

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BÓTANICA



**Análisis de los cambios agronómicos y morfológicos asociados con el
mejoramiento de una población criolla de maíz**

Por:

LIDIA RAMON GAYOSSO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2008.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**

**Análisis de los cambios agronómicos y morfológicos asociados con el
mejoramiento de una población criolla de maíz**

**Por:
LIDIA RAMON GAYOSSO**

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada Por:

PRESIDENTE DEL JURADO

SINODAL

**Dr. Froylán Rincón Sánchez
Flores**

M.C. Ricardo Cuellar

SINODAL

SINODAL

**Dra. Norma Angélica Ruíz Torres
Reyna**

Dr. Juan Manuel Martínez

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2008.

DEDICATORIA

A **DIOS**, por permitirme vivir, por darme fortaleza para seguir luchando, guiar y bendecir mis pasos para alcanzar un sueño más en mi vida.

A MIS PADRES:

Ma. Micheas Gayosso Aguilar

Gracias por todo su amor, confianza y comprensión, porque tú has sido mi gran ejemplo de lucha inagotable, por enseñarme que los sueños se convierten en éxitos.

Armando Ramon San Juan

Gracias por su amor, su cariño, comprensión, por sus sabios consejos y la confianza que puso en mí.

Que con esmero y sacrificio lograron darme la mejor de las herencias; para ustedes mi amor será eterno. DIOS los bendiga siempre.

A MIS HERMANOS: Fabys, Yuri y Aram

Por que ustedes me vieron crecer y compartimos muchas de las realidades de la vida, sabiendo siempre salir adelante con lo que se encontraba al alcance. Por ser mi refugio en el cual comparto grandes momentos.

Especialmente para Adabet

Por ser la persona que comparte conmigo todo: sueños, anhelos y su amor. Gracias por su cariño, comprensión, por la confianza y apoyo que me ha dado, por ser la persona que comparte mis tristezas y alegrías, siempre te llevo en mi corazón.

A MIS ABUELITAS:

Agustina San Juan Morales y María Dolores Aguilar Castro

Por todas las bendiciones que me dan cada vez que salgo de casa, por todo su amor, cariño y por sus sabios consejos.

A MIS TIOS (AS), PRIMOS(AS) Y SOBRINOS (AS):

Por la confianza y amistad que siempre nos ha unido y los consejos de aliento en todo momento, le doy gracias a Dios por regalarme una gran familia. De igual manera a todos mis demás familiares.

A mi sobrina Alma Yared por ser tan especial para mí y por todos los bonitos momentos que me hace pasar.

A Elizabeth, Odalis, Bernita, Rosy, Tavito y Luis

Por ser como unos hermanos para mí, por los consejos brindados, por su amistad y confianza, por todo su cariño y comprensión.

A MIS CUÑADOS:

Cristian. Por estar conmigo en los momentos difíciles, por todo su cariño, confianza y su apoyo incondicional.

Constantino. Por ser un miembro más dentro de la familia y por esa gran amistad muchas gracias.

A TODAS MIS AMIGAS Y AMIGOS EN ESPECIAL:

Dulce, Claus, Cesar, Gely, Lupita, Darío, Ana Yely, Amalia, Gisel, Julio Cesar, Arturo, Areli, Libia, Agus, Narciso, Azael, Samy y Leet .

A todos gracias por su amistad, por sus consejos, por su cariño, por su apoyo, por que estuvieron conmigo en los momentos difíciles y felices de mi vida.

A la familia Patricio Carmona:

Por permitirme compartir con ellos momentos de satisfacción, por el apoyo brindado, amistad, confianza, cariño y respeto.

A la Sra. Elena y Don Toñito: por ofrecerme en su momento, aquellos consejos de aliento, siempre para bien cuando se encuentra lejos de la familia.

A la comunidad de Chapingo, quienes comparten la realidad de la vida de una gente humilde, gracias por la amistad que me han ofrecido en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado el regalo más grande “la vida” y permitirme ser lo que ahora soy.

A mi “**Alma Terra Mater**” por los conocimientos que me ha brindado, para enfrentarme a los problemas que existen en nuestro país. Por abrir sus brazos, cobijarme bajo su manto y permitir realizar mi formación profesional.

Al **Dr. Froylán Rincón Sánchez**. Agradezco profundamente la oportunidad que me brindó de realizar el presente trabajo, sus atenciones, por su valioso tiempo y apoyo incondicional, además de su amistad durante todo este tiempo.

Al **M.C. Ricardo Cuellar Flores**. A quien también le estoy profundamente agradecido por todo su apoyo brindado para realizar este trabajo, por sus consejos y opiniones.

A la **Dra. Norma A. Ruiz Torres**, por su colaboración, su participación en la revisión y jurado calificador de esta tesis.

Al **Dr. Juan Manuel Martínez Reyna**, por su apoyo brindado en la revisión de este trabajo y jurado calificador en esta tesis.

A la **SAGARPA-SNICS**, por el apoyo en el presente trabajo de investigación, a través del proyecto denominado “Potencial genético y caracterización de poblaciones de maíz del sureste de Coahuila”.

A **todos mis profesores** durante mi estancia en esta Universidad por todos sus conocimientos, consejos y ayuda a mi formación profesional.

A **mis compañeros de la generación VII de Agrobiología** por su amistad y los gratos momentos que pasamos juntos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FÍGURAS.....	ix
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
La producción de maíz en México.....	5
La producción de maíz en Coahuila.....	6
Los sistemas agrícolas tradicionales.....	6
Estrategias para el aprovechamiento de poblaciones de maíz.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Material genético.....	11
Descripción del material genético.....	12
Evaluación de campo.....	12
Fertilización.....	13
Riego.....	13
Control de malezas.....	13
Laboratorio.....	14
Caracteres evaluados.....	14
Características cualitativas.....	14
Características cuantitativas.....	20
Diseño experimental.....	24
Análisis de la información.....	25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Caracteres cualitativos.....	26
Crecimiento (dos hojas desdobladas).....	26
Crecimiento (cuatro hojas desdobladas).....	26
Inicio de antesis.....	27
Mitad de antesis.....	27
Mitad de antesis, estado lechoso (Cariópside madurez acuosa).....	33
Mitad de antesis, estado lechoso (medio lechoso).....	35
Maduración (Cariópside duro).....	36
Maduración (Cariópside flojo durante el día).....	38
Caracteres cuantitativos.....	39
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITADA	47

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 4.1. Crecimiento (dos hojas desdobladas).....	27
Cuadro 4.2. Crecimiento (cuatro hojas desdobladas).....	27
Cuadro 4.3. Inicio de antesis.....	28
Cuadro 4.4. Antesis (mitad de antesis).....	30
Cuadro 4.5. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Cariópside madurez acuosa).....	34
Cuadro 4.6. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Medio lechoso).....	36
Cuadro 4.7. Maduración (Cariópside duro).....	36
Cuadro 4.8. Maduración (Cariópside flojo durante el día).....	38
Cuadro 4.9. Cuadros medios de análisis de varianza para las variables cuantitativas utilizadas en el estudio.....	41
Cuadro 4.10. Medias de las dos poblaciones evaluadas a través de ambientes.....	43
Cuadro 4.11. Análisis de varianza para las variables cuantitativas utilizadas en el estudio.....	44
Cuadro 4.12. Comparación de medias de las dos poblaciones para las variables agronómicas evaluadas.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Esquema de la obtencion del material genético utilizado.....	11
Figura 2	Esquema de trabajo experimental dsarrollado en el presenta estudio.....	12

RESUMEN

El maíz criollo que se cultiva en el Noreste de México, presenta bajo potencial productivo debido a las condiciones de temporal en el que es sembrado, sin embargo, los agricultores han creado a través del tiempo sus propios genotipos. Una estrategia de mejoramiento para alcanzar ganancias en la productividad es la llamada participativa, en donde el campesino participa con el fitomejorador en el mejoramiento de las poblaciones por medio de métodos sencillos como lo es la selección masal. Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar las características varietales y realizar la comparación entre dos poblaciones de maíz, así como analizar los efectos de la selección en caracteres agronómicos y morfológicos, usando como referencia la población original. Fueron utilizadas dos poblaciones de maíz: la población Jagüey 2002 (población original), es una población criolla adaptada y desarrollada por los agricultores, y la población JAGUAN que es, una población criolla mejorada a partir de la infiltración génica de materiales mejorados. La evaluación en campo fue realizada en dos localidades: El Mezquite, Galeana, N. L. y San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coahuila. En los caracteres evaluados todas las variables fueron determinadas en 40 plantas con competencia completa de cada material genético. La comparación de las dos poblaciones se realizó a través de la lista de caracteres cualitativos y cuantitativos, de acuerdo a la Guía Técnica para la Descripción Varietal. Las dos poblaciones son diferentes en ocho de los 37 caracteres cualitativos y en 20 de los 25 caracteres cuantitativos. La evaluación de los ambientes mostró diferencia en 9 de los 37 caracteres cualitativos (valores de 20 - 30 %) y en 10 de los 25 cuantitativos (35 - 45 %). La población JAGUAN fue superior a la población original presentando valores de 20 - 25 % en el rendimiento de grano, mayor número de mazorcas por planta (20 - 25 %), en días a floración masculina los valores fueron similares en cada población.

