisco está situado en el sureste del estado, en las coordenadas 20° 18' 15" a los 20° 26' 15" de LN y de los 102° 16' 45" a los 103° 07'00" de LO, a una altitud de 1,524 msnm. La temperatura media anual es de 20.3°C, tiene una precipitación media anual de 801.2 mm con régimen de lluvias en los meses de junio a octubre, Los suelos dominantes corresponden al tipo ertisol pélico; y los suelos asociados corresponden al tipo feozem lúvico. La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola.

3.2 Material genético

El material genético utilizado para el desarrollo de esta investigación consistió de una colecta de teocintle (*Zea diploperennis*) obtenida en el año 2003 en la Sierra de Manantlán misma que estuvo compuesta de 320 plantas individuales, y dos líneas élite LUG-03 y LUG-14 del programa de mejoramiento de maíz del CUCBA, progenitoras de la cruza simple LUG-03 x LUG-14.

3.3 Siembra y desarrollo

La siembra de plantas individuales de teocintle se realizó en charolas de unicel de 72 cavidades con peat moss (musgo descompuesto) del número 3, depositando una semilla por cavidad, a los 25 días después de la siembra se trasplantaron 320 plantas a campo, en

20 surcos de 5 m de largo y 0.8 m entre surcos; distancia entre planta y planta de 20 cm, y se etiquetaron individualmente. Las líneas de maíz LUG-03 y LUG-14 se sembraron directamente en campo con 25 plantas por surco de 5 m en 40 surcos cada una. Las plantas de *Zea diploperennis* (macho) se cruzaron con las dos líneas de maíz (hembra) en P-V 2003, para obtener semilla F₁.

En P-V 2004, se sembró mazorca por surco de cada F₁ en surcos de 2.5 m y las líneas se sembraron en 20 surcos de 5 m con 25 semillas por línea en dos fechas de siembra, a tiempo y 8 días después para lograr coincidencia en floración con las plantas F₁, y obtener semilla de la retrocruza uno (RC1) a las líneas (hembras).

En P-V 2009, se sembró mazorca por surco de las RC1 en surcos de 5 m y las líneas se sembraron en 20 surcos de 5 m con 25 semillas por línea en dos fechas de siembra a tiempo y 8 días después para lograr la coincidencia en floración con la RC1 y obtener semilla de la RC2.

En el ciclo P-V 2010, se sembró, mazorca por surco, de las RC2 en surcos de 5 m, las líneas se sembraron en dos fechas de siembra a tiempo y 8 días después para lograr coincidencia en floración con las RC2, en 20 surcos de 5 m con 25 semillas por surco. En este ciclo, a la vez, se realizaron las cruza planta a planta de LUG-14 x RC2 (LUG-03) y LUG-03 x RC2 (LUG-14) utilizando plantas de las mismas fechas de siembra (Cuadro 3).

3.4 Polinización

Las polinizaciones para la cruza entre maíz y teocintle se hicieron planta a planta marcando la planta de teocintle de la cual se tomó el polen (1-320) con objeto de mantener la individualidad. Para realizar las polinizaciones de retrocruzas se obtuvo mezcla de polen de tres plantas del mismo surco y para realizar las cruza simples de RC2 y RC3 con las líneas sin teocintle se hicieron polinizaciones planta a planta.

Cuadro 3. Obtención de RC₂ y RC₃, y cruza de RC₂ y RC₃ con las líneas sin teocintle y la cruza simple original.

Ciclo	Cruza	Retrocruza
PV-2003	LUG-03 X teocintle 1-320 PI 50% maíz y 50% teocintle LUG-14 x teocintle 1-320 PI 50% maíz y 50% teocintle	
PV-2004 (RC ₁)	75% maíz y 25% teocintle	LUG-03x(LUG-03 x teocintle 1-320 PI) RC1 LUG-14x(LUG-14 x teocintle 1-320 PI) RC1
PV-2009 (RC ₂)	87.5% maíz y 12.5% teocintle	LUG-03x(LUG-03 x teocintle 1-320 PI) RC2 LUG-14x(LUG-14 x teocintle 1-320 PI) RC2
PV-2010 (RC ₃)	93.75% maíz y 6.25% teocintle	LUG-03x(LUG-03 x teocintle 1-320 PI) RC3 LUG-14x(LUG-14 x teocintle 1-320 PI) RC3
PV-2010 Cruza (LUG-03 y LUG-14 x RC ₂)	LUG-03xRC ₂ (LUG-14 x teocintle 1-320T) LUG-14xRC ₂ (LUG-03 x teocintle 1-320T)	87.5% maíz y 12.5% teocintle
OI-2010 Cruza (LUG-03 y LUG-14 x RC ₃)	LUG-03xRC ₃ (LUG-14 x teocintle 1-320T) LUG-14xRC ₃ (LUG-03 x teocintle 1-320T)	93.75% maíz y 6.25% teocintle
OI-2010 cruza simple original	(LUG-03xLUG-14) Sin teocintle	100% maíz

PV=Primavera verano, OI= Otoño invierno, RC=Retrocruza, PI=Plantas individuales.

Las cruza LUG-14 x RC₃ (LUG-03), LUG-03 x RC₃ (LUG-14), LUG-14 x RC₂ (LUG-03) y LUG-03 x RC₂ (LUG-14) se realizaron en el ciclo O-I 2010 en invernadero en surcos de 2.5 metros de cada retrocruza y 5 surcos de 20 m de cada línea para hacer las cruza planta a planta. En el Cuadro 4, se muestran las cruza simple obtenidas de RC₃ (93.75% maíz y 6.25% teocintle y en Cuadro 5 las cruza simple obtenidas de RC₂ (87% maíz y 12.5% teocintle).

Cuadro 4. Claves de las cruza simples obtenidos de RC3 (93.75% maíz y 6.25% teocintle).

ENTRADA	CRUZA	ENTRADA	CRUZA	ENTRADA	CRUZA
1	164x1	34	164x38	67	164x80
2	164x2	35	164x39	68	164x81
3	164x3	36	164x40	69	164X82
4	164x5	37	164x41	70	165x201
5	164x6	38	164x42	71	165x202
6	164x7	39	164x43	72	165x203
7	164x8	40	164x44	73	165x204
8	164x9	41	164x45	74	165x205
9	164x10	42	164x46	75	165x206
10	164x11	43	164x47	76	165x207
11	164x12	44	164x48	77	165x208
12	164x13	45	164x49	78	165x209
13	164x14	46	164x50	79	165x211
14	164x15	47	164x51	80	165x212
15	164x16	48	164x52	81	165x213
16	164x17	49	164x55	82	165x214
17	164x18	50	164x56	83	165x215
18	164x20	51	164x59	84	165x216
19	164x21	52	164x60	85	165x217
20	164x22	53	164x63	86	165x218
21	164x23	54	164x64	87	165x219
22	164x24	55	164x65	88	165x220
23	164x25	56	164x67	89	165x224
24	164x28	57	164x68	90	165X226
25	164x29	58	164x69	91	165x227
26	164x30	59	164x70	92	165X228
27	164x31	60	164x71	93	165x229
28	164x32	61	164x72	94	165X230
29	164x33	62	164X73	95	165x231
30	164x34	63	164X74	96	165X232
31	164x35	64	164x75	97	CIMARRON
32	164x36	65	164X76	98	LUG03XLUG14
33	164x37	66	164x78		

Cuadro 5. Claves de las cruzas simples obtenidos de RC2 (87.5% maíz y 12.5% teocintle)

ENTRADA	CRUZA	ENTRADA	CRUZA	ENTRADA	CRUZA
1	164x83	38	164x120	75	164x158
2	164x84	39	164x121	76	164x159
3	164x85	40	164x122	77	164x160
4	164x86	41	164x123	78	164x161
5	164x87	42	164x124	79	164x162
6	164x88	43	164x125	80	164x163
7	164x89	44	164x126	81	514X380
8	164x90	45	164x128	82	514X381
9	164x91	46	164x129	83	514X382
10	164x92	47	164x130	84	514X388
11	164x93	48	164x131	85	514X389
12	164x94	49	164x132	86	514X389M
13	164x95	50	164x133	87	514X390
14	164x96	51	164x134	88	514X391
15	164x97	52	164x135	89	514X392
16	164x98	53	164x136	90	514X393
17	164x99	54	164x137	91	514X394
18	164x100	55	164x138	92	514X395
19	164x101	56	164x139	93	514X396
20	164x102	57	164x140	94	514X397
21	164x103	58	164x141	95	514X398
22	164x104	59	164x142	96	514X399
23	164x105	60	164x143	97	514X400M
24	164x106	61	164x144	98	514X401M
25	164x107	62	164x145	99	514X401T
26	164x108	63	164x146	100	514X402T
27	164x109	64	164x147	101	514X402M
28	164x110	65	164x148	102	514X403
29	164x111	66	164x149	103	514X403AMA
30	164x112	67	164x150	104	514X404
31	164x113	68	164x151	105	514X405
32	164x114	69	164x152	106	514X406
33	164x115	70	164x153	107	514X407
34	164x116	71	164x154	108	514X409
35	164x117	72	164x155	109	CIMARRON
36	164x118	73	164x156	110	LUGO3XLUG14
37	164x119	74	164x157		

3.5 Diseño experimental en el CUCBA.

En el CUCBA, Nextipac, Mpio. de Zapopan Jal., se utilizó el diseño de látice triple 10x10 y látice triple 10x11, para la evaluación de las cruzas en retrocruza dos y tres, respectivamente. La parcela experimental consistió de dos surcos de 4 m con 1 m de calle para la separación de fajas. Como testigo se utilizó la cruz simple original (LUG-03xLUG-14) y el híbrido comercial Cimarrón, de buena adaptación a la zona.

3.6 Siembra y manejo agronómico en el CUCBA

La preparación del suelo consistió en barbecho y dos pasos de rastra, la siembra se realizó en suelo húmedo con sembradora experimental de 4 surcos, depositando 30 semillas por surco de 4 m y distancia entre surcos de 0.80 m. Se aplicaron 200 kg/ha con la fórmula de fertilización 18-46-00, 20 kg/ha de insecticida granulado clorpirifos al 5% para el control de plagas del suelo. Se aplicó Primagram Gold (atrazina y s-metolaclor) como herbicida preemergente teniendo buen control por los primeros 22 días de establecida la siembra; la emergencia en general fue buena y a los 25 días después de la siembra se realizó el aclareo de plantas dejando una población de 55, 000 plantas/ha. Se realizó una segunda fertilización con urea (250 kg/ha) manualmente y cubriéndolo con una escarda con tractor. Se realizaron tres aplicaciones de insecticida foliar Lorsban 480 E (clorpirifos) a una dosis de 0.5 L/ha. A los 50 días se hizo una aplicación de Convey (topramezone al 33.6%), herbicida selectivo a maíz para el control de zacates y hojas anchas, con 1kg de atrazina además de un adherente para el control de malezas en la etapa final del cultivo.

3.7 Diseño experimental en Poncitlán Jal.

En Poncitlán, Jal., se utilizó el diseño de látice triple 10x9 en las cruzas en RC2 y RC3. La parcela experimental constó de un surco de 5 m más 1 m de calle para la separación de fajas.

3.8 Siembra y manejo agronómico en Poncitlán, Jal.

La preparación del terreno consistió en barbecho y dos pasos de rastra; la siembra se hizo en forma manual en un surco de 4 m y la distancia entre surcos fue de 80 cm a una densidad de 55, 000 plantas/ha. Se aplicaron 200 kg de la fórmula de fertilización 18-46-00 y 20 kg/ha de insecticida granulado para la prevención de plagas del suelo (clorpirifos 5%). Se sembró en terreno húmedo, se aplicó primagram gold (atrazina y s-metolaclor) como herbicida preemergente, la emergencia en general fue buena. A los 25 días, se realizó una segunda fertilización con 200 kg/ha de Urea aplicándolo dosificado por surco en forma manual. Se realizaron tres aplicaciones de insecticida foliar, dos con solo insecticida y el ingrediente activo clorpirifos a una dosis de 0.5 L/ha y una con micronutrientes con 2 L de Bayfolan, en la primera aplicación. En la etapa de banderilla del cultivo, se realizó una tercera aplicación de fertilizante con 200 kg/ha de urea junto con una recarga de insecticida granulado (20 kg/ha).

3.9 Variables medidas

Las variables consideradas en este trabajo se tomaron de acuerdo al instructivo de Ron y Ramírez (1991).

Días a floración masculina. Se contabilizó el número de días transcurrido desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela útil estuvieron liberando polen.

Floración femenina. Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas en la parcela total expusieron sus estigmas (aproximadamente 3 cm) en el jilote principal.

Altura de planta. Se midió la altura de cinco plantas, en centímetros, midiendo desde el ras del suelo hasta la punta de la espiga.

Altura de mazorca. Se midió la altura de cinco plantas en centímetros, midiendo desde el ras del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca principal, se tomaron las mismas plantas del dato anterior.

Enfermedades. Se hizo una calificación visual de enfermedades dando una calificación de 0-9 (9 lo mejor y 0 el peor).

Aspecto de planta. Se realizó una calificación visual con una escala de 1 a 9 donde 1 fue para plantas indeseables y 9 para plantas con potencial para ser sembrado por los agricultores.

Daño por gusano cogollero. Se hizo en una escala visual de uno a cinco en donde uno fue para parcelas sin presencia de ataque de gusano cogollero y cinco para parcelas con daño en todas las plantas.

Acame de raíz. Se contaron las plantas que estaban ladeadas visiblemente en un ángulo igual o mayor de 45 grados, las plantas con cuello de ganso también se contabilizaron como acame de raíz, el porcentaje de plantas acamadas se obtuvo de dividir el número de plantas acamadas entre el número de plantas total en la parcela cosechada.