I. INTRODUCCIÓN

México es reconocido mundialmente como uno de los países con mayor riqueza biológica, siendo el maíz el más sobresaliente; actualmente se reportan más de 50 razas de maíz en México (Hernández, 1999).

Durante el periodo 1996-2006 se produjo un promedio anual de 19.3 millones de toneladas de maíz, que incluye maíz blanco, amarillo y otros, con un valor promedio anual de 29,090 millones de pesos corrientes (SAGARPA, 1996-2012).

En el ámbito estatal, cinco entidades de la república contribuyen con el 55 % de la producción total anual. Los principales estados productores son: Jalisco con 15.4 %, Sinaloa, con 14.4 %; Estado de México con el 9.9 %; Chiapas, 9 %, y Michoacán con el 6.5 %. La producción conjunta de estos estados es equivalente a 10,625.3 miles de toneladas. El 45 % restante de la producción se distribuye en 27 estados del país, entre los que destacan Guerrero, Veracruz, Guanajuato, Puebla, Oaxaca y Chihuahua (SAGARPA, 2006).

En la región sureste de Coahuila, en Ramos Arizpe, General Cepeda y Parras de la Fuente se obtuvo una producción de 686 a 2,880 ton., y en Saltillo y Arteaga una producción de 2,881 a 9,262 ton (SIAP, 2003).

Las razas criollas ocupan más del 20 % de la superficie dedicada al maíz en las costas de Oaxaca y La Frailesca en Chiapas, y son sembradas por más de 25 % de los agricultores, en particular por aquellos que no cuentan con recursos económicos.

El maíz criollo que se cultiva en México, presenta algunas características indeseables como: el bajo potencial productivo debido a las condiciones de temporal en el que es sembrado, pero los agricultores que tienen que responder a la irregularidad de las lluvias, han creado a través del tiempo sus propios materiales, aprovechando la variabilidad genética existente.

Los agricultores que utilizan semillas criollas comúnmente se resisten a sustituirlas por variedades mejoradas o híbridas, aunque muchos otros han realizado combinaciones entre híbridos y criollos, producto de su observación y experiencia.

Los avances en el mejoramiento de poblaciones criollas para un sistema de producción sustentable pueden ser incrementados si se unen los esfuerzos de agricultores, fitomejoradores y de instituciones involucradas.

Por su naturaleza, la aplicación de técnicas de manejo agronómico y selección dan como resultado cambios particulares en la estructura de las poblaciones en estudio. En tal sentido, estos cambios permitirán apoyar y definir estrategias que consideren tanto la conservación de la variación genética como el aprovechamiento a través de un esquema participativo, aplicado a una población criolla adaptada a condiciones de agricultura de temporal.

Considerando la problemática anterior, profesores investigadores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y productores de maíz criollo, han venido desarrollando trabajos de mejoramiento participativo con el propósito de mejorar sus

materiales; así mismo, y como parte del proceso de selección, analizar además el comportamiento agronómico de la población criolla de maíz.

En el presente trabajo se evaluaron dos poblaciones de maíz: una población criolla de maíz adaptada a la región de Jagüey de Ferniza (Jagüey), y una población mejorada a través de la combinación con una población mejorada. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como finalidad los siguientes:

Objetivos

- Determinar las características varietales y realizar la comparación entre las dos poblaciones de maíz.
- Analizar los efectos de la selección en caracteres agronómicos y morfológicos, usando como referencia la población original.

Hipótesis

La estrategia de mejoramiento aplicada ha conseguido generar una población diferente, manteniendo las características de interés para los agricultores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La producción de maíz en México

El maíz pertenece a la familia Poaceae y ha sido la base de la alimentación de la mayoría de los pueblos del continente americano. Para el pueblo mexicano antiguo, el conocerlo significó el crecimiento y desarrollo de ciudades de grandes culturas.

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. México es el cuarto productor de maíz en el mundo con 3 %, después de Brasil (6 %), China (19 %) y Estados Unidos de América con el 40 % (SAGARPA-SIAP, 2007).

En cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz en México, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2005 fue de 2.0 %, no obstante, los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 % y -10.8 %, respectivamente. En tanto que en 2006 llega al máximo nivel alcanzado de 68.6 % de la producción total de cereales (SAGARPA-SIAP, 2007).

Este grano se produce en dos ciclos reproductivos: primavera-verano y otoño-invierno, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas, de humedad, temporal y riego.

La producción de este grano está diseminada en todo el territorio nacional en el periodo 1996-2006 a la región Centro Occidente y Sureste corresponde el 57 % de la producción total; a la región Centro el 19 % y a las regiones Noroeste y Noreste, corresponde el 16.7 % y 6.8 %, respectivamente.

La producción de maíz en el estado de Coahuila

Se tienen dos ciclos reproductivos en Coahuila, en lo que respecta a la región sureste (Parras, General Cepeda, Ramos Arizpe, Saltillo, Arteaga), en el año 2002 se llevaron a cabo siembras con las siguientes variedades VS-201, VS-202, VS-221, CAFIME, AN-388, VAN-210 (SAGARPA, 2007).

Según el Sistema de Información Agrícola y Pesquero (SIAP, 2005), para el año agrícola 2003 en riego + temporal, Saltillo tuvo una superficie sembrada de 13,595 hectáreas, una producción total de 9,262 toneladas y un rendimiento de 0.820 t ha⁻¹. En Arteaga la superficie sembrada fue de 8,465 ha, una producción de 7,338 toneladas, con un rendimiento de 1.010 t ha⁻¹; Parras, una superficie sembrada de 3,015 ha, una producción de 2,212 ton y un rendimiento de 0.734 t ha⁻¹; para General Cepeda se sembraron 2,485 ha, una producción de 1,737 ton, un rendimiento de 0.699 t ha⁻¹ y para Ramos Arizpe, 1,410 ha, una producción de 1,300 toneladas y un rendimiento de 0.922 t ha⁻¹.

Los sistemas agrícolas tradicionales

El maíz es cultivado en condiciones ambientales, sociales y tecnológicas contrastantes, en parcelas que varían desde un jardín hasta campos de cientos de hectáreas (García y Goodman, 2004). Es una de las plantas que más se ha estudiado por científicos e investigadores. Se reconoce que esta especie es de origen mexicano, ya que se han encontrado varias razas o especies muy antiguas que ya se cultivaban hace varios miles de años, y que se siguen cultivando actualmente.

La preservación de la diversidad genética del maíz ha sido un servicio brindado por los agricultores mexicanos durante miles de años, ellos intercambian, mezclan, seleccionan y readaptan las distintas razas criollas buscando obtener un grano que cumpla con los requisitos como alimento, de buen sabor, de buen crecimiento y producción; esto es lo que aun logran muchos campesinos en la actualidad (INEA, 1982).

Sin embargo, estas aportaciones a la conservación de la diversidad genética de maíces criollos no ha logrado resolver en gran medida muchos de los problemas agrícolas que enfrentan los productores, como por ejemplo: obtener mejores rendimientos en sus cosechas y mejorar sus condiciones de vida.

Estrategias para el aprovechamiento de poblaciones de maíz

El mejoramiento genético del maíz ha sido una de las líneas de investigación agrícola de mayor consistencia y dinamismo en México (Guillén *et al.*, 2000); en el mejoramiento de maíces criollos se han utilizado métodos de mejoramiento genético como la hibridación, selección y la recombinación (Smith *et al.*, 2001; Pérez *et al.*, 2002).

Una estrategia de mejoramiento para alcanzar ganancias en la productividad es la llamada participativa (Bänziger y Cooper, 2001); en donde el campesino participa en el mejoramiento de las poblaciones que le entregan los fitomejoradores por medio de métodos sencillos como lo es la selección masal (Márquez, 1997).

La selección masal es el método mas antiguo y simple utilizado en maíz; se ha utilizado en diversos trabajos para mejorar el rendimiento y sus componentes, para

modificar caracteres agronómicos de importancia económica y para adaptar poblaciones exóticas a áreas específicas (Pérez *et al.*, 2002).

El mejoramiento participativo se define como la interacción entre agricultores e investigadores, orientado a solucionar problemas relacionados con la agricultura; también, al tomar en cuenta las inquietudes y las condiciones de los agricultores, los investigadores pueden desarrollar tecnologías con mayores probabilidades de ser adoptadas y que respondan a las principales preocupaciones sociales, como lo son la igualdad y la sustentabilidad (Bellon, 2002).

Smith *et al.* (2001) señalan que la selección masal estratificada sin control de la polinización, con las selecciones realizadas por los investigadores en campos de los agricultores, puede ser eficaz en mejorar la producción en variedades locales de los productores en México.

Los mismos autores indican que en Honduras, la selección masal con el control de la polinización, donde las selecciones fueron hechas mediante la colaboración de los agricultores en sus propios campos y con sus propias variedades, demostró tendencias hacia la mejora del rendimiento. La selección de agricultores pareció ofrecer el más grande beneficio sobre la selección de la estación experimental del agricultor con el más bajo potencial de rendimiento, sugiriendo que la participación del agricultor puede ser de lo más ventajoso en los ambientes marginales, en donde las condiciones de la estación experimental difieren dramáticamente de las condiciones de los agricultores.

Bellon (2002) realizó un proyecto participativo en los valles centrales de Oaxaca con el propósito de saber si era posible aumentar la productividad del maíz y al mismo

tiempo, conservar o mejorar la diversidad genética; los agricultores tuvieron acceso a la diversidad de variedades criollas de maíz de la región, y recibieron capacitación en técnicas de manejo y selección de semilla. Se recolectaron muestras de variedades de maíces criollos de 15 comunidades elegidas por su diversidad genética, las cuales fueron sembradas en ensayos en las 15 comunidades donde fueron recolectadas (campos de los agricultores), pero bajo el manejo de los científicos; en este proceso se invitó a los agricultores a que observaran las variedades y eligieran las que les gustaban. Los investigadores tomaron las preferencias de los participantes como “votos” y consideraron que cuanto mayor era el porcentaje de los agricultores votantes de una variedad de maíz, mayor el valor de la misma. De acuerdo a los resultados obtenidos, los agricultores participantes confirmaron que los distintos tipos de maíces “experimentales” funcionaban bien en sus condiciones de cultivo e incluso expresaron que algunos eran mejores que sus propias variedades.

Otra buena opción para el mejoramiento de maíces criollos es el aprovechamiento de la heterosis para rendimiento, que se encuentra por lo general, en cruzamientos de materiales de distinto origen (Holland *et al.*, 1996; Tallury y Goodman, 1999); en éste caso sería aprovechada la combinación de las variedades criollas y mejoradas (Ramírez *et al.*, 2003).

Rincón *et al.* (2002) al cruzar una variedad de maíz criollo adaptada a Jagüey de Ferniza, Coahuila, y una población experimental precoz bajo condiciones de riego y temporal, encontraron variabilidad en el rendimiento entre los ambientes; el 43 por ciento de la descendencia superó en rendimiento a la población mejorada. Posteriormente, en el ambiente bajo riego, se seleccionaron cruza con buen potencial de rendimiento, mientras que en el ambiente de temporal, y con apoyo del agricultor,

se complementó el proceso de selección de variedades con mejores características físicas y fisiológicas.

Rincón y Ruiz (2004) compararon cuatro poblaciones desarrolladas por diferentes métodos de selección y manejo, se analizaron los efectos de la selección en caracteres agronómicos considerando la localidad y la población original como referencias. La población criolla (PO), adaptada a Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah; la primera generación de la PO (G1) obtenida a través de un esquema de producción de semillas; dos poblaciones obtenidas por la combinación de germoplasma criollo y mejorado, seleccionadas para madurez precoz (SP) y tardía (ST), respectivamente. Las evaluaciones fueron realizadas en dos localidades, correspondientes a los ambientes de riego y temporal. Los resultados mostraron que las poblaciones PO y G1 fueron comparativamente más diversas que las poblaciones SP y ST como efectos de las metodologías de la selección. La magnitud de la diferencia entre la población original y las poblaciones mejoradas (SP y ST) fue muy evidente ($p < 0.01$) debido a la contribución del germoplasma mejorado en la población local adaptada.

La retrocruza limitada es otro método que se ha utilizado como herramienta de mejoramiento de maíces criollos (Márquez, 1990), con lo cual las razas de maíz mejoradas se pueden usar sin problema en la formación de nuevas variedades más productivas (Márquez *et al.*, 1999). Esta técnica es un método de mejoramiento rápido para variedades de maíces criollos en la que sólo se realiza una sola retrocruza; ha sido efectivo para reducir la altura de planta y mazorca y la susceptibilidad al acame (Márquez, 2002); requieren de donadores de porte bajo, con alto rendimiento de grano y buena adaptación (Ramírez *et al.*, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

El material genético utilizado fue generado a partir de estrategias de manejo y selección aplicadas a una población criolla de maíz. Dos poblaciones de maíz fueron utilizadas en el presente trabajo de investigación: La población Jagüey 2002 (población original) es una población criolla adaptada y desarrollada por los agricultores. La otra población es (JAGUAN), una población criolla mejorada a partir de la infiltración génica de materiales mejorados en la población Jagüey 2002 (Figura 1).

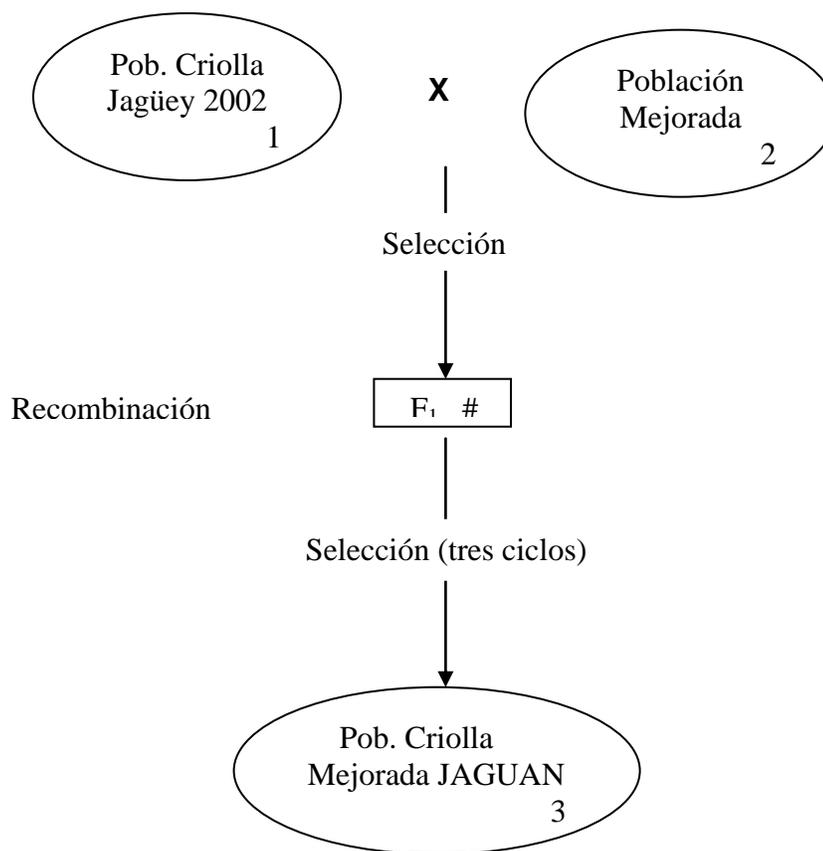


Figura 1: Esquema de la obtención del material genético utilizado.

Descripción del material genético

1.- Población criolla (Jagüey 2002): Adaptada a la región de Jagüey de Ferniza, en Saltillo, Coahuila, a una altitud de 2100 msnm.

2.- JAGUAN: Una población criolla mejorada a través de la combinación con una población mejorada.

El presente trabajo se llevó a cabo en campo; la metodología aplicada se muestra en la Figura 2.

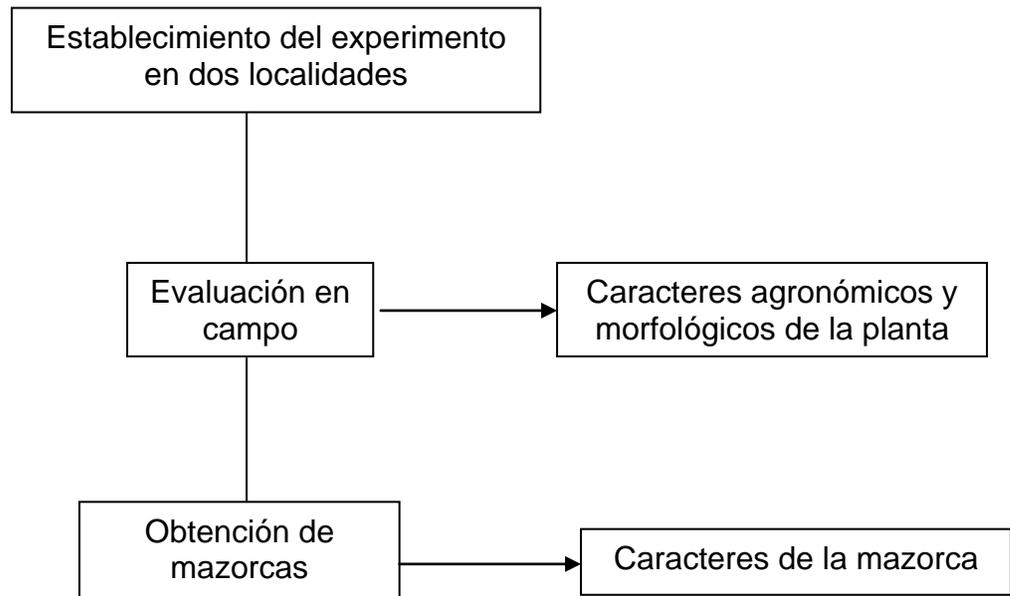


Figura 2: Esquema de trabajo experimental desarrollado en el presente estudio.