Acame de tallo. Se contabilizaron aquellas plantas que estaban quebradas visiblemente debajo de la mazorca principal, el porcentaje se obtuvo de dividir número de plantas acamadas entre el número de plantas en la parcela útil.

Número de mazorcas cosechadas. Se contabilizó el número total de mazorcas cosechadas dentro de la parcela experimental.

Número de mazorcas podridas. Se contabilizaron mazorcas dañadas visiblemente, agrupando aquellas con pocos granos podridos para completar una o más mazorcas podridas según fuera el caso.

Calificación de mazorcas. Se les dio una calificación de 1 a 9 en donde 1 se usó para aquellas mazorcas que tenían malas características de grano como mazorcas chicas, variables con pudriciones de grano y/o poco peso y 9 para aquellas que tenían las mejores características visiblemente, es decir, aquellas que estuvieran completamente sanas con buen llenado con buena uniformidad y buena apariencia de grano.

Peso de mazorcas cosechadas. Se pesó el número total de mazorcas cosechadas con todo y olote dentro de la parcela experimental.

Peso de grano. Se desgranaron las mazorcas cosechadas por parcela y se registró el peso de grano.

Humedad de grano. Esta se tomó con un determinador de humedad para cada parcela.

Rendimiento de grano por parcela al 0% de humedad. Se calculó por parcela restando 100 a la humedad del grano obtenido, esto dividido entre 100 y el producto se multiplico por el peso de grano multiplicado por 10 y dividido entre la parcela útil cosechada.

$$\text{RENDGR} = ((100 - \text{HMD}) / 100) * ((\text{PESOGRA} * 10) / 7.2)$$

3.10 Cosecha

La cosecha de los ensayos fue en forma manual cosechando los dos surcos de cada parcela.

3.11 Análisis estadístico

3.12 Análisis de varianza y comparación de medias

Se hicieron análisis de varianza por experimento de cada localidad y la comparación de promedios para cada variable utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS). Además se realizó análisis de covarianza para la variable rendimiento, en el que la

covariable fue la densidad de plantas por ha. Se empleó el modelo lineal para el diseño de látices

$$Y_{ijl} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \rho_l(j) + \varepsilon_{ijl}$$

τ_i = al efecto de los tratamientos

γ_j = al efecto de las repeticiones

$\rho_l(j)$ = al efecto de los bloques

ε_{ijl} = al error aleatorio

La estructura del análisis de varianza se presenta en el Cuadro 6. La regla de decisión fue que la hipótesis nula se rechaza si la F_c correspondiente es mayor que la F de tablas al 0.05% de probabilidad.

Eb- Error por bloques = $SSB/r(k-1)$

Ee- Error experimental= $SSE/((k-1)(rk-k-1))$

Cuadro 6. Análisis de varianza para el diseño de látices

FV	GL	SC	CM
TOTAL	rk^2-1	SSTot	
REPETICIONES	$r-1$	SSR	
TRATAMIENTOS	k^2-1	SST	
ERROR POR BLOQUES	$r(k-1)$	SSB	Eb
ERROR EXPERIMENTAL	$(k-1)(rk-k-1)$	SSE	Ee

Se hizo el análisis de varianza para probar la igualdad de las α medias de los tratamientos.

$$E(Y_{ij}) = \mu + \tau_i = \mu_i \quad V \quad i = 1, \dots, a \quad ij = 1, 2, \dots, n$$

Las hipótesis planteadas son:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a; p$

$H_a: \mu_i \neq \mu_j$ al menos una cruza es diferente

Prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) para la comparación de medias:

$$DMS (0.05) = t_{\alpha/2} \times \sqrt{(2s^2/r)}$$

Dónde:

s^2 = cuadrado medio del error apropiado

α = nivel de significancia

r = número de repeticiones

t = valor obtenido de la distribución t-student

3.13 Análisis de covarianza

Se hizo un análisis de covarianza con la finalidad de reducir el error experimental y ajustar las medias de los tratamientos para el rendimiento de grano con base en la covariable densidad de población. El error experimental está estrechamente relacionado con la variabilidad entre las unidades experimentales. El bloqueo adecuado puede reducir el error experimental mediante la maximización de las diferencias entre los bloques y por lo tanto minimizar las diferencias dentro de los bloques. El análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano se hizo en las dos localidades de evaluación y por cada retrocruza.

IV RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza para el experimento de retrocruza dos (RC2) en el CUCBA, Zapopan, Jal. 2011 temporal (T).

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del análisis de varianza del experimento RC2 establecido en el CUCBA. Hubo diferencias altamente significativas para repeticiones y cruzas en las variables de floración masculina, altura de mazorca, rendimiento de mazorca y rendimiento de grano, en floración femenina existió diferencia significativa en repeticiones y altamente significativa en las cruzas, para altura de planta y carbón con diferencias significativas en repeticiones y no existió diferencias en cruzas, en acame de raíz con diferencias altamente significativa para repeticiones y sin significancia en cruzas, las variables de acame de tallo, *Cercospora* y densidad con diferencias altamente significativas para cruzas y sin significancia para repeticiones, calificación de mazorca fue la única variable que no presento significancia en repeticiones y en cruzas, para mazorcas por planta con diferencias altamente significativa en repeticiones y significativa en cruzas. El coeficiente de variación (CV) para rendimiento fue de 15.88%, valor aceptable para este tipo de experimentos conducidos bajo condiciones de temporal. Para el resto de variables los CV fueron altos en variables tomadas por apreciación o calificación como carbón y las muy influenciadas por variaciones ambientales como acame de raíz y tallo.

Cuadro 7. Cuadrados medios para diferentes variables en RC2 en CUCBA, Zapopan, Jal.
2011 T.

FV	GL	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CR	CM	CB	MP	RM	RG	NP
REPETICIONES	2	63.96**	17.05*	1672.27*	995.30**	1020.52**	95.62ns	0.14 ns	0.39 ns	0.52*	0.12**	18476788.7**	10503014.8**	55204826 ns
CRUZAS	109	9.88**	10.48**	509.22ns	217.17**	117.53 ns	81.98**	0.38**	0.45 ns	0.09 ns	0.02*	3964883.3**	2296126.1**	64606361 **
CV		2.50	2.46	6.39	7.53	121.03	108.43	12.29	7.15	442.33	12.27	13.78	15.88	8.42
PROMEDIOS	73	74	74	292.1	139.7	7.9	5.3	3.6	8	0.06	0.98	10733.9	7063.1	61426.7

**altamente significativos al 0.01 de probabilidad *significativos al 0.05 de probabilidad ns = no significativo

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; FM=floración masculina; FF=floración femenina;

AP=altura de planta; AM=altura de mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; CR=cercospora; CM=calificación de mazorcas;

CB=carbón; MP=mazorcas por planta; RM=rendimiento de mazorcas; RG=rendimiento de grano; NP=número de plantas

Las medias de las cruzas para las diferentes variables en RC2 (CUCBA) se presentan en el Cuadro 8, para la variable rendimiento de grano se tomaron las medias ajustadas con el análisis de covarianzas con la covariable número de plantas en RC2 y RC3 en CUCBA, Zapopan, Jal., así como en Santa Cruz el Grande, Poncitlán Jal.

En el experimento RC2 (CUCBA), la media general fue de 7,063 kg/ha, el 51.81% de las cruzas presentaron valores arriba de la media, los mejores rendimientos de grano los presentaron las entradas 42 y 101 con 9,364 y 9,114 kg/ha, respectivamente superando con más de 4 t/ha al testigo LUG-03xLUG-14, el testigo comercial Cimarrón, utilizado para este experimento rindió 7,848 kg/ha, 1.5 t/ha menos que la entrada 42 y 1 t/ha menos que la entrada 101. Días a floración masculina y días a floración femenina de la cruza simple testigo fueron de 70 y 72 días, pero hubo cruzas con menos días a floración masculina y femenina, como las entradas 26, 33, 76 y 99 con 68 y 68, 67 y 67, 69 y 71 y 68 y 69 días, respectivamente; el híbrido comercial tuvo 71 días a floración tanto masculina como femenina. Para acame de raíz, el 33% de las cruzas presentaron menos acame de raíz que la cruza original, entre estas el testigo comercial, el cual presentó 0.74% y cuatro cruzas (las entradas 57, 15, 45 y 33) experimentales tuvieron menos acame, 0.74, 0.68, 0.0 y 0.0% respectivamente. El 65% de las entradas presentaron menos acame de tallo que la cruza simple original incluyendo el híbrido comercial Cimarrón que tuvo 7%. Para altura de planta se encontró un rango amplio, de 2.65 a 3.30 m y para altura de mazorca la cruza simple original fue la que presentó la menor altura con 1.13 m. Para calificación de mazorca, el 21% de los materiales presentaron mejor mazorca que la cruza simple original y 62% mejor que el híbrido comercial.

Cuadro 8. Medias de variables evaluadas en RC2 CUCBA, U de G. 2011 T.

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CER	CMZ	CRB	MPL
42	164x124	13681	9364	64352	73.67	75.33	307.89	157.61	4.95	3.69	3.67	8.17	0.00	1.03
101	514X402M	13403	9115	63426	72.67	75.00	304.05	144.05	2.27	5.75	2.67	8.33	0.00	1.04
28	164x110	13194	8938	65278	71.33	73.33	295.03	137.07	12.75	7.16	3.67	8.33	0.00	0.95
80	164x163	12546	8552	61111	74.33	74.67	313.50	142.30	7.39	7.65	3.67	8.50	0.00	0.96
55	164x138	12495	8437	64352	74.00	75.67	298.63	145.31	8.63	1.42	3.67	8.83	0.00	0.97
13	164x95	12269	8267	63889	72.67	74.67	306.48	149.01	8.15	5.05	3.67	8.67	0.00	0.94
45	164x128	12231	8254	63889	73.00	74.67	304.15	144.91	0.00	5.75	4.00	8.50	0.00	0.99
57	164x140	12218	8236	60185	74.33	74.33	295.56	145.99	0.74	2.26	3.33	8.67	0.00	0.96
88	514X391	12171	8208	65741	70.33	70.67	290.54	133.82	1.42	2.10	4.00	8.33	0.00	0.97
11	164x93	12269	8187	61574	75.00	75.67	290.98	145.23	13.59	11.23	3.67	8.67	0.00	1.05
47	164x130	12157	8120	61111	75.67	77.00	291.07	141.28	5.93	5.29	3.00	8.67	0.00	1.07
18	164x100	12069	8073	57407	73.67	74.67	290.99	142.02	2.52	4.21	3.33	8.33	0.00	1.11
10	164x92	11944	7980	64352	72.00	73.67	299.72	139.15	14.62	7.86	3.67	8.17	0.00	0.97
44	164x126	11954	7964	56481	73.00	75.67	295.64	148.69	7.21	2.49	3.67	8.50	0.00	1.05
76	164x159	11625	7941	65278	69.67	71.33	292.53	131.76	1.45	4.21	3.67	8.33	0.00	0.92
77	164x160	11889	7926	60185	72.67	74.33	303.75	147.53	8.14	14.23	4.00	8.33	0.00	1.05
12	164x94	11815	7904	58796	73.67	75.67	306.56	151.03	5.85	1.47	4.00	8.50	0.00	1.03
79	164x162	12019	7879	62037	73.67	75.33	297.95	139.17	14.37	3.67	3.33	8.33	0.00	0.99
46	164x129	12287	7877	63889	70.00	70.67	290.59	142.73	6.94	3.70	4.00	8.33	0.00	0.97
70	164x153	11671	7852	65741	72.00	72.67	301.94	141.88	4.94	4.26	3.67	8.00	0.00	0.91
109	CIMARRON	11292	7848	59259	70.67	70.33	275.43	121.88	0.74	0.74	3.00	8.17	0.00	0.90
8	164x90	11606	7752	61111	73.67	75.00	301.14	136.34	9.00	8.04	4.00	8.33	0.00	0.95
75	164x158	11653	7735	64352	75.00	76.00	304.24	147.20	20.20	3.58	3.67	8.83	0.00	0.89
69	164x152	11500	7724	65278	74.00	75.00	331.12	161.52	12.18	2.08	3.33	7.67	0.00	0.89
25	164x107	11519	7669	61111	74.33	76.00	300.18	139.81	8.89	0.74	3.00	8.33	0.00	0.97
58	164x141	11486	7655	61111	73.67	74.67	276.57	128.77	3.77	22.80	4.00	8.50	0.33	0.94
15	164x97	11444	7651	64352	72.33	74.67	297.74	143.20	0.68	2.72	3.67	8.33	0.00	0.91
104	514X404	11431	7637	63889	75.00	75.67	297.69	144.90	5.12	2.13	3.67	8.33	0.00	0.91
53	164x136	11574	7631	65278	74.33	75.33	299.20	146.63	20.72	2.87	4.00	8.50	0.00	0.89
63	164x146	11458	7620	62963	75.00	74.67	288.81	144.48	15.27	2.95	4.00	8.67	0.00	0.97
19	164x101	11343	7615	61111	73.33	75.00	283.30	146.04	2.21	7.69	3.00	8.00	0.00	0.95
48	164x131	11426	7611	62037	73.33	75.00	293.28	143.75	5.24	4.45	3.33	8.00	0.00	0.99
98	514X401M	11306	7570	64815	73.33	74.67	273.88	123.04	9.30	7.28	3.67	8.50	0.00	0.95
38	164x120	11806	7549	63426	71.33	74.00	288.63	140.52	4.38	8.83	3.33	8.50	0.00	1.01
90	514X393	11278	7543	54167	74.67	74.33	288.00	134.44	8.09	2.34	3.33	8.00	0.00	1.03
65	164x148	11324	7528	65278	73.67	74.67	297.02	141.93	2.81	2.85	4.00	8.33	0.00	0.97
92	514X395	11194	7480	63426	73.67	73.33	282.08	131.70	5.81	2.22	4.00	7.83	0.00	0.99
61	164x144	11190	7465	60185	74.67	78.00	280.58	140.07	2.14	4.35	4.00	8.33	0.00	1.06
81	514X380	11333	7459	58333	72.00	72.67	282.00	131.59	2.51	5.42	3.67	8.33	0.00	0.99