Evaluación de Campo

La evaluación en campo fue realizada en dos localidades: El ejido Mezquite, municipio de Galeana, Nuevo León y en San Juan de la Vaquería, municipio de Saltillo, Coahuila.

En el Mezquite, Galeana, N.L. el experimento fue establecido a los 25° 18' N y 101° 16' W, a una altitud de 1890 msnm, predominando los suelos sedimentarios del periodo Jurásico. La precipitación media anual es de 429.8 mm y la temperatura media anual de 15.8° C.

San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coah: se ubica a los 25° 17' N y 101° 12' W, a una altitud de 1825 msnm.

En cada localidad, los experimentos fueron establecidos con dos repeticiones por material. En el Mezquite se sembró a una distancia entre surcos de 0.92 m, con una distancia entre plantas de 0.20 m. En San Juan de la Vaquería, la distancia entre surcos fue de 0.85, con una distancia entre plantas de 0.20, dando una densidad de población aproximado de 54,347 y 58,823.

Fertilización: Se aplicó una dosis de 120 -60- 60 en cada localidad. La mitad de las unidades de N fueron aplicadas a la siembra en la formula 17 -17-17, en tanto que el complemento fue aplicado al momento del cultivo con Urea (46-0 -0).

Riego: El primer riego se aplicó antes de la siembra (siembra en húmedo) y posteriormente, el número y la lámina de riegos variaron en función de las condiciones climáticas que se presentaron.

Control de malezas: Aplicación al momento de la siembra de Primagram[®] Gold a una dosis de 3 L por hectárea.

Laboratorio

La obtención de los descriptores de la mazorca se llevó a cabo en el Laboratorio de análisis y acondicionamiento de semillas para su conservación en el Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Fitogenéticos.

Caracteres evaluados

Todas las variables fueron determinadas en 40 plantas con competencia completa de cada material genético según la Guía Técnica para la Descripción Varietal¹.

La comparación de las dos poblaciones fue realizada a través de la lista de caracteres cualitativos y cuantitativos recomendada para maíz y publicadas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); además de la guía técnica, se usó el manual gráfico para la descripción varietal del maíz².

Características cualitativas

Crecimiento (dos hojas desdobladas).

X01 Coloración de la vaina por antocianinas: El dato se tomó cuando la plántula tenía dos hojas desdobladas; es decir, al momento en que las vainas de ambas sean completamente visibles y se refiere a los diferentes matices de color rojo. Los niveles calificados fueron:

1 = Ausente o muy débil; 3 = Débil; 5 = Media; 7 = Fuerte; 9 = Muy Fuerte.

1 SNICS. Guía técnica para la descripción varietal. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

2 SNICS-CP-SAGARPA. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.).

Crecimiento (cuatro hojas desdobladas).

- X05 Forma de la punta:** Esta medición se realizó en la primera hoja mediante la observación directa de la punta de la hoja. Los niveles calificados fueron:
1 = Puntiguda; 2 = Puntiguda a obtusa; 3 = Obtusa; 4 = Obtusa a redonda; 5 = Redonda.

Inicio de antesis.

- X06 Ángulo entre hoja y tallo:** Se calculó a simple vista justo en la hoja de la mazorca superior y es el ángulo entre el eje principal del tallo y la hoja inclinada. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy pequeño; 3 = Pequeño; 5 = Medio; 7 = Grande; 9 = Muy grande.
- X07 Forma característica hoja justo arriba mazorca:** Se realizó una observación directa de la caída de la hoja y se determinó si esta era recta o curva. Los niveles calificados fueron.
1 = Rectilínea; 3 = Ligeramente curva; 5 = Curva; 7 = Fuertemente curva.
- X08 Ángulo de inserción de las hojas arriba de mazorca principal:** Se determinó a simple vista el ángulo por arriba de la mazorca superior, formado dentro de la nervadura central de la hoja y eje del tallo. La nervadura central, está ubicada desde el extremo inferior hasta el superior de la hoja en la parte media de la misma. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Erecta; 2 = Semi-erecta; 3 = Semi-horizontal; 4 = Caída.
- X09 Ángulo de inserción de las hojas abajo de mazorca principal:** Se determinó a simple vista el ángulo por abajo de la mazorca superior, formado dentro de la nervadura central de la hoja y eje del tallo. La nervadura central, está ubicada desde el extremo inferior hasta el superior de la hoja en la parte media de la misma, la expresión de la característica fue obtenida con las siguientes categorías:
1 = Erecta 0-30°; 2 = Semi-erecta 31-60°; 3 = Semi-horizontal 61-90°; 4 = Descendente o postrada 90°.
- X10 Ondulación del margen laminar, en hoja de la mazorca principal:** De forma directa se observó la ondulación del borde de la hoja y se califica de acuerdo a la magnitud de la misma. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente; 2 = Ligeramente ondulado; 3 = Fuertemente ondulado.

Mitad de antesis.

- X11 Arrugas longitudinales en hoja de mazorca principal:** De forma directa se observó si las venas longitudinales de la hoja dan la impresión de arrugamiento y si la hay se califica, formando categorías como sigue:
1 = Ausentes; 2 = Ocasionalmente presentes; 3 = Siempre presentes.
- X12 Color de la lámina en la hoja de mazorca principal:** De forma directa se observaron los diferentes matices de color rojo, violeta o azul, que pueden presentar las hojas en la superficie. Se evalúa mediante la observación directa de la hoja que se encuentran exactamente debajo de la mazorca. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Verde limón; 2 = Verde medio; 3 = Verde oscuro; 4 = rojiza; 5 = Morada.
- X17 Grado de zigzagueo.** Desarrollo longitudinal en zig-zag: La evaluación se realizó mediante la observación directa a lo largo del tallo, para ubicar el grado en que su estructura es recta o en zig-zag. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Ausente o muy ligero; 2 = Ligero; 3 = Fuerte.
- X26 Coloración de las antocianinas en la base de las glumas:** La observación se realizó en el tercio medio del eje principal. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente o muy tenue; 2 = Tenue; 3 = Intermedia; 4 = Fuerte; 5 = Muy fuerte.
- X27 Coloración de las antocianinas en las glumas, excluyendo la base:** Se considera en el tercio medio del eje principal. La categoría fue determinada como sigue:
1 = Ausente o muy tenue; 3 = Tenue; 5 = Intermedia; 7 = Fuerte; 9 = Muy fuerte.
- X28 Coloración de antocianinas de las anteras:** Se considera en anteras frescas, del tercio medio del eje principal. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Ausente o muy débil; 3 = Débil; 5 = Medio; 7 = Fuerte; 9 = Muy fuerte.
- X29 Densidad de espiguillas:** Se observaron en el tercio medio del eje principal, donde el resultado fue expresado formando categorías como sigue:
3 = Laxo; 5 = Medio; 7 = Denso.
- X30 Forma de la espiga:** Definida por el ángulo entre el eje principal y las ramas secundarias en el tercio inferior de la espiga. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Muy compacta; 3 = Compacta; 5 = Semi-abierta; 7 = Abierta; 9 = Postrada.
- X31 Posición de las ramas laterales en el tercio inferior de la espiga:** Se realizó una observación directa en el tercio de la espiga para determinar si esta era recta o curva. Los niveles calificados fueron:

1 = Rectilíneas; 3 = Ligeramente curvadas; 5 = Medianamente curvadas; 7 = Fuertemente curvadas; 9 = Muy fuertemente curva.

X35 Coloración de antocianinas de los estigmas: De forma directa se observó si los estigmas tenían coloración de antocianinas y las categorías de evaluación fueron determinadas como sigue:

1 =Ausente; 9 = Tenue.

X36 Intensidad de coloración por antocianinas en los estigmas, en el jilote superior: De forma directa se observó a los estigmas que tenían coloración la intensidad de esta. Los niveles calificados fueron:

1 = Ausente o muy débil; 3 = Débil; 5 = Intermedia; 7 = Muy fuerte.

X37 Coloración de la base de los estigmas del jilote superior: De forma directa se observó la base de los estigmas que tenían coloración. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:

1 = Amarillo; 2 = Verde claro; 3 = Rosa; 4 = Roja; 5 = Guinda o vino.

X38 Desarrollo de los filodios: Grado de abundancia y/o desarrollo. Las categorías fueron determinadas como sigue:

1 = Ausente o muy escaso; 2 = Escaso; 3 = Moderado; 4 = Profuso; 5 = Muy profuso.

X39 Coloración de antocianinas en la vaina: La observación se hizo en la parte media de la planta, expresando el resultado en categorías como sigue:

1 = Ausente o muy débil; 3 = Débil; 5 = Intermedia; 7 = Fuerte; 9 = Muy fuerte.

Mitad de antesis, estado lechoso (Cariópside madurez acuosa).

X13 Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca principal: La calificación se tomó de la observación directa de la vaina de la hoja, que se encuentra exactamente debajo de la mazorca superior, de los diferentes matices del color rojo, violeta o azul, que puede presentar la vaina. Los niveles calificados fueron:

1 = Verde limón; 2 = Verde (normal); 3 = Verde oscuro; 4 = Verde muy oscuro; 5 = Morada; 6 = Roja; 7 = Café.

X14 Coloración de la vaina de las tres primeras hojas de la base del tallo: La calificación se tomó de la observación directa de la vaina de las tres primeras hojas del tallo a partir de la base. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:

1 = Verde limón; 2 = Verde (normal); 3 = Verde oscuro; 4 = Verde muy oscuro; 5 = Morada; 6

= Roja; 7 = Café.

X15 Coloración de la aurícula de la hoja de la mazorca superior: Se tomó de la observación directa de la aurícula de la hoja que se encuentra debajo de la mazorca superior. La aurícula corresponde a un par de proyecciones similares a uñas, ubicadas en la unión de la vaina y la hoja. Los niveles calificados fueron:

1= Blanca; 2 = Verde pálido; 3 = Roja; 4 = Café.

X16 Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja de la mazorca superior: Se llevó a cabo mediante la observación directa del margen de la vaina en la hoja que se encuentra debajo de la mazorca superior. La vaina, es la parte de la hoja que envuelve al tallo, mientras que pubescencia se refiere a los pelos que pudiera presentar la vaina, los cuales varían en cantidad y longitud. Las categorías fueron determinadas como sigue:

1 = Ausente; 3 = Escasa; 5 = Intermedia; 7 = Abundante; 9 = Muy abundante.

X19 Coloración de nudos: La evaluación se realiza mediante la observación directa de los nudos a lo largo del tallo, considerando como nudo al lugar de inserción de cada una de las hojas, o dicho mas propiamente, el área de división celular activa de la cual se originan las hojas, macollos (hijos), y raíces adventicias. Los niveles calificados fueron:

1 = Ausente o muy tenue; 3 = Tenue; 5 = Intermedia; 7 = Fuerte; 9 = Muy fuerte.

X24 Cubrimiento de panoja por hoja bandera: Se califica de acuerdo a la porción de la panoja cubierta por la hoja bandera. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:

1 = Ausente o muy leve; 2 = Leve; 3 = Moderado; 4 = Casi total.

Mitad de antesis. Estado lechoso (medio lechoso).

X20 Coloración de antocianinas en raíces adventicias: La evaluación de la característica es mediante la observación directa de las raíces adventicias, las cuales crecen a partir del periciclo en el segundo nudo del tallo a partir de la base, observándose en la parte exterior del mismo. Los niveles evaluados fueron:

1 = Ausente o muy tenue; 3 = Tenue; 5 = Intermedia; 7 = Fuerte; 9 = Muy fuerte.

Maduración (Cariópside duro).

X52 Forma de la mazorca principal: De forma directa se observó la forma de la

mazorca. Las categorías fueron determinadas como sigue:

1 = Cónica; 2 = Cónica-cilíndrica; 3 = Cilíndrica.

- X56 Tipo de grano en tercio central de la mazorca:** Se observó y determinó el tipo de grano que va desde harinoso hasta ceroso. Los niveles calificados fueron:
1 = Harinoso; 2 = Dentado; 3 = Semi-dentado; 4 = Semi- cristalino; 5 = Cristalino; 6 = Reventador; 7 = Dulce; 8 = Ceroso.
- X57 Coloración del grano en la mazorca superior:** La observación se realizó en la apariencia externa, sin desgranar la mazorca. Los niveles calificados fueron:
1 = Blanco; 2 = Blanco cremoso; 3 = Amarillo claro; 4 = Amarillo (medio); 5 = Amarillo (naranja); 6 = Naranja; 7 = Rojo naranja; 8 = Rojo; 9 = Rojo oscuro; 10 = Azul; 11 = Azul oscuro; 12 = Negro.
- X58 Color dorsal del grano en la mazorca superior.** Se observó y determinó el color dorsal del grano que va desde harinoso hasta ceroso. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Blanco; 2 = Blanco cremoso; 3 = Amarillo claro; 4 = Amarillo (medio); 5 = Amarillo (naranja); 6 = Naranja; 7 = Rojo naranja; 8 = Rojo; 9 = Rojo oscuro; 10 = Azul; 11 = Negro; 12 = Variegado.
- X59 Color del endospermo:** La evaluación se hizo partiendo el grano de la mazorca superior. Los niveles calificados fueron:
1 = Blanco; 2 = Amarillo (claro); 3 = Anaranjado.
- X60 Forma de la corona en granos de la mazorca superior:** Se observó y determinó de forma directa la forma de la corona. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Hendida; 2 = Convexa; 3 = Puntiguda.

Maduración (Carióside flojo durante el día).

- X55 Disposición de hileras de granos en la mazorca superior:** De forma directa se observó la disposición de granos de la mazorca, donde los niveles calificados fueron.
1 = Recta; 2 = Ligeramente en espiral; 3 = En espiral; 4 = Irregular.
- X61 Coloración de las glumas en el olote de la mazorca superior:** La evaluación se realizó mediante una observación directa de las glumas. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente (blanco); 2 = Presente (rojo); 3 = Otro (indicar).
- X62 Intensidad del color de las glumas por antocianinas, en el olote de la mazorca**

superior. La evaluación se realizó mediante una observación directa de la intensidad de las glumas. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy tenue; 2 = Tenue; 3 = Media; 4 = Fuerte; 5 = Muy fuerte.

Características cuantitativas

Crecimiento (cuatro hojas desdobladas).

- X02 **Longitud de primera hoja (cm).** El dato se obtuvo cuando la plántula tenía cuatro hojas desdobladas, la primera hoja se separó midiendo la longitud en centímetros desde el extremo inferior, donde termina la vaina, al ápice de la hoja. Las categorías de evaluación fueron determinadas como sigue:
1 = Muy corta (<2.0); 3 = Corta (2.6-3.0); 5 = Mediana (3.6-4.0) 7 = Larga (4.6- 5.0); Muy Larga (>5.6).
- X03 **Ancho de primera hoja (cm):** El dato se obtuvo cuando la plántula tenía cuatro hojas desdobladas, la primera hoja se separó midiendo la distancia existente de borde a borde de la misma, de la parte central. El resultado fue expresado formando las siguientes categorías:
1 = Muy estrecha (<0.5); 2 = Estrecha (0.6-0.9); 3 = Mediana (1.0-1.3); 4 = Ancha (1.4-1.7); 5 = Muy ancha (>1.8).
- X04 **Relación largo/ancho de primera hoja:** Esta variable se calculó con los datos de largo y ancho de la primera hoja, dividiendo el largo entre el ancho de la hoja. La expresión de la característica fue obtenida con las siguientes categorías:
1 = Muy pequeña (\leq 1.5); 3 = Pequeña (1.5-3.0); 5 = Mediana (3.1-4.5); 7 = Grande (4.6-6.0); 9 = Muy grande (>6.0).

Mitad de antesis.

- X18 **Número de macollos por planta (ahijamiento):** La evaluación se realizó mediante el conteo de macollos; los cuales crecen a partir de yemas ubicadas en los nudos inferiores de la planta; presentan menor desarrollo y generalmente no contribuyen significativamente al rendimiento. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente; 2 = 1 por planta; 3 = 2-3 por planta; 4 = 4-5 por planta; 5 = >5 por planta.
- X25 **Floración masculina:** Se determinó cuando el 50% de la plantas se encuentran liberando polen en el tercio medio del eje principal de la espiga. Las categorías

fueron determinadas como sigue:

1 = ≤ 55 ; 2= 55-61; 3 = 62-67; 4 = 68-73; 5 = 74-79; 6 = 80-85; 7 = 86-91; 8 = 92-97; 9 = <97 .