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CER	CMZ	CRB	MPL
52	164x135	11227	7457	62500	72.33	75.00	281.96	136.89	8.08	3.05	3.33	8.33	0.00	0.97
24	164x106	11134	7450	63426	73.00	74.33	301.69	139.89	1.52	5.90	3.67	8.50	0.00	0.93
71	164x154	11134	7425	63889	71.00	71.00	290.81	133.61	8.51	9.98	3.33	7.83	0.00	0.88
27	164x109	11394	7381	64352	71.67	73.67	280.62	130.25	3.55	1.42	3.67	8.17	0.00	0.90
49	164x132	11088	7373	62500	72.67	72.33	302.19	136.18	3.55	4.76	3.00	8.00	0.00	0.96
22	164x104	11407	7313	64815	71.33	71.67	293.65	144.83	9.57	4.34	4.00	8.17	0.00	1.05
94	514X397	11051	7295	61111	75.00	76.00	310.81	152.41	5.31	11.86	3.33	8.33	0.00	0.95
74	164x157	11204	7278	63426	72.67	73.67	275.78	128.99	18.06	5.13	4.00	8.33	0.00	1.08
66	164x149	11083	7276	64815	74.00	75.33	300.61	147.58	23.24	2.89	4.00	8.33	0.00	0.94
73	164x156	10921	7209	62037	73.33	75.00	279.39	136.24	8.55	7.34	4.00	8.50	0.00	1.01
30	164x112	10713	7201	56481	72.33	73.67	319.42	140.34	9.00	3.03	3.33	7.83	0.00	1.08
5	164x87	10824	7195	63889	75.00	75.67	285.96	141.40	2.08	0.69	4.00	8.00	0.00	0.84
85	514X389	10833	7188	67593	71.00	71.33	312.72	159.51	24.28	23.42	4.00	8.50	0.00	0.91
72	164x155	10657	7151	59259	71.67	72.33	286.64	133.81	9.55	6.46	4.00	7.83	0.00	1.08
107	514X407	10681	7084	63889	72.33	74.00	300.17	133.54	2.87	5.74	4.33	8.00	0.00	0.89
87	514X390	10690	7080	64815	73.67	75.00	275.15	132.07	5.68	3.51	4.00	8.50	0.00	0.92
84	514X388	10741	7072	63889	74.00	74.67	282.03	125.25	14.58	2.90	3.67	8.17	0.33	0.94
39	164x121	10560	6995	67593	74.00	76.00	282.96	146.10	9.76	1.37	3.00	8.00	0.00	1.01
78	164x161	10565	6986	62037	74.33	75.33	283.31	135.32	20.46	5.39	4.00	8.17	0.67	0.92
34	164x116	10602	6980	62963	73.33	73.00	312.91	153.54	8.61	7.36	3.00	8.17	0.00	0.96
16	164x98	10579	6974	59259	72.67	74.00	296.03	140.60	4.80	7.32	3.67	8.00	0.67	1.22
103	514X403AMA	10685	6966	65741	69.33	71.33	292.98	145.87	16.99	26.26	4.00	8.33	0.00	0.89
7	164x89	10574	6957	56481	71.66	73.33	281.76	132.82	0.85	3.24	3.67	8.00	0.00	1.09
43	164x125	10949	6954	59722	71.67	72.33	274.19	133.29	10.87	3.60	4.00	7.83	0.33	0.99
31	164x113	10333	6927	62500	73.67	74.67	285.16	140.39	7.33	7.44	4.00	7.67	0.00	0.93
3	164x85	10829	6919	62963	71.00	71.67	304.05	146.65	0.76	2.24	3.67	8.00	0.00	1.19
106	514X406	10532	6877	56481	74.67	75.67	273.88	127.96	2.46	8.16	4.00	8.17	0.00	0.98
82	514X381	10440	6868	58796	74.00	76.00	281.34	134.78	6.77	6.77	3.67	8.33	0.33	0.91
4	164x86	10292	6845	62500	75.33	75.67	297.10	141.79	16.94	7.15	4.00	8.17	0.00	1.07
9	164x91	10435	6835	64815	72.67	74.00	279.02	127.98	7.94	4.29	3.33	7.67	0.00	0.84
2	164x84	10366	6832	58333	74.33	75.33	292.25	151.25	17.05	3.88	4.00	7.83	0.00	1.02
62	164x145	10319	6803	62500	73.67	75.33	296.94	145.82	16.92	8.22	3.67	7.83	0.67	1.07
56	164x139	10375	6798	62500	74.67	75.67	312.22	153.93	12.51	3.55	3.33	8.00	0.00	0.97
108	514X409	10481	6766	64352	71.33	72.00	296.27	136.06	7.70	4.36	4.00	7.83	0.00	1.14
91	514X394	10255	6713	56944	75.00	73.67	297.78	140.45	2.33	4.03	4.00	8.00	0.00	1.01
99	514X401T	10472	6709	69907	68.33	69.67	296.66	148.82	35.91	30.70	4.67	8.00	0.00	0.84
26	164x108	10167	6681	62037	68.67	68.00	303.50	141.20	1.45	0.00	4.00	7.83	0.00	1.25
40	164x122	10134	6633	57870	73.33	74.67	295.11	140.42	14.69	2.78	3.33	8.00	0.00	0.88
83	514X382	10056	6632	62963	75.67	75.33	284.02	129.73	3.74	7.88	3.67	8.00	0.33	0.91
36	164x118	9741	6522	54167	75.66	76.33	271.16	128.41	14.08	3.78	3.67	8.00	0.00	0.97
51	164x134	10069	6505	64815	74.33	74.33	298.75	140.51	7.22	5.65	3.67	8.00	0.00	1.11
1	164x83	10014	6495	59722	75.00	76.33	289.97	142.03	7.15	6.41	3.33	8.00	0.00	0.91

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CER	CMZ	CRB	MPL
86	514X389M	9977	6450	60185	70.33	72.00	285.28	142.19	1.67	2.08	4.00	7.33	0.00	1.09
67	164x150	10125	6405	65741	74.33	75.00	265.67	132.36	1.42	0.71	4.33	8.00	0.00	1.13
20	164x102	9847	6396	54630	76.00	77.00	278.33	136.87	6.38	1.80	3.67	8.00	0.00	1.01
29	164x111	9944	6326	65278	73.33	74.33	281.76	138.12	4.88	3.42	3.67	7.83	0.00	1.02
37	164x119	9741	6268	59259	74.67	76.00	289.72	134.58	3.60	0.74	3.00	7.33	0.00	1.06
32	164x114	9782	6257	58796	73.67	74.33	285.14	134.66	3.14	4.96	4.00	7.50	0.67	1.09
102	514X403	9722	6238	54167	72.00	74.00	279.62	138.54	2.06	1.45	3.33	7.50	0.00	1.15
60	164x143	9634	6229	62963	75.67	75.67	307.49	145.69	5.79	7.77	4.00	7.67	0.00	1.18
23	164x105	9796	6203	58333	75.33	76.33	296.53	140.00	5.69	0.00	3.67	8.00	0.00	0.91
17	164x99	9838	6198	60648	74.33	76.00	282.12	136.05	3.01	0.72	3.33	7.67	0.00	1.23
59	164x142	9458	6166	57870	71.00	73.00	294.90	143.66	14.09	1.53	3.00	7.33	0.33	0.98
89	514X392	9329	6015	61111	73.00	75.33	283.67	134.93	5.29	2.26	3.33	7.33	0.00	1.04
97	514X400	9384	6012	62037	75.67	75.33	286.58	137.05	2.25	7.43	4.00	7.67	0.00	0.83
6	164x88	9644	6000	66667	74.00	75.00	301.00	145.35	7.61	3.43	3.67	7.67	0.00	0.96
93	514X396	9319	5923	64352	76.00	77.00	296.28	149.64	3.64	11.31	3.67	8.00	0.00	0.81
54	164x137	9296	5903	63426	73.33	73.67	282.42	134.47	17.07	2.18	3.33	7.67	0.33	1.00
14	164x96	8958	5857	57870	75.33	76.67	289.85	147.99	7.55	4.23	4.00	7.33	0.00	1.08
21	164x103	9028	5775	64815	71.67	72.67	302.25	146.94	17.90	2.85	4.00	7.67	0.00	1.04
64	164x147	8968	5728	52778	76.67	75.67	302.16	142.11	13.03	3.12	4.00	7.83	0.00	1.00
68	164x151	8602	5528	39352	73.67	74.67	276.06	124.66	6.41	3.85	3.67	7.67	0.33	1.06
35	164x117	8690	5501	59259	76.67	77.33	280.11	139.24	13.01	3.89	3.67	7.33	0.33	0.91
100	514X402T	8796	5487	67130	74.00	74.33	303.33	144.28	15.40	24.59	4.33	7.67	1.00	0.84
33	164x115	8139	5181	73611	67.00	67.00	282.27	126.10	0.00	0.63	4.00	7.00	0.00	0.98
95	514X398	7968	5022	46296	72.67	75.33	282.06	135.71	6.19	1.67	3.33	7.00	0.33	1.10
110	LUG-O3XLUG-14	7944	5001	47685	69.67	72.00	280.40	113.48	4.64	4.62	4.00	7.67	0.00	0.91
41	164x123	7778	4902	50463	73.67	73.67	282.78	131.68	2.86	9.04	4.00	7.33	0.33	0.89

ENTD= Entrada; RMZ= Rendimiento de mazorca; RGR= Rendimiento de grano; NP= Número de plantas; FM= Floración masculina; FF= Floración femenina; ATP= Altura de planta; ATM= Altura de mazorca; ACR= Acame de raíz; ACT= Acame de tallo; CER= *Cercospora*; MPL= Mazorcas por planta; CMZ= Calificación de mazorca.

4.2 Análisis de varianza para el experimento retrocruza tres (RC3) en el CUCBA, Zapopan, Jal. 2011 T.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados del análisis de varianza del experimento RC3 establecido en el CUCBA. Hubo diferencias altamente significativas para repeticiones y cruzas en las variables de floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, calificación de mazorca, rendimiento de mazorca y rendimiento de grano. En floración masculina existió diferencia altamente significativa en repeticiones y significativa en cruzas, para acame de raíz y acame de tallo con diferencias altamente significativa en repeticiones y sin significancia en cruzas, en *Cercospora* sin significancia en repeticiones y con significancia en cruzas, en la variable de mazorcas por planta existió diferencia altamente significativa en repeticiones y sin significancia en las cruzas, la variable de carbón fue la única que no presentó significancia en repeticiones ni en cruzas. El coeficiente de variación (CV) para rendimiento fue de 20.47%, valor aceptable para este tipo de experimentos conducidos bajo condiciones de temporal, para el resto de variables el CV fue alto, los más altos correspondieron para aquellas tomadas por apreciación o calificación, como carbón y las muy influenciadas por variaciones ambientales, como acame de raíz y tallo.

Las medias de cruzas de las diferentes variables en este experimento en RC3 (CUCBA) se presentan en el Cuadro 10. La media general del experimento para rendimiento fue de 7,269 kg/ha con 38% de las cruzas por abajo de este valor, el mayor rendimiento lo tuvo la entrada 46 con 9,679 kg/ha, seguida de la entrada 45 con 9,148 kg/ha superando a la cruz simple original que fue la que presentó el menor rendimiento, muy por abajo de la media con un rendimiento de 4,361 kg/ha, y el testigo comercial presentó un rendimiento de 8,267 kg/ha. El 18% de las cruzas superaron al testigo comercial, las entradas 46 y 45 presentaron mayores rendimientos con 9,679 y 9,648 t/ha respectivamente. Para la variable floración femenina, hubo un rango de 69 a 76 días, la cruz simple original floreció a los 70 d igual que el testigo comercial Cimarrón y la entrada 78 presentó 69 días tanto floración masculina como femenina.

Cuadro 9. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC3 CUCBA 2011T.