- X32 **Número de ramas laterales primarias:** Se contabilizó el número de ramas laterales primarias donde los valores pueden estar desde ausente hasta muy alto. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente (0); 2 = Muy bajo (1-3); 3 = Bajo (4-6); 4 =Bajo (7-9); 5 = Intermedio (10-12);6 = Intermedio (13-15); 7 = Alto (16-18); 8 = Alto (19-21); 9 = Muy alto (>20).
- X33 **Ramas secundarias:** Se contabilizó el número de ramas secundarias donde los valores pueden estar desde ausente hasta siempre presentes. Los niveles calificados fueron:
1 = Ausente; 2 = Ocasionalmente presentes; 3 = Siempre presente.
- X34 **Floración femenina.** Se evalúa cuando el 50% de la plantas muestren estigmas de más de 1cm de longitud. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = ≤ 55 ; 2= 55-61; 3 = 62-67; 4 = 68-73; 5 = 74-79; 6 = 80-85; 7 = 86-91; 8 = 92-97; 9 = <97 .
- X40 **Longitud de la panoja:** Se mide la distancia entre la rama más baja al ápice de la panoja en centímetros. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy corta (<15.0); 2 = Muy corta (15.1-19.0); 3 = Corta (19.1-23.0); 4 = Corta (23.1-27.0); 5 = Mediana (27.1-31.0); 6 = Mediana (31.1-35.0); 7 = Larga (35.1-39.0); 8 = Larga (39.1-43.0); 9 = Muy Larga (>43.0).
- XP41 **Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (cm).** Es la longitud que existe desde el eje principal por encima de la rama lateral hasta el ápice de la panoja (cm). Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Muy corta (<7.0); 2 = Muy corta (7.1-10.0); 3 = Corta (10.1-13.0); 4 = Corta (13.1-16.0); 5 = Mediana (16.1-19.0); 6 = Mediana (19.1-22.0); 7 = Larga (22.1-25.0); 8 = Larga (25.1-28.0); 9 = Muy Larga (>28.0).
- X42 **Longitud del pedúnculo:** Es la longitud que existe entre el nudo de la hoja bandera y la rama lateral más baja de la espiga (cm). El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy corta (<1.0); 2 = Muy corta (1.1-4.0); 3 = Corta (4.1-8.0); 4 = Corta (8.1-12.0); 5 = Mediana (12.1-16.0); 6 = Mediana (16.1-20.0); 7 = Larga (20.1-24.0); 8 = Larga (24.1-28.0); 9 = Muy Larga (>28.0).

Mitad de antesis, estado lechoso

- X21 **Longitud media de entrenudos superiores:** Esta variable se calcula midiendo la distancia entre los nudos consecutivos, a partir del nudo de la mazorca superior hasta el nudo de la hoja bandera; se suman los valores y se dividen entre el número de entrenudos que se midieron, en centímetros. Las categorías de evaluación fueron determinadas como sigue:
1 = Muy corta (<4); 3 = Corta (6-8); 5 = Mediana (10-12) 7 = Larga (14-16); 9 = Muy Larga (>18).
- X22 **Longitud media de entrenudos inferiores:** Esta variable se calcula midiendo la distancia entre los nudos consecutivos, a partir del nudo de la mazorca superior hasta el último nudo; se suman los valores y se dividen entre el número de entrenudos que se midieron, en centímetros. Las categorías de evaluación fueron determinadas como sigue:
1 = Muy corta (<4); 3 = Corta (6-8); 5 = Mediana (10-12) 7 = Larga (14-16); Muy Larga (>18).

Mitad de antesis, estado lechoso (Cariópside madurez acuosa).

- X23 **Diámetro medio en la parte media del entrenudo de la mazorca superior:** La valuación se hace midiendo el diámetro del entrenudo de la mazorca superior expresado en milímetros. Los niveles calificados fueron:
1 = Muy delgado (<10); 3 = Delgado (10-15); 5 = Mediano (16-20) 7 = Grueso (21-25); 9 = Muy grueso (>25).

Estado lechoso (Cariópside madurez acuosa).

- X43 **Longitud de ramas laterales.** Es la longitud de las ramas laterales, desde su base hasta el ápice, en centímetros. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Muy corta (<1); 3 = Corta (2-3); 5 = Intermedia (5-6) 7 = Larga (8-9); 9 = Muy Larga (>10).

Estado lechoso (medio lechoso).

- X44 **Longitud (incluyendo la espiga):** Es la altura de la planta y se obtiene midiendo en centímetros desde la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga. El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy baja (100-130); 3 = Baja (161-190); 4 = Mediana (191-220) 5 = Alta (221-250); 7 = Muy alta (>300).
- X45 **Relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca superior y la altura de la planta:** Se mide en centímetros desde la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Muy pequeña (<0.25); 3 = Pequeña (0.25-0.45); 5 = Media (0.46-0.65); 7 = Alta (0.66-0.90); 9 = Muy alta (>0.90).
- X47 **Ancho de la lámina, de la hoja de la mazorca superior:** Esta variable se tomó midiendo en centímetros, de borde a borde en la parte media de la hoja. Los niveles calificados fueron:
1 = Muy estrecha; 2 = Estrecha; 3 = Mediana; 4 = Ancha; 5 = Muy ancha.

Estado masoso (masoso suave).

- X46 **Altura de la mazorca:** Se obtiene la longitud desde la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca superior, en centímetros. Las categorías fueron determinadas como sigue:
1 = Muy baja (≤ 60); 3 = Baja (81-100); 5 = Mediana (101-120); 7 = Alta (121-140); 9 = Muy alta (>161).

Maduración (Cariópside duro).

- X48 **Número de mazorcas por planta, expresado como porcentaje:** Es el número total de mazorcas en la muestra, entre número de tallos principales, multiplicado por 100. Los niveles calificados fueron:
1 = 0-20%; 2 = 21-40%; 3 = 41-60%; 4 = 61-80%; 5 = 81-100%; 6 = 101-120%; 7 = 121-140%; 8 = 141-160%; 9 = >161%.
- X49 **Longitud del pedúnculo de la mazorca principal:** Se obtiene la distancia comprendida desde el nudo de inserción en el tallo, hasta la base de la mazorca (cm). El resultado fue expresado formando categorías como sigue:
1 = Muy corto (<5); 3 = Corto (5-10); 5 = Medio (11-15) 7 = Largo (16-20); 9 = Muy Largo (>20).

- X50 **Longitud de la base al ápice en la mazorca principal:** Se obtiene la medida (cm) en la mazorca superior, sin brácteas (totomoxtle), de la base al ápice.
1 = Muy corto (<10); 3 = Corto (10-15); 5 = Medio (15-20) 7 = Largo (20-25); 9 = Muy Largo (>25).
- X51 **Diámetro de mazorca:** Se mide en la parte central de la mazorca con un vernier en milímetros. Los niveles calificados fueron:
1 = Muy delgado (<4); 3 = Delgado (4.1-5.0); 5 = Mediano (5.1-6.0) 7 = Grueso (6.1-7.0); 9 = Muy grueso (>7.0).
- X53 **Número de hileras de granos en la mazorca principal.** Se contabilizó del número de hileras de granos de la mazorca principal, donde los niveles calificados fueron:
1 = Muy pocas (<12); 2 = Muy pocas (<12-14); 3 = Pocas (14-18); 4 = Pocas (18-22); 5 = Intermedia (22-26); 6 = Intermedia (26-30); 7 = Numerosas (30-34); 8 = Numerosas (34-38); 9 = Muy numerosas (>38).
- X54 **Número de granos por hilera en la mazorca principal.** Se contabilizó del número de granos tomando una hilera de la mazorca principal. Las categorías de evaluación fueron determinadas como sigue:
1 = Muy pocos (<20); 3 = Pocos (21-30); 5 = Intermedia (31-40) 7 = Numerosas (41-50); 9 = Muy numerosas (>51).

Diseño experimental

Los experimentos de evaluación y descripción de las poblaciones fueron establecidos en dos localidades (El Mezquite, Galeana, N.L. y San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coah.), bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones por localidad. La parcela experimental consistió de 20 surcos con 21 plantas por surco, dando un total de 400 plantas útiles con competencia completa para la toma de datos. Para estimar el rendimiento de grano en cada población se utilizaron plantas completas por unidad experimental (repeticiones dentro de localidades).