FV	GL	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CR	CM	CB	MP	RDMZ	RG	NP
REPETICIONES	2	190.4233333**	219.45**	80896.54**	32485.6**	12461.13**	222.18**	0.46ns	3.03**	0.21ns	0.24**	235035059.8**	136619914.4**	302899949*
CRUZAS	99	6.5447475*	7.6205724**	614.4833**	310.61853**	255.4ns	26.9ns	0.33*	0.73**	0.0ns	0.02ns	7385753.6**	4322090.7**	78526780*
CV	2.8	2.85	6.74	8.43	87.03	144	11.9	8.1	472	15.08	18	20.47	12.19	
PROMEDIOS	72	73	269	127.8	16.3	3.25	3.8	7.8	0.07	0.98	10971.3	7269	58601	

**altamente significativos al 0.05 de probabilidad *significativos al 0.05 de probabilidad ns = no significativo,

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; FM=floración masculina; FF=floración femenina;

AP=altura de planta; AM=altura de mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; CR=cercospora; CM=calificación de mazorcas;

CB=carbón; MP=mazorcas por planta; RM=rendimiento de mazorcas; RG=rendimiento de grano; NP=número de plantas

Las entradas de mayor altura de planta fueron la 62 y 39 con 2.96 m seguidas de la 5 y 45 con 2.91, m la cruza simple original (LUG-03xLUG-14) estuvo abajo de la media general para esta variable con 2.49 m, las cruzas con menor porte de planta fueron las entradas 73 y 75 con 2.26 m seguida de la 98 con 2.29 m. En cuanto a altura de mazorca, las entradas con mayores valores fueron la 21 y 62 con 1.44 m seguidas de la 63 y 39 con 1.42 m, la de menor posición fue la entrada 98 con 0.93 m, seguida de la entrada 99 con 0.97 y la entrada 96 con 1.02 m; la cruza simple original midió 0.99 m estando por abajo de la media general que fue de 1.28 m. Para la variable acame de tallo, las cruzas con menores valores fueron las entradas 80 y 8 con 1 y 2% de acame y la 16 con 3% de plantas acamadas. La cruza simple original (LUG-03 x LUG-14) con valores de 14% estando por debajo de la media general que fue de 16.4%, para acame de raíz, las cruzas con mayores valores fueron las entradas 69, 22 y 12 con 11% de plantas acamadas, mientras que las cruzas que no presentaron acames de raíz fueron las entradas 49, 55, 73, 87, 66, 37, 46, 95, 72, 97, 98, 91 y 60. La cruza original estuvo por debajo de la media con 1.7% de plantas con acame de raíz. Para mazorcas por planta, la mejor cruza fue la entrada 45 con 1.35 mazorcas por planta seguida de la entrada 6, 5, y 93 con 1.24, 1.21 y 1.19 mazorcas respectivamente, mientras que la entrada 21 tuvo 0.75 y la 73 0.78 mazorcas por planta, la media general para esta variable fue 0.98, estando la cruza simple original por abajo de la media con 0.88 mazorcas por planta. Para la variable densidad de población, las entradas 45 y 46 con mayor rendimiento presentaron densidades de población de 52,778 y 61,111 plantas y la densidad del testigo comercial Cimarrón fue 62,037 y la cruza simple original 50,926, sin embargo hubo entradas (44 y 28) con densidades de población de 65,278 plantas y con rendimiento de 8,956 t/ha y 66,667 con rendimiento de 8,770 t/ha.

Cuadro 10. Medias de variables evaluadas en RC3 CUCBA, U de G. 2011 T.

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CERC	CMZ	MPL	CRB
46	164x50	14179	9679	61111	70.36	72.16	286.22	137.28	22.12	0.00	3.67	8.67	1.02	0.00
45	164x49	13452	9149	52778	72.26	74.61	287.49	136.82	3.89	3.89	4.00	8.67	1.35	0.00
44	164x48	13203	8957	65278	72.19	73.78	275.23	135.66	6.83	11.00	3.67	8.50	1.02	0.00
27	164x31	13038	8948	62037	71.45	71.81	278.11	136.93	23.02	10.63	3.33	8.33	1.04	0.00
49	164x55	13159	8824	61111	71.88	73.06	275.42	129.14	10.41	0.00	4.33	9.00	1.09	0.00
28	164x32	12995	8770	66667	70.19	71.65	272.35	129.14	20.01	4.19	3.67	8.67	1.02	0.00
35	164x39	12861	8701	60185	72.19	72.36	274.62	133.43	11.80	3.74	4.00	8.50	1.06	0.00
71	165x202	12547	8681	56944	70.79	70.83	268.90	120.13	10.21	0.72	4.00	8.50	1.02	0.00
61	164x72	12862	8673	61574	71.48	72.84	278.33	132.88	9.63	4.69	4.00	8.67	1.03	0.00
10	164x11	12787	8590	60648	71.91	73.18	278.94	131.82	6.12	2.24	3.67	7.83	0.99	0.00
32	164x36	12651	8572	62963	73.20	74.18	284.84	135.69	8.99	5.14	3.67	8.67	0.98	0.00
67	164x80	12406	8436	58796	71.31	73.26	266.55	131.35	19.73	8.66	3.67	8.00	1.02	0.33
47	164x51	12377	8431	56944	71.47	71.89	281.79	132.43	13.87	4.65	4.33	8.50	1.06	0.00
65	164X76	12352	8336	62963	71.86	73.23	277.58	130.79	27.21	3.03	3.33	8.50	0.98	0.00
76	165x207	12256	8333	55556	70.49	71.77	271.22	128.26	28.25	0.81	4.00	8.17	1.15	0.00
86	165x218	12090	8324	54630	71.38	72.64	271.93	124.42	7.09	1.45	3.33	7.67	1.17	0.00
25	164x29	12376	8309	64815	73.35	74.74	278.68	135.58	13.98	5.86	3.33	8.00	0.94	0.00
5	164x6	12274	8298	58796	74.18	74.87	287.33	136.71	11.43	0.72	3.00	7.67	1.21	0.00
26	164x30	12323	8282	66204	73.19	74.04	271.59	131.42	8.17	3.45	3.33	7.83	1.04	0.00
97	CIMARRON	11837	8268	62037	70.54	70.32	265.65	122.85	5.66	0.00	2.33	8.33	0.85	1.00
66	164x78	12192	8256	64352	71.24	74.50	266.09	126.46	4.27	0.00	4.00	8.67	0.94	0.00
64	164x75	12313	8242	63889	71.56	73.75	272.70	133.77	22.04	1.39	4.00	8.00	0.93	0.33
43	164x47	12242	8235	64352	72.10	74.15	276.80	133.49	21.09	3.40	3.67	8.17	0.94	0.00
53	164x63	12194	8172	61574	72.31	73.55	274.71	129.11	8.33	3.74	3.67	8.00	1.06	0.00
14	164x15	12022	8085	62963	72.43	74.56	274.14	132.53	9.04	6.69	3.67	8.00	0.98	0.33
68	164x81	12030	8079	61111	73.35	75.07	271.70	133.79	26.63	3.88	3.67	8.17	0.99	0.00
54	164x64	12034	8072	64815	71.72	73.77	276.39	129.90	28.30	10.30	4.00	8.17	0.96	0.00
38	164x42	12188	8070	62500	74.07	74.87	282.00	139.31	25.29	2.96	3.67	8.50	1.01	0.00
93	165x229	12066	8065	56944	71.35	70.82	282.63	138.43	25.28	0.72	3.67	8.33	1.19	0.00
58	164x69	11919	7971	62500	71.98	73.75	272.35	124.59	8.02	3.05	4.00	8.33	0.96	0.00
63	164X74	11689	7965	63426	72.34	73.31	285.87	144.05	25.09	2.84	4.00	8.17	0.93	0.00
62	164X73	11904	7954	62963	72.63	73.40	293.45	141.08	11.79	7.19	4.00	8.33	0.97	0.00
34	164x38	11857	7952	62500	72.50	74.19	263.97	128.90	20.03	0.76	4.00	8.00	0.94	0.00
55	164x65	11744	7942	65741	70.69	72.33	270.56	135.44	16.85	0.00	4.00	8.33	1.08	0.00
95	165x231	11849	7907	60648	70.45	72.61	261.36	119.54	13.67	0.00	3.67	7.83	0.97	0.00
51	164x59	11820	7873	63426	71.41	72.25	281.87	136.96	36.80	4.60	4.00	8.00	0.93	0.00
7	164x8	11642	7845	58333	71.88	73.76	283.26	139.57	10.30	4.03	3.67	8.00	0.95	0.00
18	164x20	11625	7828	57870	73.51	74.18	269.93	129.52	24.98	2.84	4.00	7.67	1.05	0.33
83	165x215	11715	7828	56481	70.11	70.25	266.24	120.50	4.25	1.71	3.33	8.33	0.96	0.00

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CERC	CMZ	MPL	CRB
23	164x25	11406	7687	62037	71.44	72.03	273.72	134.00	18.46	0.72	4.00	7.17	1.14	0.00
56	164x67	11675	7679	63426	69.50	70.53	275.42	132.46	11.27	4.86	4.00	7.33	1.02	0.00
24	164x28	11470	7648	56019	73.92	74.94	273.23	136.09	15.18	4.88	3.67	8.00	0.95	0.00
81	165x213	11562	7632	53704	70.20	71.25	270.13	118.98	3.98	4.74	3.67	8.00	1.04	0.00
69	164x82	11502	7632	61111	73.83	75.64	272.05	127.86	17.27	12.22	4.00	8.17	0.93	0.00
37	164x41	11450	7619	61574	71.81	72.06	258.04	119.76	30.95	0.00	3.33	8.00	0.91	0.00
22	164x24	11476	7605	60648	73.89	75.32	272.56	135.36	17.36	12.14	3.67	8.33	0.98	0.00
30	164x34	11485	7578	61574	72.51	73.77	270.27	132.75	11.32	0.71	3.00	7.83	1.00	0.00
1	164x1	11368	7566	62500	74.02	75.17	271.12	139.47	29.64	3.08	4.00	7.83	0.97	0.00
50	164x56	11401	7565	61574	73.21	74.88	273.49	126.90	12.40	2.22	3.67	8.00	0.94	0.00
2	164x2	11319	7556	60648	72.46	74.69	259.76	120.62	16.36	4.32	4.00	8.00	0.85	0.00
8	164x9	11400	7554	51389	72.67	74.09	269.46	115.83	2.41	0.74	3.33	7.67	1.05	0.00
12	164x13	11376	7552	57870	72.71	73.96	276.41	139.47	6.51	4.72	4.33	8.00	1.02	0.00
77	165x208	11277	7549	58333	72.46	73.27	269.52	129.01	35.77	0.76	4.00	8.67	0.98	0.00
11	164x12	11342	7544	60185	73.89	75.45	273.97	134.55	12.59	0.76	4.00	8.00	0.92	0.00
4	164x5	11315	7542	58333	72.92	73.70	265.80	132.27	26.48	9.39	3.67	7.83	1.03	0.00
79	165x211	11143	7497	56019	70.95	72.34	264.30	123.32	17.52	1.42	4.00	7.83	1.02	0.33
88	165x220	11220	7398	56019	69.32	70.92	264.35	120.02	20.93	6.30	4.00	8.00	1.07	0.00
52	164x60	11237	7395	63426	72.73	74.98	278.91	131.42	29.24	2.80	4.00	7.67	0.90	0.00
31	164x35	10995	7386	63889	73.82	72.68	271.84	127.45	5.06	7.31	3.33	7.67	0.88	0.33
41	164x45	11050	7337	55093	72.81	73.74	261.87	122.22	13.95	1.55	4.00	8.17	0.97	0.00
9	164x10	11074	7328	56019	73.35	74.68	254.24	118.56	13.73	0.71	4.00	8.17	0.99	0.00
42	164x46	11102	7304	60185	74.00	75.12	279.75	133.39	12.96	2.17	3.67	8.17	0.88	0.00
70	165x201	10936	7221	58796	70.86	71.51	271.42	122.23	13.81	3.92	3.67	7.67	0.95	0.33
59	164x70	10880	7213	55556	73.46	74.44	270.63	127.42	37.71	2.50	4.00	7.67	1.04	0.00
57	164x68	10814	7074	50926	74.53	76.31	265.21	136.39	39.51	2.54	3.00	8.17	1.03	0.00
78	165x209	10796	7021	66667	69.55	69.07	255.81	122.41	7.97	1.26	3.67	7.67	1.04	0.00
39	164x43	10720	7016	62500	72.52	73.84	288.84	137.86	12.67	6.36	3.67	8.00	0.94	0.33
90	165x226	10500	6913	54630	73.06	73.96	256.03	117.81	11.23	0.81	4.00	7.83	1.00	0.00
84	165x216	10515	6895	58333	72.29	73.86	272.31	122.30	15.44	1.62	3.67	7.33	0.89	0.00
6	164x7	10287	6792	47685	74.32	74.45	278.21	132.27	5.87	3.04	3.67	7.67	1.24	0.00
89	165x224	10429	6779	59722	72.10	72.85	257.45	124.03	6.51	0.71	3.33	7.67	1.02	0.00
29	164x33	10244	6767	58333	69.81	71.46	273.90	125.95	20.56	2.22	4.00	7.67	0.92	0.00
17	164x18	10354	6764	53704	72.26	73.17	266.77	122.98	27.27	1.61	4.00	7.67	1.01	0.00
91	165x227	10411	6758	60648	74.26	76.20	253.67	114.26	18.25	0.00	4.00	7.33	0.93	0.00
87	165x219	10190	6728	56019	72.34	73.72	256.88	121.10	14.34	0.00	3.67	7.67	0.93	0.00
60	164x71	9995	6650	61111	74.31	75.22	270.75	132.31	21.98	0.00	3.33	7.67	0.97	0.00
48	164x52	10384	6613	57870	72.92	74.45	283.13	132.39	23.31	2.46	4.00	7.33	1.02	0.00
20	164x22	9994	6579	56019	72.22	75.07	276.61	136.19	20.51	1.48	4.00	7.50	1.09	0.00
21	164x23	9860	6543	60185	70.18	70.74	267.80	143.73	25.11	3.07	4.00	7.67	0.75	0.00
36	164x40	9832	6400	50000	75.04	74.53	271.61	136.05	27.58	1.42	3.67	7.67	1.07	0.00
15	164x16	9737	6359	59722	73.87	74.81	262.77	124.11	20.58	0.81	4.00	7.67	0.84	0.00