Análisis de la información

En los caracteres cualitativos, y la expresión en categorías de los caracteres cuantitativos, se determinó la frecuencia y porcentajes de los estados de los descriptores mediante el procedimiento PROC FREQ de SAS (SAS, 2004). En los caracteres cuantitativos, se obtuvieron estadísticos descriptivos y análisis de varianza con los procedimientos PROC MEANS (SAS, 2004) y PROC GLM (SAS, 2006).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres cualitativos

En el estudio se analizaron 37 descriptores cualitativos. Las frecuencias relativas de los descriptores cualitativos en las poblaciones estudiadas se presentan en los cuadros siguientes. En cada cuadro se incluye las características, los estados de la descripción, los resultados de las dos poblaciones (Jagüey y JAGUAN) en los dos ambientes de evaluación (El mezquite y San Juan), organizados de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo. Las descripciones de las características se realizaron de acuerdo a la guía técnica para la descripción varietal para maíz. Los valores de las variables están expresados en porcentajes del número de plantas evaluadas y que se observaron con el mismo nivel. En este apartado se presentan los resultados y la interpretación para reafirmar el objetivo del presente estudio y posteriormente analizar la hipótesis planteada.

Crecimiento (dos hojas desdobladas)

En el Cuadro 4.1 se presentan los valores en coloración de vaina por antocianinas (X01) (dos hojas desdobladas) de las dos poblaciones con los dos ambientes evaluados (Mezquite, Galeana, N.L. y San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coahuila). Las dos poblaciones mostraron una coloración de vaina débil la cual fue consistente en los dos ambientes (valores de 60 - 70 %). La siguiente categoría en importancia fue el color ausente o muy débil, con valores menores en la población JAGUAN, en donde hay una respuesta menor por efecto del ambiente en San Juan.

Cuadro 4.1. Crecimiento (dos hojas desdobladas)

Características	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X01 Coloración de la vaina por antocianinas	1 Ausente o muy débil	40.00	18.75	33.75	3.75
	3 Débil	60.00	65.00	66.25	70.00
	5 Media	-	16.25	-	26.25

Crecimiento (cuatro hojas desdobladas)

En la etapa de las cuatro hojas desdobladas (Cuadro 4.2), se observó que las dos poblaciones cuentan con la forma de la punta de la primera hoja obtusa y obtusa redonda que en promedio representan el 75 - 80 % a través de ambientes. Sin embargo, se nota una influencia del ambiente en estas dos características de un 64.3 % a 87.6 % entre el Mezquite y San Juan, y donde no hay diferencia entre las dos poblaciones. Se observó la presencia de la forma de la punta redonda en un 34 % en el Mezquite, lo cual indica la expresión entre los dos ambientes en esta característica.

Cuadro 4.2. Crecimiento (cuatro hojas desdobladas)

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X05 Forma de la punta de la primera hoja (cm)	2 Puntiguda a obtusa	1.25	9.84	2.50	-
	3 Obtusa	35.00	50.82	32.50	46.25
	4 Obtusa a redonda	32.50	34.43	28.75	43.75
	5 Redonda	31.25	4.92	36.25	10.00

Inicio de antesis

En esta etapa se incluyeron cinco características (Cuadro 4.3). En todos los casos, la población Jagüey, mostró mayor variación en la expresión de los caracteres, al incluir todos los estados de los descriptores. De acuerdo a la frecuencia en las

observaciones, en la forma característica de la hoja arriba de la mazorca (X07) y en la ondulación del margen laminar en la hoja de la mazorca principal (X10), no se observó evidencia de diferencia entre las dos poblaciones. En el caso de X07, las dos poblaciones tienen una forma característica de ligeramente curva a curva con 68.6 y 81.3 % para Jagüey y JAGUAN, respectivamente. En el caso de X10, en las dos poblaciones la ondulación del margen laminar va de ligeramente a fuertemente ondulada. Tanto en X07 como en X10 no existe efecto del ambiente.

En las características ángulo entre hoja y tallo (X06), ángulo de inserción de la hoja arriba de la mazorca principal (X08) y debajo de la mazorca principal (X09), se pudo apreciar diferencia entre las dos poblaciones. En la característica X06 la población Jagüey el ángulo entre hoja y tallo va de medio a grande, en tanto que en JAGUAN, de pequeño a medio; en X08 y X09, las categorías de la hoja arriba de la mazorca son semi-erecta y semi-horizontal (X08); en tanto que en (X09), la categoría más frecuente fue la semi-erecta; en este carácter (X09), se mostró un impacto del ambiente en San Juan, donde se incrementó la frecuencia del valor semi-horizontal.

Cuadro 4.3. Antesis (Inicio de antesis)

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X06 Ángulo entre hoja y tallo	1 Muy pequeño	< 5°	1.25	3.75	6.25	20.00
	3 Pequeño	±25°	17.50	15.00	57.50	52.50
	5 Medio	±50°	50.00	37.50	36.25	27.50
	7 Grande	±75°	26.25	43.75	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X07	Forma característica de la hoja justo arriba de la mazorca principal.	1 Rectilínea	5.00	1.25	13.75	8.75
		3 Ligeramente curva	37.50	23.75	47.50	40.00
		5 Curva	40.00	40.00	35.00	40.00
		7 Fuertemente curva	16.25	35.00	3.75	11.25
		9 Muy fuertemente curvada	1.25	-	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X08	Ángulo de inserción de la hoja justo arriba de mazorca principal	1 Erecta 0-30°	11.25	7.50	32.50	36.25
		2 Semi-erecta 31-60°	37.50	28.75	41.25	60.00
		3 Semi-horizontal 61-90°	40.00	63.75	26.25	3.75
		4 Caída 90°	11.25	-	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X09	Ángulo de inserción de la hoja abajo de mazorca principal	1 Erecta 0-30°	17.50	5.00	23.75	11.25
		2 Semi-erecta 31-60°	75.00	65.00	71.25	45.00
		3 Semi-horizontal 61-90°	7.50	28.75	5.00	43.75
		4 Descendente o postrada > 90°	-	1.25	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X10	Ondulación del margen laminar, en hoja de mazorca principal	1 Ausente	13.75	3.75		11.25
		2 Ligeramente ondulado	60.00	62.50	56.25	58.75
		3 Fuertemente ondulado	26.25	33.75	43.75	30.00

Mitad de antesis

En las tres características, arrugas longitudinales en la hoja de la mazorca principal (X11), color de la lámina (X12) y grado de zigzagado (X17), correspondientes a la mitad de antesis (Cuadro 4.4), aún cuando en la población Jagüey se observó mayor

variabilidad en los estados de los descriptores, no se observó evidencia de diferencia sobresaliente entre las dos poblaciones y los ambientes de evaluación.

En la coloración de antocianinas en base de glumas (X26), en las glumas (X27), en anteras (X28), en los estigmas (X35) y la vaina en parte media de la planta (X39), se notó una amplia variación en la población Jagüey, en tanto que en JAGUAN, la frecuencia se encontró en un número reducido de los estados de los descriptores. En el caso de X26, X27, X35, en la población JAGUAN la coloración es ausente o muy tenue; en X39, la coloración es ausente o muy débil y débil. En los caracteres densidad de espiguilla (X29), ángulo formado entre en eje principal y ramas laterales (X30), posición de ramas laterales en la espiga (X31), la intensidad de coloración en el jilote principal (X36) y en la coloración en la base de los estigmas del jilote principal (X37) no se observó existe evidencia de diferencia entre las dos poblaciones, tampoco su efecto claro de los ambientes de evaluación. En el desarrollo de filodios (X38), la ausencia de los mismos fue más clara en la población JAGUAN, sin embargo, en la mayoría de los caracteres analizados en esta etapa, se observaron valores para la mayoría de los estados de los descriptores.

Cuadro 4.4. Antesis (Mitad de antesis)

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X11 Arrugas longitudinales en hoja de mazorca principal	1 Ausentes	33.75	45.00	56.25	62.50
	2 Ocasionalmente presentes	56.25	53.75	42.50	37.50
	3 Siempre presentes	10.00	1.25	1.25	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X12 Color de la lámina en la hoja de mazorca principal	1 Verde limón	7.50	3.75	5.00	3.75
	2 Verde medio	61.25	35.00	70.00	45.00
	3 Verde oscuro	31.25	61.25	25.00	51.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X17 Grado de Zigzagueo, desarrollo longitudinal en zigzag	1 Ausente o muy ligero	60.00	56.25	67.50	70.00
	2 Ligero	36.25	41.25	32.50	28.75
	3 Fuerte	3.75	2.50	-	1.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X26 Coloración de antocianinas en base de glumas	1 Ausente o muy tenue	31.25	26.25	60.00	61.25
	2 Tenue	30.00	26.25	17.50	20.00
	3 Intermedia	20.00	13.75	15.00	15.00
	4 Fuerte	8.75	22.50	7.50	2.50
	5 Muy fuerte	10.00	11.25	-	1.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X2 7 Coloración de antocianinas en las glumas, excluyendo la base	1 Ausente o muy tenue	58.75	56.25	75.00	71.25
	3 Tenue	28.75	32.50	22.50	26.25
	5 Fuerte	7.50	7.50	2.50	2.50
	7 Muy fuerte	5.00	3.75	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X28 Coloración de antocianinas en anteras	1 Ausente o muy débil	53.75	47.50	40.00	26.25
	3 Débil	38.75	37.50	50.00	37.50
	5 Medio	5.00	8.75	10.00	20.00
	7 Fuerte	2.50	6.25	-	15.00
	9 Muy fuerte	-	-	-	1.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X29	Densidad de espiguillas en tercio medio del eje principal	3 Laxo	36.25	53.75	36.25	46.25
		5 Medio	40.00	40.00	40.00	47.50
		7 Denso	23.75	6.25	23.75	6.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X30	Forma definida por ángulo formado entre eje principal y las ramas laterales	1 Muy compacta 20°	33.75	10.00	11.2 5	11.25
		3 Compacta 21-40°	22.50	42.50	22.5 0	26.25
		5 Semi-abierta 41-60°	15.00	26.25	25.0 0	35.00
		7 Abierta 61-90°	13.75	15.00	13.7 5	20.00
		9 Postrada 90°	15.00	6.25	27.5 0	7.50