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	CERC	CMZ	MPL	CRB
33	164x37	9695	6252	61574	74.31	75.95	264.51	124.84	11.18	2.22	4.00	7.33	0.87	0.00
3	164x3	9733	6174	62500	74.04	75.04	270.84	131.92	28.49	5.68	4.00	7.50	0.82	0.00
40	164x44	9512	6161	49074	75.01	75.50	278.69	135.08	10.05	1.80	3.67	7.67	0.99	0.00
82	165x214	9270	5998	54630	71.05	72.19	270.75	128.33	7.18	5.05	3.67	7.00	0.96	0.33
85	165x217	9133	5848	53704	73.53	74.23	259.23	117.61	12.48	1.59	4.00	7.50	0.85	0.00
19	164x21	9254	5762	58796	71.66	75.31	275.53	136.58	32.70	1.80	3.67	7.33	1.00	0.33
92	165X228	8768	5635	61574	73.11	74.69	255.43	126.64	20.38	2.33	4.00	7.67	0.83	0.33
80	165x212	8889	5632	52778	71.32	72.42	262.28	126.73	0.98	9.11	4.00	7.33	0.91	0.67
13	164x14	8718	5582	52778	73.21	74.35	250.23	116.87	33.45	3.06	3.67	7.00	0.97	0.00
94	165X230	8698	5546	62500	71.39	74.07	250.29	122.44	32.41	8.16	3.67	7.00	1.03	0.00
16	164x17	8577	5424	51389	72.53	74.69	273.71	127.34	2.70	0.76	3.67	7.50	1.17	0.00
96	165X232	8366	5367	47222	74.10	74.69	238.56	107.97	5.67	2.32	4.33	7.33	0.88	0.00
99	LUG-03XLUG-14	8236	5225	50926	68.86	70.10	247.57	95.83	11.73	2.45	4.00	7.67	0.85	0.00
75	165x206	7545	4645	51852	73.12	74.58	234.00	113.45	9.04	10.59	4.33	7.00	1.02	0.00
72	165x203	7291	4599	56481	73.45	76.02	235.54	109.33	5.41	0.00	4.33	7.33	0.97	0.00
74	165x205	7436	4546	60648	73.68	74.56	255.70	116.70	4.30	5.21	4.33	7.00	0.84	0.33
98	LUG-03XLUG-14	7080	4076	41667	68.85	71.11	237.77	96.31	20.79	0.00	4.00	6.67	0.97	0.67
100	LUG-03XLUG-14	6275	3783	40278	71.19	71.88	259.96	109.18	8.70	3.10	4.00	7.67	0.84	0.00
73	165x204	6067	3518	51389	73.66	75.78	226.98	108.90	19.15	0.00	4.33	6.00	0.79	0.33

ENTD= Entrada; RMZ= Rendimiento de mazorca; RGR= Rendimiento de grano; NP= Número de plantas; FM= Floración masculina; FF= Floración femenina; ATP= Altura de planta; ATM= Altura de mazorca; ACR= Acame de raíz; ACT= Acame de tallo; CER= *Cercospora*; MPL= Mazorcas por planta; CMZ= Calificación de mazorca.

4.3 Comparación de RC2 contra RC3 en CUCBA, Zapopan, Jal.

Al hacer la comparación entre experimentos en RC2 y RC3, el rendimiento promedio fue similar, la RC3 presentó 7,269 kg/ha y la RC2 7,063 kg/ha, sin embargo la cruz con mayor rendimiento fue la entrada 46 en el experimento de RC3 con 9,679 t/ha y la entrada 42 en el experimento de RC2 fue de 9,342 kg/ha. Para floración masculina y femenina, la RC3 solo estuvo un día por abajo en ambas variables en comparación con la RC2, mientras que para altura de planta, RC3 presentó un porte de planta más bajo que RC2, 23 cm menos. En altura de mazorca, también la RC3 presentó la posición más baja, 11 cm menos que la RC2. En acame de raíz, la RC2 tuvo 8.44% menos que la RC3, en acame de tallo, la RC3 tuvo 2.14% menos que la RC2, en cuanto a *Cercospora*, y calificación de mazorca, la RC2 presentó mejores porcentajes que la RC3, mientras que en carbón, y mazorcas por planta, obtuvieron similares valores.

4.4 Análisis de varianza para el experimento retrocruza tres (RC3) en Santa Cruz, Poncitlán, Jal. 2011 T.

En el Cuadro 11 se presentan los resultados del análisis de varianza del experimento en RC3 establecido en Santa Cruz, Poncitlán, Jal. Se presentaron diferencias altamente significativas entre repeticiones, y sin significancia para cruzas, en las variables floración masculina, floración femenina, altura de planta, rendimiento de mazorca y rendimiento de grano, altura de mazorca y densidad con diferencias altamente significativas entre repeticiones y cruzas. Las variables que no fueron significativas en repeticiones y entre cruzas fueron acame de raíz y tallo, calificación de mazorca, y en mazorcas por planta solo existió diferencia significativa para repeticiones y entre cruzas no hubo diferencias. El coeficiente de variación (CV) para rendimiento fue de 29.32% valor no muy aceptable para estos experimentos conducidos bajo condiciones de temporal, en el resto de variables los CV fueron muy altos y corresponden aquellas variables tomadas por apreciación o calificación como carbón y las muy influenciadas por variaciones ambientales como acame de raíz y tallo.

Cuadro 11. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC3 Santa Cruz el Grande,
Poncitlán Jal. 2011 T.

FV	GL	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CM	MP	RM	RG	NP
REPETICIONES	2	168.72**	157.03**	56410.22**	15862.85**	565.5ns	8.8ns	2.3ns	0.15*	277275173.8**	122629775.2**	1630023148**
CRUZAS	89	3.5ns	3.81ns	517.7ns	227.39**	259.2ns	315ns	0.8ns	0.02ns	7129113.5ns	3770180.1ns	164327143**
CV		2.4	2.48	6.57	8.21	120.7	391	11	16.09	29	29.32	18.24856
PROMEDIOS	69		70	285.5	136.6	12.1	0.49	7.2	0.98	8290.1	3176.6	52268.5

**altamente significativos al 0.01 de probabilidad *significativos al 0.05 de probabilidad ns = no significativo

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; FM=floración masculina; FF=floración femenina;
AP=altura de planta; AM=altura de mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; CM=calificación de mazorcas; MP=mazorcas por
planta; RM=rendimiento de mazorcas; RG=rendimiento de grano; NP=número de plantas

Las medias para rendimiento en la localidad de Santa Cruz en RC3 se presentan en el Cuadro 12. La media de rendimiento fue de 3,176 t/ha, el 52% de las cruzas fueron superiores a la media, la cruz simple original tuvo 3,907 t/ha, el 10% de las entradas la superaron, las entradas 24, 36, 44, 26 y 54 fueron las de mayor rendimiento con 4,410, 4,293, 4,269, 4,123 y 4,027 t/ha, respectivamente. La media para floración femenina fue de 69 días y la cruz simple original 70 días y el rango fue de 67 a 72 días, 63 entradas presentaron menos días a floración femenina y cuatro (52, 20, 21 y 70) 67 días. Resultados similares se presentaron en días a floración masculina, la media fue de 69 días, las entradas 71, 9, 19 y 18 presentaron 67 días a floración y la cruz simple original LUG-03xLUG-14 presentó 68 días, el 47% de entradas estuvieron por arriba de la media. Las medias generales para altura de planta y mazorca fueron de 2.85 m y 1.36 m, y la media para la cruz simple fue de 1.90 m y 1.37 m y el 55% de las entradas estuvo arriba de la media. Las entradas 9, 21, y 39 no presentaron acame de raíz, y la cruz simple original tuvo 7%, en acame de tallo, la mayoría de las cruzas al igual que la cruz simple original no presentaron acame de tallo. Las entradas 19 y 73 tuvieron 5%. Para la variable mazorcas por planta, la cruz simple original presentó 0.99 mazorcas por planta y el 42% de las entradas con valores mayores de 1 a 1.2 mazorcas por planta, en lo que respecta a sanidad de mazorca, para la cruz simple original, la calificación fue de 7.67 y el 11% de las entradas tuvieron mejor calificación de mazorca.

Cuadro 12. Medias de variables evaluadas de RC3 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jalisco 2011 T.

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
24	164x28	11413	4410	58333	68.67	69.93	312.01	150.69	7.41	0.00	1.33	1.06	8.33
36	164x45	10983	4294	58333	67.67	68.80	289.54	140.06	4.23	0.00	1.67	1.04	8.00
44	164x55	11088	4270	65000	67.00	68.77	295.53	145.06	9.20	0.00	1.33	1.11	7.67
26	164x31	10188	4124	57500	67.67	68.06	310.64	156.28	24.05	0.00	1.67	1.03	8.00
54	164x71	10000	4027	56667	68.00	69.33	301.12	154.95	7.32	0.00	2.00	1.09	7.33
32	164x39	10338	3986	63333	68.33	68.85	284.14	134.66	2.94	0.00	1.67	0.97	8.00
52	164x67	10142	3964	63333	67.00	67.42	293.14	139.98	14.50	0.00	1.67	0.97	7.33
55	164X73	9896	3933	60000	68.00	69.05	281.71	135.68	6.94	0.00	2.00	0.93	7.33
11	164x14	10254	3918	60833	67.33	69.25	291.88	135.87	6.48	0.00	1.67	1.03	7.33
90	LUG-03XLUG-14	10100	3908	62500	68.00	70.12	290.04	137.49	7.07	0.00	1.67	0.99	7.67
29	164x36	10063	3896	52500	68.00	69.43	296.79	144.24	15.15	0.00	1.67	0.97	8.00
70	165x208	9908	3852	60833	67.00	67.80	287.24	135.65	9.78	0.00	1.33	0.95	7.67
23	164x27	9288	3825	50833	68.00	69.13	287.40	132.74	1.52	0.00	1.67	1.11	7.67
64	165x202	10004	3818	58333	67.67	69.53	298.26	131.73	9.85	0.00	1.33	0.89	7.33
72	165x211	9917	3807	51667	67.67	69.59	282.79	137.61	2.08	0.00	2.00	1.00	8.00
51	164x65	9671	3800	60000	68.00	69.81	298.52	152.87	12.99	0.00	1.33	1.07	8.00
49	164x63	9900	3792	54167	68.33	70.09	286.96	149.40	12.50	0.00	2.00	1.07	7.33
60	164x80	9600	3757	58333	69.00	69.72	282.81	135.05	2.56	0.00	1.67	0.95	7.67
39	164x48	9575	3692	55000	67.33	68.41	280.68	134.73	0.00	1.51	1.67	0.89	8.33
2	164x3	9717	3671	53333	68.00	69.39	296.91	140.08	10.59	0.00	2.33	1.02	7.67
84	165x227	9500	3671	55833	69.33	71.64	280.37	140.69	6.35	1.58	2.00	0.87	7.67
4	164x6	9554	3670	60833	68.67	69.69	291.13	138.72	11.77	0.00	1.67	0.99	7.33
20	164x24	9492	3662	51667	67.67	67.76	298.17	143.44	9.93	0.00	1.33	1.02	7.67
18	164x22	9488	3647	50000	67.00	69.68	298.13	152.51	9.09	0.00	2.00	1.21	7.00
28	164x35	9392	3618	59167	68.33	70.02	284.58	134.96	4.00	1.33	1.33	1.01	6.33
40	164x49	9357	3618	58333	67.67	68.94	279.98	131.82	5.60	0.00	1.33	0.99	8.00
81	165x220	9271	3583	51667	67.33	69.12	287.32	134.99	7.87	0.00	1.67	1.08	7.33
69	165x207	9200	3554	54167	68.33	69.83	289.57	135.66	7.70	0.00	1.67	1.04	7.67
8	164x10	9192	3527	50000	67.67	68.56	295.57	138.63	3.70	0.00	1.67	0.99	7.33
88	165x231	9138	3509	59167	68.67	70.36	285.53	134.59	12.75	1.33	1.67	0.94	7.33
15	164x18	9104	3480	63333	68.33	69.65	279.71	134.41	20.68	0.00	2.00	0.89	7.67
19	164x23	8800	3464	55000	66.67	68.26	290.12	142.26	22.57	5.25	2.00	0.96	7.33
79	165x218	9008	3446	55000	68.33	69.06	286.49	133.64	3.03	0.00	1.67	0.97	7.67
38	164x47	8863	3399	50833	69.00	69.26	276.79	138.00	13.06	1.51	1.67	1.07	7.00
45	164x56	8758	3392	52500	68.67	69.89	297.57	150.90	1.52	0.00	2.00	0.97	7.67
34	164x42	8998	3383	65833	70.00	70.96	310.15	148.71	7.14	0.00	1.33	0.94	7.33
73	165x212	8646	3364	46667	67.67	68.46	293.88	129.91	9.59	5.55	2.00	1.05	7.67
12	164x15	8804	3325	58333	68.00	70.20	281.86	141.87	10.25	0.00	2.00	0.94	7.00

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
10	164x12	8708	3323	58333	68.00	69.61	284.61	135.20	6.74	0.00	1.67	0.95	7.67
47	164x60	8608	3275	55000	68.33	69.79	284.54	133.37	10.48	1.38	2.00	0.99	7.33
75	165x214	8333	3234	47500	69.33	69.79	274.82	127.88	1.85	0.00	2.67	1.07	7.33
58	164x78	8529	3224	44167	67.33	68.98	277.57	131.34	3.03	2.38	2.33	1.11	7.00
71	165x209	8383	3215	63333	66.33	68.48	295.69	142.64	10.79	0.00	1.67	0.83	7.33
1	164x2	9288	3209	55000	70.00	70.71	287.55	143.91	35.83	0.00	1.33	1.05	7.33
74	165x213	8608	3208	45833	68.00	68.97	298.94	141.29	3.33	0.00	2.00	1.00	7.67
9	164x11	8279	3203	49167	66.67	68.82	285.68	139.62	0.00	1.58	1.33	0.99	7.33
62	164X82	8429	3162	48333	69.00	70.62	291.36	142.26	31.01	0.00	1.67	1.17	7.33
86	165x229	8350	3111	55833	68.00	68.72	294.36	140.51	21.96	1.33	2.00	0.95	7.33
46	164x59	8415	3106	61667	68.33	69.73	277.20	136.59	23.06	0.00	1.67	0.82	7.00
3	164x5	7983	3085	50000	67.67	69.08	280.14	134.12	17.85	0.00	2.00	0.97	7.67
22	164x26	7742	3067	50000	68.00	68.24	298.90	145.74	18.25	0.00	1.67	1.17	7.00
82	165x224	8008	3065	55000	68.67	69.64	285.38	134.14	9.33	2.38	2.33	0.97	7.33
25	164x29	7713	3055	56667	68.67	69.01	286.07	138.02	6.28	0.00	1.33	1.00	7.00
57	164X76	7618	3036	53333	68.67	69.98	289.63	135.22	16.50	0.00	1.67	0.88	7.00
80	165x219	7892	3017	50833	69.33	70.07	288.78	130.91	11.04	0.00	1.33	1.02	7.00
78	165x217	7863	3004	50000	70.33	70.82	283.76	134.26	10.22	0.00	1.67	0.90	7.33
33	164x41	7692	2997	55000	70.00	70.48	271.45	129.54	22.76	0.00	1.67	0.94	7.33
30	164x37	7800	2974	45000	69.33	71.33	283.19	135.87	27.09	1.58	1.67	0.98	7.00
53	164x70	7867	2969	44167	69.33	70.48	292.55	140.77	11.55	0.00	2.00	0.99	7.33
76	165x215	7738	2967	40833	69.00	69.00	289.11	137.74	18.43	3.03	2.00	1.19	7.33
61	164x81	7688	2933	50000	69.33	70.31	285.49	132.46	22.22	3.33	1.67	0.98	7.00
43	164x52	7863	2922	54167	69.33	69.92	287.13	140.95	3.17	1.28	2.00	1.00	7.00
37	164x46	7996	2922	53333	70.33	71.47	278.52	133.60	6.39	1.66	1.33	1.01	7.00
85	165X228	7454	2908	47500	68.33	69.20	278.69	127.47	10.42	1.85	1.33	1.05	7.33
6	164x8	8208	2903	42500	69.00	69.89	293.78	135.74	12.17	0.00	1.33	1.00	7.67
56	164x75	7463	2839	55000	69.67	71.70	273.02	138.48	45.58	0.00	2.33	0.92	7.00
59	164X79	7375	2836	46667	69.67	70.45	276.85	130.60	6.41	0.00	1.33	0.96	7.00
50	164x64	7475	2827	50833	68.67	69.99	292.07	138.23	29.79	2.08	1.67	0.85	7.00
5	164x7	7542	2811	35000	68.33	68.62	301.56	146.19	6.25	0.00	1.67	1.14	7.67
31	164x38	7438	2794	49167	71.67	72.33	286.09	141.31	20.35	0.00	2.33	1.00	6.67
16	164x19	7433	2790	60000	67.67	69.34	282.03	133.31	41.81	0.00	2.00	0.84	7.00
89	165X232	7429	2788	56667	69.33	70.90	279.00	130.97	5.88	0.00	1.33	0.91	7.00
27	164x34	7296	2770	45000	68.67	70.09	287.81	136.81	6.85	0.00	1.67	1.01	7.00
63	165x201	6900	2734	40000	67.67	68.68	271.60	122.46	10.37	0.00	2.33	0.96	7.33
42	164x51	7208	2722	43333	69.00	70.23	282.64	135.51	20.37	2.22	1.00	0.95	7.33
21	164x25	6692	2639	46667	67.33	67.77	288.69	136.35	0.00	0.00	1.67	1.20	7.00
14	164x17	6688	2586	60000	67.67	68.96	268.16	122.96	1.52	0.00	1.67	0.88	6.67
48	164x62	6742	2541	51667	69.33	70.65	287.83	141.22	27.20	0.00	1.33	0.83	6.33
83	165X226	6242	2370	33333	71.33	72.50	266.54	129.17	20.74	0.00	2.00	1.00	6.33
7	164x9	6292	2296	52500	70.67	71.83	266.47	124.05	3.17	0.00	2.00	0.87	6.67

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
35	164x43	5838	2096	36667	70.00	71.08	286.13	138.73	11.76	0.00	2.33	1.05	6.67
41	164x50	5457	2095	40833	69.67	70.68	277.21	129.96	19.01	0.00	1.33	0.68	6.33
87	165X230	5398	2064	39167	69.00	69.63	286.47	133.35	22.55	0.00	2.33	0.99	6.33
66	165x204	5571	2060	46667	68.00	69.77	265.10	123.78	3.17	0.00	2.00	0.83	6.67
67	165x205	5283	2048	45833	70.33	70.62	257.03	118.92	4.07	0.00	2.00	0.85	6.33
77	165x216	5496	2035	44167	70.33	71.92	277.24	126.59	5.26	0.00	2.00	0.89	6.67
68	165x206	4708	1694	42500	68.67	68.79	262.22	124.96	25.60	0.00	2.00	0.69	6.33
13	164x16	4467	1691	31667	70.00	71.20	265.60	130.23	15.18	0.00	2.33	0.99	6.00
65	165x203	3629	1330	50833	70.67	71.98	237.52	119.13	16.67	0.00	1.67	0.72	5.67

ENTD= Entrada; RMZ= Rendimiento de mazorca; RGR= Rendimiento de grano; NP= Número de plantas; FM= Floración masculina; FF= Floración femenina; ATP= Altura de planta; ATM= Altura de mazorca; ACR= Acame de raíz; ACT= Acame de tallo; MASF= Mancha de asfalto; MPL= Mazorcas por planta CMZ= Calificación de mazorca.

4.5 Análisis de varianza para el experimento retrocruza dos (RC2) en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal. 2011 T.

En el Cuadro 13 se presentan los resultados del análisis de varianza del experimento en RC2, establecido en la localidad de Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal, hubo diferencias altamente significativas entre repeticiones y cruzas para la variable floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, para calificación de mazorca solo diferencias altamente significativas para repeticiones y sin significancia en cruzas, rendimiento de grano, sin significancia en repeticiones y con significancia en tratamientos, el resto de variables no fueron significativas, para repeticiones ni para cruzas. El coeficiente de variación (CV) para rendimiento de grano fue de 28.62% el valor más alto de los tres experimentos pero relativamente aceptable para estos experimentos conducidos bajo condiciones de temporal, para el resto de variables los valores del CV fueron los esperados, donde los valores más altos correspondieron a variables tomadas por apreciación como acame de raíz y tallo y muy influenciadas también por variaciones ambientales.

Cuadro 13. Cuadrados medios para las diferentes variables en RC2 Santa Cruz el Grande,

Poncitlán, Jal. 2011 T.

FV	GL	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CM	MP	RM	RG	NP
REPETICIONES	2	75.74**	113.4**	7903.62**	2143.6**	477ns	11.9ns	4.01**	0.05ns	3799044ns	1296119ns	48548611ns
CRUZAS	89	9.72**	11.52**	643.41**	280.35**	410.6ns	9.84ns	0.6ns	0.02ns	7976998ns	4286198.1*	139281367ns
CV		2.7	3.03	6.48	8.66	131	383	10	14.69	29	28.6252	22.23
PROMEDIOS		67	68	280.2	134.5	14.3	0.82	7.2	1.01	8307	3213.1	50194

**altamente significativos al 0.01 de probabilidad *significativos al 0.05 de probabilidad ns = no significativo

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CV = coeficiente de variación; FM=floración masculina; FF=floración femenina;

AP=altura de planta; AM=altura de mazorca; AR=acame de raíz; AT=acame de tallo; CM=calificación de mazorcas; MP=mazorcas por planta; RM=rendimiento de mazorcas; RG=rendimiento de grano; NP=número de plantas

Las medias de cruza para rendimiento, y las demás variables en RC2 de Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal., se presentan en el Cuadro 14, la cruza simple original LUG-03xLUG-14 presentó el rendimiento de 3,788 kg/ha, la media para rendimiento del experimento fue de 3,213 kg/ha, y el testigo comercial Cimarrón 5,706 kg/ha el mayor rendimiento para este experimento. El 45% de las cruza estuvieron por arriba de la media del experimento y el 17% arriba de la cruza simple original, las entradas 48 y 49 tuvieron los rendimiento mayores con 4,003 y 4,097 kg/ha, respectivamente, abajo del testigo comercial Cimarrón. Para floración masculina y femenina hubo siete entradas con menor días a floración masculina y femenina que la cruza LUG-03xLUG-14, la entrada 25 fue la más precoz con 59 y 60 días y la entrada 15 fue la de mayor número de días con 70 y 71 respectivamente, la cruza simple original con 64 días tanto masculina como femenina y el testigo Cimarrón con 65 días. Para altura de planta, la cruza simple original midió 2.76 m, Cimarrón 3.0 m, y la entrada 72 fue la de mayor altura con 3.12 m. Para altura de mazorca, la cruza simple original presentó 1.14 m, Cimarrón 1.35 y la entrada 72 también presentó la mayor altura de mazorca con 1.64 m. Para acame de raíz y tallo las entradas 21, 52 y 58 tuvieron 0% de acame de raíz y tallo respectivamente, sin embargo se encontraron entradas con 52% de plantas con acame de raíz, para acame de tallo la entrada 72 presentó el 6% el valor mayor, Cimarrón 1.72 y la cruza simple original 1.75%.

Cuadro 14. Medias de variables evaluadas de RC2 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jalisco 2011 T.

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
82	CIMARRON	13700	5707	55000	65.00	65.67	300.46	141.33	5.13	0.00	2.00	1.04	8.00
83	CIMARRON	13033	5310	61667	65.67	65.00	301.29	135.33	0.00	1.33	2.00	0.96	8.00
44	164x149	10683	4098	60000	67.00	69.00	301.61	141.67	29.75	2.46	2.33	0.94	8.00
48	164X155	9817	4003	55833	63.33	63.33	288.00	141.00	20.84	0.00	1.67	1.16	7.67
12	164X98	9650	3980	55000	65.33	66.00	289.71	146.00	7.43	1.66	2.67	1.22	7.33
14	164X101	10183	3968	57500	67.33	68.00	300.86	145.33	2.56	0.00	1.67	0.95	7.67
38	164x135	10308	3960	57500	65.33	66.00	292.79	138.00	24.36	3.70	2.00	1.06	7.67
34	164X130	11025	3948	56667	68.33	69.67	285.29	131.67	0.00	2.77	2.00	1.03	7.67
67	514X395	9908	3943	52500	68.00	69.33	272.54	126.33	1.39	1.75	2.33	1.05	7.67
72	514X401T	10142	3899	52500	64.67	66.67	312.96	164.00	18.84	3.03	2.33	1.05	7.33
78	514X405	10083	3875	64167	67.00	67.33	279.97	134.67	7.58	0.00	2.00	0.98	7.67
66	514X393	9900	3862	46667	65.33	66.67	287.47	135.67	1.96	1.96	2.00	1.10	8.00
23	164X113	10317	3832	50000	65.33	66.00	294.51	144.67	1.59	0.00	1.67	1.02	7.67
40	164x138	10050	3824	55833	67.67	69.00	288.57	141.33	5.95	1.51	2.67	0.95	7.67
39	164x136	9942	3823	52500	67.67	69.00	297.39	140.00	6.67	0.00	2.00	1.01	7.67
9	164x83	9908	3806	54167	67.33	68.67	279.14	136.33	4.49	0.00	2.00	1.04	8.00
59	514x382	9800	3803	63333	68.00	69.00	259.57	129.33	26.09	1.23	1.67	0.99	7.67
51	164X158	9817	3790	53333	66.67	68.00	284.17	133.00	9.37	0.00	1.00	1.08	7.33
84	LUG-03XLUG-14	9775	3788	48333	66.00	67.00	286.44	140.33	5.60	0.00	2.33	1.03	7.67
70	514X400	9817	3774	56667	68.00	69.33	273.15	129.67	1.85	0.00	1.33	1.01	7.33
1	164x83	9542	3741	59167	69.00	69.67	279.76	134.67	21.73	0.00	2.00	1.03	7.67
52	164X159	9400	3730	60833	63.67	64.00	275.38	133.00	0.00	0.00	2.00	1.03	8.00
58	514X381	9617	3728	45000	67.67	67.00	283.33	132.67	0.00	0.00	2.00	1.00	7.67
61	514X389M	9592	3718	60000	63.00	64.00	277.46	126.33	13.04	0.00	1.67	1.11	7.33
17	164X104	9625	3714	57500	66.67	66.67	288.91	140.67	14.51	0.00	1.67	1.20	7.00
36	164X132	9317	3642	49167	68.67	69.00	279.81	130.67	10.64	0.00	2.33	1.13	7.33
49	164X156	9233	3579	60833	68.00	68.00	277.03	135.33	10.64	0.00	2.67	0.98	7.00
28	164X120	9158	3541	50833	67.00	68.67	270.46	133.33	2.90	1.66	1.67	1.09	7.33
35	164X131	9167	3508	42500	67.00	68.67	286.10	139.33	6.67	2.22	2.67	1.07	7.67
47	164X154	8817	3476	48333	64.67	66.00	305.84	145.67	3.51	0.00	1.33	1.00	7.00
55	164x162	8983	3446	48333	68.00	69.00	282.06	131.67	25.27	0.00	2.00	0.99	7.33
42	164x145	8967	3442	54167	66.00	66.67	281.11	142.00	13.42	0.00	1.67	1.06	7.67
2	164x84	8867	3412	58333	68.33	69.00	298.43	140.67	17.13	0.00	2.33	0.90	7.33
10	164X95	8850	3406	48333	66.67	66.67	279.39	138.00	14.02	0.00	1.67	1.04	7.33
22	164X110	8600	3395	50000	67.00	67.67	276.00	145.33	18.25	0.00	1.67	1.02	7.33
74	514X402T	9133	3375	48333	65.33	67.33	304.09	151.00	34.65	6.92	2.33	0.98	8.00
53	164X160	8642	3366	52500	66.67	68.00	283.82	136.33	10.67	0.00	1.67	0.96	7.00
26	164X116	8700	3358	46667	66.67	67.33	289.54	140.67	3.27	0.00	2.00	1.07	7.00

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
77	514x404	8658	3346	46667	68.67	69.33	276.19	134.33	4.76	0.00	1.67	1.07	7.67
27	164X117	8575	3340	55000	67.67	69.67	284.23	146.00	9.12	0.00	1.67	1.02	7.33
50	164X157	8567	3317	45833	65.00	66.33	296.42	142.67	15.29	0.00	2.00	1.21	7.00
20	164X108	8342	3312	47500	64.00	64.00	304.21	151.00	3.55	0.00	1.67	1.27	7.00
90	LUG-03XLUG-14	8550	3302	58333	68.33	69.67	286.76	133.67	16.42	1.85	2.00	0.98	7.33
45	164x152	8492	3280	46667	68.00	69.33	295.48	146.00	11.76	1.96	2.33	1.08	7.33
5	164x87	8775	3268	48333	67.67	69.00	276.63	131.67	52.77	0.00	2.00	1.02	7.33
24	164X114	8325	3223	49167	65.33	66.67	294.16	143.33	3.17	3.17	2.00	1.00	7.00
60	514X387	8317	3186	60000	67.00	67.33	270.00	131.00	13.68	0.00	2.33	0.92	7.00
29	164X121	8183	3160	50833	66.67	67.33	287.87	139.33	19.44	0.00	2.00	0.96	7.67
87	LUG-03XLUG-14	8100	3157	50833	66.33	67.33	273.77	127.00	7.68	0.00	1.67	0.89	7.00
4	164x24	8025	3156	51667	68.33	69.00	290.76	143.33	34.08	3.34	2.67	1.19	7.00
43	164x148	8142	3155	47500	67.00	68.67	287.24	134.00	6.15	0.00	2.00	0.93	7.00
57	514x380	8117	3138	50000	68.00	69.00	272.13	135.67	7.84	0.00	2.00	0.92	7.33
11	164X97	8042	3125	59167	68.67	69.00	278.31	128.67	8.33	0.00	2.00	0.82	7.33
18	164X106	7875	3089	48333	67.00	66.33	282.03	139.67	8.23	0.00	1.67	1.00	7.33
88	LUG-03XLUG-14	7800	3061	55000	68.67	70.00	272.56	128.33	15.34	1.23	2.33	0.94	6.67
33	164X129	7775	3025	50833	67.00	68.33	262.67	126.33	31.52	0.00	2.00	0.98	7.33
81	514X409	7783	3025	48333	65.00	65.67	292.07	136.67	18.15	3.92	2.00	1.12	7.00
64	514X391	7575	3017	44167	66.00	67.33	269.55	126.67	5.31	1.38	2.67	1.12	7.00
21	164x109	7517	2962	43333	63.67	64.00	286.87	135.67	0.00	0.00	1.67	1.16	7.00
19	164x107	7658	2934	55000	68.67	69.33	270.31	131.67	19.44	0.00	1.67	0.87	7.00
3	164x85	7692	2906	53333	65.67	66.33	291.68	147.67	18.15	0.00	2.67	1.12	6.67
54	164X161	7583	2900	48333	68.00	69.00	291.01	140.00	15.00	1.28	1.67	0.96	7.00
68	514X397	7550	2866	45833	68.33	70.33	280.26	129.67	5.10	1.75	2.33	0.95	7.00
56	164X163	7625	2861	42500	69.00	70.00	264.36	134.33	7.25	0.00	2.33	0.97	7.67
62	514X398M	7242	2858	44167	63.00	63.67	297.65	160.33	19.51	0.00	2.67	0.96	7.33
13	164X100	7442	2840	60833	67.00	67.67	282.02	137.67	34.59	0.00	1.67	0.88	6.67
41	164x144	7375	2773	40000	67.33	68.67	264.13	125.67	6.67	2.22	2.00	1.08	7.00
30	164X122	7083	2760	50000	68.33	69.33	269.95	137.00	33.65	0.00	1.67	1.00	6.67
73	514X402M	7158	2723	47500	69.00	70.00	263.86	125.00	29.96	0.00	2.33	1.03	7.67
76	514X403	7250	2711	50833	67.00	69.00	265.36	127.67	16.60	0.00	2.33	0.98	6.67
69	514X399	6917	2636	35833	66.33	67.33	281.23	131.33	9.10	0.00	2.67	1.09	7.00
15	164X102	6708	2586	47500	70.33	71.33	249.13	113.33	33.28	0.00	2.33	0.86	6.67
37	164x134	6750	2583	47500	67.67	68.33	274.48	130.00	9.02	0.00	1.67	1.09	7.00
7	164x90	6542	2557	40833	68.67	70.00	270.61	128.33	2.78	0.00	1.67	0.96	7.33
79	514X406	6617	2528	47500	69.67	71.00	276.51	132.00	21.57	1.96	2.33	0.99	6.67
71	514X401M	6475	2521	43333	68.67	70.00	265.14	126.33	15.45	0.00	2.33	0.98	7.00
32	164X128	6425	2474	47500	65.00	67.00	248.43	118.33	13.43	1.38	2.00	0.80	6.67
8	164X93	6300	2466	40000	70.00	70.33	279.39	136.67	29.63	0.00	2.33	1.00	6.67
46	164X153	6567	2424	32500	67.00	69.00	269.65	121.33	3.03	0.00	1.67	1.11	7.00
86	LUG-03XLUG-14	6242	2400	36667	64.67	65.33	268.86	116.00	13.89	0.00	3.33	1.00	7.00

ENTD	CRUZA	RMZ	RGR	NP	FM	FF	ATP	ATM	ACR	ACT	MASF	MPL	CMZ
63	514X390	6092	2326	48333	70.00	71.00	255.91	120.33	30.38	0.00	2.00	0.87	6.33
25	164X115	5800	2302	47500	59.67	60.67	285.32	126.33	5.00	0.00	2.00	1.20	6.33
75	514x404A	6217	2289	41667	68.00	68.00	270.82	137.67	49.24	0.00	2.00	1.13	7.33
16	164X103	5817	2276	51667	67.00	67.00	284.37	140.67	8.96	0.00	2.33	1.13	6.00
85	LUG-03XLUG-14	5683	2241	46667	64.00	64.67	267.06	114.00	12.52	1.75	2.33	0.84	6.67
89	LUG-03XLUG-14	5750	2219	47500	67.67	68.67	266.57	126.00	35.71	1.38	1.67	1.03	6.67
80	514x407	5650	2198	40000	67.67	69.67	265.27	122.67	8.18	0.00	2.67	0.88	7.33
6	164x88	5850	2082	58333	68.33	69.67	277.96	135.00	37.16	0.00	2.33	0.85	6.33
65	514X392	5350	1962	32500	67.33	67.67	233.19	101.33	18.97	13.33	2.00	1.20	6.33
31	164X127	4625	1768	38333	67.33	69.00	257.26	119.33	36.11	0.00	2.00	0.84	6.00

ENTD= entrada; RMZ= Rendimiento de mazorca; RGR= Rendimiento de grano; NP= Número de plantas; FM= Floración masculina; FF= Floración femenina; ATP= Altura de planta; ATM= Altura de mazorca; ACR= Acame de raíz; ACT= Acame de tallo; MASF= Mancha de asfalto; MPL= Mazorcas por planta CMZ= Calificación de mazorca.

4.6 Comparación de RC2 contra RC3 en Santa Cruz el Grande, Poncitlán, Jal.

Al igual que en el experimento del CUCBA en Zapopan, Jal. el rendimiento de mazorca, rendimiento de grano, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca y mazorcas por planta, la retrocruza tres presentó valores mejores que la retrocruza dos. Solo acame de raíz, acame de tallo, mancha de asfalto y calificación de mazorca, la retrocruza dos tuvo valores más bajos.

V DISCUSIÓN

En la presente investigación, con el uso de plantas individuales de una población de *Zea diploperennis* se pudo probar que varias de ellas aportaron alelos favorables para el mejoramiento de caracteres de importancia económica en la producción de maíz, como lo han sugerido varios investigadores con otros tipos de teocintle, entre ellos Reeves (1950) Lambert y Leng (1965) Cohen y Galinat (1984), Padilla *et al.* (2002), Casas *et al.* (2001, 2003) y Wang *et al.* (2008). Los resultados obtenidos en este trabajo son muy alentadores ya que son un complemento de gran potencial a las fuentes tradicionales de germoplasma al introducir variación genética adicional. Varias de las líneas recuperadas con germoplasma de teocintle mostraron mayor respuesta en la heterosis que la cruza simple original, ampliando el panorama actual para los investigadores que quieran enriquecer el germoplasma de sus programas; es de hacer notar que se dispone de una gran diversidad genética de teocintle tanto *in situ* como *ex situ* (Sánchez *et al.*, 1998; Sánchez *et al.*, 2011), la cual podría ser aprovechada en el mejoramiento de líneas y poblaciones de maíz, a través de esquemas de hibridación y de selección recurrente.

La variación genética detectada en las diferentes líneas recobradas muestra la importancia de utilizar plantas individuales de las poblaciones silvestres y la factibilidad de recobrar con más facilidad genotipos superiores, para los fines de cualquier programa de mejoramiento. Por otra parte, este trabajo prueba que con un buen muestreo es posible detectar y aprovechar de mejor manera los alelos favorables dentro de las especies silvestres, como lo señalan varios autores (Fedak 1999) en trigo, Moncada (2001) en arroz, (Pan 2000) en tomate.

La transferencia de germoplasma de *Zea diploperennis* favoreció de manera clara el número de mazorcas por plantas, lo cual fue consistente tanto en CUCBA como en Santa Cruz el Grande, para ambas retrocuzas, aunque los mayores porcentajes se tuvieron en RC3 en ambas evaluaciones. Estos resultados concuerdan con los encontrados por (Srinivasan y Brewbaker 1999) quienes encontraron que este teocintle tiene potencial para el

mejoramiento del maíz en características asociadas con la mazorca, como es el número de mazorcas por planta.

La incidencia de enfermedades, también se vio reducida con la introgresión de *Zea diploperennis*, especialmente en el CUCBA en RC2 con porcentajes por debajo de la cruza testigo. En Santa Cruz el Grande RC2 y RC3 presentaron un porcentaje menor con respecto a la cruza LUG-03 x LUG-14, coincidiendo con los trabajos realizados por Nault y Findley (1982) respecto a que este teocintle tiene un gran potencial de resistencia a varios virus y micoplasmas que afectan el maíz.

VI CONCLUSIONES

El uso de germoplasma silvestre favoreció la variación genética y fenotípica entre los híbridos formados.

La incorporación de germoplasma de *Zea diploperennis* a dos líneas de maíz y la obtención de líneas recobradas, permitió mantener y aún incrementar los niveles de heterosis de la cruce simple original, en varios casos los incrementos fueron significativos al incrementar en un mayor porcentaje el potencial de rendimiento.

En gran medida, el muestreo detallado, con base en el uso de plantas individuales de *Zea diploperennis* permitió la identificación de donadores de alelos favorables, tanto para caracteres cuantitativos, tales como rendimiento de grano, precocidad y acame, así como aspectos cualitativos como resistencia a plagas y enfermedades

En el presente trabajo se pudo observar que las cruces con un porcentaje menor de teocintle la (RC3) presentaron valores más favorables para la mayoría de las variables estudiadas tanto en el CUCBA, como en Santa Cruz el Grande. De tal manera que si se quieren híbridos con mayor uniformidad y características deseables, las líneas con germoplasma de teocintle deberán obtenerse a partir de retrocruza tres; si solo se busca conservar mayor variación genética para incorporar líneas en los programas de mejoramiento, la retrocruza dos sería la etapa adecuada para detectar alelos favorables provenientes del teocintle, además, se tendría reducción considerable en tiempo, trabajo y recursos económicos.

VII BIBLIOGRAFIA

Badii, M. H., J. Castillo and A. Wong. 2008. Innovaciones de Negocios 5(1): 25 - 38, UANL, Impreso en México (ISSN 1665-9627)

Brar, D. S. and G. S. Khush. 1997. Alien introgression in rice. *Plant Mol. Biol.* 35, 35–47.

Benz, B. F. and H. H. Iltis. 1990. Studies in archaeological maize I: The “wild” maize from San Marcos Cave reexamined. *Amer- Antiq.* 55:500-511.

Burdon, J. J. and A. M. Jarosz. 1989. Wild relatives as sources of disease resistance. In: A. H. D. Brown, D.R. Marshall, O. H. Frankel, y J. T. Williams (eds.). *The Use of Plant Genetic Resources.* Cambridge university Press pp: 280-296.

Brauer, H. O. 1981. *Fitogenética aplicada.* Limusa, México, D.F. pp: 477-502.

Casas S., J. F., J. J. Sánchez G., J. L. Ramírez D., J. Ron P. y S. Montes H. 2001. Rendimiento y sus componentes en retrocruzas maíz-teocintle. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 24 (1):17-26,

Casas S., J. F., J. L. Ramírez D., J. J. Sánchez G., J. Ron P., S. Montes H. y M. Chuela B. 2003. Características agronómicas en retrocruzamientos maíz-teocintle. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 26 (4): 239-248,

Cochran, W. G. 1957. Analysis of covariance: its nature and uses. *Biometrics*, 13, 261-281.

Cohen, J. I. and W. C. Galinat. 1984. Potencial use of alien germplasm for maize improvement. *Crop Sci.*24: 1011-1015.

Corcuera V., R. y J. I. Magoja. 1988. Herencia de la prolificidad en híbridos entre teosinte diploperennis y maíz. XIX Congreso Argentino de Genética. U.N. Jujuy. 28 de Agosto 1 de Setiembre. p.74.

Doebley, J. F., and H. H. Iltis. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67 (6):982-993.

Doebley, J., 1983. The maize and teosinte male inflorescence: a numerical taxonomic study. Ann. Missouri. Bot. Gard. 70:32-70.

Doebley, J.F., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 1984. Isoenzymatic variation in *Zea* (Gramineae). Syst.Bot 9 (2): 203-218.

Doebley, J. F., 1990a. Molecular evidence and the evolution of maize. Econ. Bot. 44: 6-27.

Elashoff, J. D. 1969. Analysis of covariance: a delicate instrument. American Educational Research Journal, 6, 383-401.

Esteva G. 2003. Los árboles de las culturas mexicanas. En: Esteva, G. y C. Marielle (eds). Sin maíz no hay país. CONACULTA. Museo Nacional de las Culturas Populares. México. pp. 17-28.

FAOSTAT (2009) (Food and Agriculture Organization), © FAO Statistics Division

Fedak, G. 1999 Molecular aids for integration of alien chromatin through wide crosses. Genome 42, 584–591.

Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Volumen 1. Theory and technique. McGraw-Hill. New York. pp. 360-366.

Flint-Garcia, S. A., A. L. Bodnar and M. P. Scott. 2009. Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. *Theor Appl Genet* 119:1129–1142

García A., E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 246p.

Garcia, G. M., H. T. Stalker and G. Kochert. 1995. Introgression analysis of an interspecific hybrid population in peanuts (*Arachis hypogaea L.*) using RFLP and RAPD markers. *Genome* 38: 166-176.

Goodman, M. M. 1985a. Exotic maize germplasm: Status, prospects, and remedies. *Iowa st. J. Res.* 59: 497-527.

Goodman, M. M. 1985b. Use of tropical and subtropical maize and teosinte germplasm in temperate conditions. In: A. Brandolini., F. Salamini (eds). *Breeding strategies for maize production improvement in the tropics.* Food and Agriculture Organization of U.N. y Instituto Agronomico per L'Ottomare Firenze. Rome, Italy. Pp.93-103.

Gurney, A. L., D. Grimanelli, F. Kanampiu, D. Hoisington, J. D. Scholes, Press M C. Novel. 2003. Sources of resistance to *Striga hermonthica* in *Tripsacum dactyloides*, a wild relative of maize. *New Phytol*; 160:557-68.

Hoisington, D., M. Khairallah, T. Reeves, J. Marcel, R. Bent, S. Taba and M. Warburton. 1999. Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 96, 5937–5943 (1999).

Iltis, H. H. and J. F. Doebley. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *Amer. J. Bot.* 67 (6): 994- 1004.

Iltis, H. H. and B. F. Benz. 2000. *Zea nicaraguensis* (Poaceae), a new teosinte from Pacific Coastal Nicaragua, *Novon* 10: 382-390.

Jiménez G., G., E. García M. y B. Peña O. 2001. Producción de forraje *in situ* del teocintle perenne *Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzmán. *Técnica pecuaria en México*. 39 (2): 153-161

Kovacs, M. I. P., N. K. Howes, J. M. Clarke and D. Leisle. 1998. Quality characteristics of durum wheat lines deriving high protein from *Triticum dicoccoides* (6b) substitution. *J. Cereal Sci.* 27, 47–51 (1998).

Lambert, R. J., and E. R. Leng. 1965. Backcross response of two mature plant traits for certain corn-teosinte hybrids. *Crop Sci.* 5: 239-241.

Lane, J. A., D. V. Child, T. H. M. Moore, G. M. Arnold and J. A. Bailey. 1997. Phenotypic characterisation of resistance in *Zea diploperennis* to *Striga hermonthica*. *Maydica*; 42:45-51.

LeRoy, A. R., W. R. Fehr and S. R. Cianzio. 1991. Introgression of genes for small seed size from *Glycine soja* into *G. Max.* *Crop Sci.* 5:239-241.

Mangelsdorf, P. C. 1947. The origin and evolution of maize. *Advances in Genetics* I:161-207. 1974. *Corn. Its Origin, Evolution and Improvement.* Harvard University Press., Cambridge, MA. pp: 15-52, 121-131.

Mangelsdorf, P. C. y R. G. Reeves. 1959. The origin of corn. I. Pod corn, the ancestral form. *Bot. Mus. Leaf. Harv. Univ.* 18(7):329-355.

Mangelsdorf, P. C. 1974. *Corn. Its Origin, evolution and Improvement.* Harvard University Press., Cambridge, MA. Pp. 15-52, 121-131.

Mano, Y., and F. Omori. 2007. Breeding for flooding tolerant maize using “teosinte” as a germplasm resource. *Plant Root* 1:17-21.

Mano, Y., F. Omori, T. Takamizo, B. Kindiger, R. McK. Bird and C.H. Loaisiga. 2006c. Variation for root aerenchyma formation in flooded and non-flooded maize and teosinte seedlings. *Plant Soil* 281: 269-279.

Mano, Y., M. Muraki, M. Fujimori and T. Takamizo. 2005a. Varietal difference and genetic analysis of adventitious root formation at the soil surface during flooding in maize and teosinte seedlings. *Jpn. J. Crop Sci.* 74: 41-46. (in Japanese with English abstract)

McCarty, J. C., and R. G. Percy 2001 In *Genetic Improvement of Cotton: Emerging Technologies* (eds Jenkins, J. N. & Saha, S.) 65–79 (USDA — Agricultural Research Service: Science, Enfield, New Hampshire.

Menkir, A. 2006 Assessment of reactions of diverse maize inbred lines to *Striga hermonthica* (Del.) Benth. *Plant Breed*; 125:131-9.

Moncada, 2001. Quantitative trait loci for yield and yield components in an *Oryza sativa* x *O. rufipogon* BC2F2 population evaluated in an upland environment. *Theor. Appl. Genet.* 102, 41–52.

Nault, L. R. and W. R. Findley. 1981. *Zea diploperennis*: A primitive relative offers new traits to improve corn. *Home Economics, and Natural Resources* 66 (6):90-92.

OCDE. 2003. Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *mays* (maize). Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology, No. 27

Paccapelo H., A. y M. L. Molas. 1996. Caracterización de una población de maíz forrajero con introgresión de *Zea diploperennis* I.RIA. 27:33-38.

Padilla G., J. M., J. J. Sánchez G., J. L. Ramírez D., J. F. Casas S., J. Ron P., M. Chuela B. y M. Aguilar S. 2002. Medias y varianzas en variedades sintéticas de maíz con diferentes fuentes de germoplasma de teocintle. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 25 (4): 401-409.

Pan, Q. 2000. Comparative genetics of nucleotide binding site-leucine rich repeat resistance gene homologues in the genomes of two dicotyledons: tomato and *Arabidopsis*. *Genetics* 155, 309–322.

Parsad R, Gupta V K IASRI. Covariance Analysis. Library Avenue, Nueva Delhi - 110 012 <http://www.iasri.res.in/iasriwebsite/designofexpapplication/electronic-book/module5/19covariance%20analysis.pdf>

Perales R., H. R. 2009. Maíz, riqueza de México. *Ciencias*, Núm. 92 - 93, octubre-marzo, 2009, pp. 46-55.

Randolph, L. F. 1976. Contributions of wild relatives of maize to the evolutionary history of domesticated maize: I. A synthesis of divergent hypotheses. *Econ. Bot.* 30: 321-345.

Ray, J. D., B. Kindiger and T. R. Sinclair. 1999. Introgressing root aerenchyma into maize. *Maydica* 44: 113-117.

Reeves, R. G. 1950. The use of teosinte in the improvement of corn inbreds. *Agron. J.* 42:248-251.

Rick, C. M. 1974. High soluble-solids content in large-fruited tomato lines derived from a wild green-fruited species. *Hilgardia* 42, 493–510.

Rieseberg, L. H., and S. J. Brunsfeld. 1992. Molecular evidence and plant introgression. P.151-176. In: P.S. Soltis., J.J Doyle (Eds). *Molecular systematics of plants*. Chapman and Hall.

Ron P., J. y J. L. Ramírez. D. 1991. Instructivo para el Establecimiento de ensayos y colección de datos para la evaluación de variedades mejoradas de maíz del CCVP en el Estado de Jalisco. SARH

Ronen, G., L. Carmel-Goren, D. Zamir and J. Hirschberg. 2000. An alternative pathway to β -carotene formation in plant chromoplasts discovered by map-based cloning of β - and old-gold color mutations in tomato. Proc. Natl Acad. Sci. USA 97, 11102–11107).

Sánchez G., J. J. y A. Ruiz. J. 1996. Distribución del teocintle en México. In: flujo Genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. J A Serratos. MC willcox. F Castillo (eds). México, D.F. CIMMYT. pp:20-38.

Sánchez G., J. J., T. A. Aguilar S. M., J. M. Hernández C., A. López R. y J. A. Ruiz C. 1998. Distribución y caracterización del teocintle. INIFAP, México. 149 p.

Sebolt, A. M., R. C. Shoemaker and B. W. Diers. 2000. Analysis of a quantitative trait locus allele from wild soybean that increases seed protein concentration in soybean. Crop Sci. 40, 1438–1444.

Sehgal, S. M. 1963. Effects of teosinte and "Tripsacum" introgression in maize. The Bussey Institution of Harvard University.

Sehgal, S. M. and W. L. Brown. 1963. Introgression in corn belt maize. Econ. Bot. 19: 83-88.

Singh, R. J. and T. Hymowitz. 1999. Soybean genetic resources and crop improvement. Genome 42, 605–616.

Srinivasan, G. and J. L. Brewbaker. 1999. Genetic analysis of hybrids between maize and perennial teosinte. I. Morphological traits. Maydica 44: 353-369.

Stalker, H. T. 1980. Utilization of wild species for crop improvement. *Advances in Agronomy* 33:111-147.

Tanksley, S. D. and J. C. Nelson. 1996. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. *Theor. Appl. Genet.* 92:191-203.

Villareal, R. L., Del Toro, E., Mujeeb-Kazi, A. and Rajaram, S. 1995. The 1BL/1RS chromosome translocation effect on yield characteristics in a *Triticum aestivum* L. cross. *Plant Breed.* 114, 497–500.

www.siap.gob.mx

Wang, L., A. Yang, C. He, M. Qu and J. Zhang. 2008. Creation of new maize germplasm using alien introgression from *Zea mays* ssp. *mexicana*. *Euphytica* 164:789–801

Wellhausen, E., L. M. Roberts y E. Hernández X., en colaboración con **P. C. Mangelsdorf. 1951.** Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto Técnico no.5, Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F.

Wilkes, H. G. 1967. Teosinte: The closest relative of maize. Bussey Institution of Harvard University. 159p.

Wilkes, H. G. 2004. Corn, strange and marvelous: But is a definitive origin known? In: Smith C.W., J. Betran and E.C.A. Reinge (eds.). *Corn: Origin, History, Technology, and Production.* John Wiley y Sons, Inc. New York. pp. 3-63.

Zamir, D. 2001. Improving plant breeding with exotic genetic libraries. *Nature Reviews, Genetics*, volumen 2. Pag., 983-989

VIII APENDICE

Cuadro A1. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC2 CUCBA.

	DF	TIPO I SS	CUADRADOS MEDIOS	TIPO III SS	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
GRUPOS	2	21006029,7	10503014.8**	25741236,5	12870618.2**	15.33
CRUZAS	109	250277746	2296126.1**	220426525	2022261.7**	
DENSIDAD	1	19882664,3	19882664.3**	19882664,3	19882664.3**	

Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC3 CUCBA

	DF	TIPO I SS	CUADRADOS MEDIOS	TIPO III SS	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
GRUPOS	2	273239829	136619914.4**	219623822,5	109811911.2**	19.21
CRUZAS	97	422138250	4351940.7**	303895486,9	3132943.2*	
DENSIDAD	1	55895500,6	55895500.6**	55895500,6	55895500.6**	

Cuadro A2. Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC2 Poncitlán, Jal.

	DF	TIPO I SS	CUADRADOS MEDIOS	TIPO III SS	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
GRUPOS	2	245259551	122629775.2**	130030035,5	65015017.7**	24.36
CRUZAS	89	335546029	3770180.1**	192025453,3	2157589.4NS	
DENSIDAD	1	157161772	157161771.8**	157161771,8	157161771.8**	

Análisis de covarianza para la variable rendimiento de grano RC3 Poncitlán Jal.

	DF	TIPO I SS	CUADRADOS MEDIOS	TIPO III SS	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
GRUPOS	2	2592237,9	1296119NS	9502184,6	4751092.3NS	21.67
CRUZAS	82	359440603	4383422**	227905425	2779334.5**	
DENSIDAD	1	220708372	220708371.9**	220708371,9	220708371.9**	