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X31	Posición de ramas laterales en el tercio inferior de la espiga	1 Rectilíneas	42.50	25.00	31.25	32.50
		3 Ligeramente curvadas	26.25	61.25	26.25	46.25
		5 Medianamente curvadas	13.75	11.25	18.75	12.50
		7 Fuertemente curvadas	7.50	2.50	11.25	6.25
		9 Muy fuertemente curva	10.00	-	12.50	2.50

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X35	Coloración de antocianinas en los estigmas	1 Ausente	62.50	72.50	55.00	60.00
		9 Tenue	37.50	27.50	45.00	40.00

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X36	Intensidad de coloración por antocianinas en jilote principal	1 Ausente o muy débil	45.00	47.50	50.00	38.75
		3 Débil	38.75	31.25	31.25	38.75
		5 Intermedia	8.75	16.25	17.50	20.00
		7 Fuerte	1.25	5.00	1.25	2.50
		9 Muy fuerte	6.25	-	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X37 Coloración en la base de los estigmas del jilote principal	1 Amarillo	30.00	37.50	27.50	30.00
	2 Verde claro	30.00	43.75	26.25	40.00
	3 Rosa	32.50	17.50	33.75	30.00
	4 Roja	7.50	1.25	8.75	-
	5 Guinda o vino	-	-	3.75	-

Característica	Estados de descripción	Jaguey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X38 Desarrollo de filodios abundancia y/o desarrollo	1 Ausente o muy escaso	58.75	55.00	75.00	88.75
	2 Escaso	27.50	26.25	20.00	3.75
	3 Moderado	2.50	12.50	3.75	6.25
	4 Profuso	6.25	6.25	1.25	1.25
	5 Muy profuso	5.00	-	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X39 Coloración de antocianinas en la vaina (en la parte media de la planta)	1 Ausente o muy débil	37.50	60.00	65.00	70.00
	3 Débil	37.50	28.75	32.50	30.00
	5 Intermedia	15.00	10.00	2.50	-
	7 Fuerte	7.50	1.25	-	-
	9 Muy fuerte	2.50	-	-	-

Mitad de antesis, estado lechoso (cariósida madurez acuosa)

Los caracteres de coloración de vaina (X13, X14), la población JAGUAN mostró mayor variabilidad en la expresión de los diferentes valores de los descriptores y para coloración de nudos (X19) Jagüey muestra mayor variabilidad, (Cuadro 4.5). Sin embargo, se reporta que los colores en este estado si son influenciados por el sitio de evaluación entre el Mezquite y San Juan. La diferencia ambiental fue más marcada en la coloración de la aurícula en la hoja de la mazorca principal (X15), en el color verde pálido, en tanto que en el color blanca no se presentó en la localidad de San Juan.

Asimismo, el efecto de los dos ambientes también se pudo verificar en la pubescencia de la vaina (X16) y el cubrimiento de la panoja por hoja bandera (X24), por lo que se considera que en esta etapa de desarrollo, no existió evidencia clara entre las dos poblaciones, pero si el efecto del ambiente de evaluación.

Cuadro 4.5.- Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Carióside madurez acuosa)

	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X13	1 Verde limón	5.00		6.25	
	2 Verde (normal)	27.50	16.25	40.00	15.00
	3 Verde oscuro	13.75	31.25	28.75	56.25
	4 Verde muy oscuro	21.25	42.50	23.75	28.75
	5 Morada	32.50	10.00	1.25	-

	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X14	1 Verde limón	5	-	30	28.75
	2 Verde (normal)	36.25	-	31.25	27.5
	3 Verde oscuro	45	65	2.5	15
	4 Verde muy oscuro	12.5	32.5	3.75	21.25
	5 Morada	1.25	2.5	7.5	7.5
	6 Roja	-	-	-	-
	7 Café	-	-	-	-

	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X15	1 Blanca	65.00	-	61.25	-
	2 Verde pálido	31.25	100	38.75	100.00
	4 Café	1.25	-	-	-

		Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
			Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X16	Pubescencia sobre el margen de la vaina de la mazorca principal	1 Ausente	10.00	17.50	22.50	43.75
		3 Escasa	22.50	48.75	40.00	31.25
		5 Intermedia	17.50	21.25	25.00	20.00
		7 Abundante	25.00	10.00	6.25	5.00
		9 Muy abundante	25.00	2.50	6.25	-

		Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
			Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X19	Coloración de nudos	1 Ausente o muy tenue	43.75	57.50	65.00	86.25
		3 Tenue	25.00	27.50	32.50	11.25
		5 Intermedia	18.75	7.50	2.50	2.50
		7 Fuerte	7.50	6.25	-	-
		9 Muy fuerte	5.00	1.25	-	-

		Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
			Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X24	Cubrimiento de panoja por hoja bandera	1 Ausente o muy leve	50.00	71.25	50.00	73.75
		2 Leve	25.00	26.25	26.25	22.50
		3 Moderado	20.00	2.50	10.00	3.75
		4 Casi total	5.00	-	13.75	-

Mitad de antesis. Estado lechoso (medio lechoso)

En la coloración de antocianinas en raíces adventicias (X20) no se observó que exista diferencia en las dos poblaciones, así como entre los dos ambientes de evaluación (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6.- Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Medio lechoso)

	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X20	1 Ausente o muy tenue	15.00	22.50	28.57	11.25
	3 Tenue	23.33	15.00	28.57	16.25
	5 Intermedia	20.00	22.50	42.86	16.25
	7 Fuerte	33.33	27.50	-	42.50
	9 Muy fuerte	8.33	12.50	-	13.75

Maduración (Cariópside duro)

Con base en los estados descriptores de las características incluidas en esta etapa (Cuadro 4.7), se deduce que la población Jagüey muestra mayor variación en todas las características. En el caso de (X52), la forma de la mazorca en las dos poblaciones corresponde a cónica y cónica-cilíndrica, encontrándose una mayor frecuencia de la cilíndrica en la población JAGUAN, esto se puede atribuir a la contribución del germoplasma mejorado utilizado como estrategia de mejoramiento. En las dos poblaciones, el tipo de grano (X56) es del tipo dentado y semidentado; el color de grano (X57) blanco-cremoso; el color dorsal del grano (X58) es blanco cremoso; el color del endospermo (X59) es blanco y la forma de la corona en la mazorca principal (X60) es hendida principalmente.

Cuadro 4.7. Maduración (Cariópside duro)

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X52	1 Cónica	50.00	65.00	35.00	38.75
	2 Cónica-cilíndrica	50.00	30.00	23.75	50.00
	3 Cilíndrica	-	5.00	41.25	11.25

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X56	Tipo de grano en el tercio central de la mazorca principal	2 Dentado	41.25	52.50	16.25	51.25
		3 Semi-dentado	38.75	33.75	57.50	25.00
		4 Semi- cristalino	20.00	13.75	26.25	23.75

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
*X57	Color del grano en la mazorca principal	2 Blanco cremoso	96.25	97.50	100	100
		4 Amarillo medio	3.75	-	-	-
		5 Amarillo naranja	-	2.50	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X58	Color dorsal del grano, en la mazorca principal	1 Blanco	25.00	17.50	22.50	36.25
		2 Blanco cremoso	68.75	77.50	77.50	62.50
		3 Amarillo claro	6.25	2.50	-	1.25
		6 Naranja	-	2.50	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X59	Color del endospermo en la mazorca principal	1 Blanco	92.50	92.50	100	98.75
		2 Amarillo	7.50	5.00	-	1.25
		3 Anaranjado	-	2.50	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN		
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan	
X60	Forma de la corona en la mazorca principal	1 Hendida	72.50	72.50	78.75	73.75
		2 Convexa	20.00	22.50	21.25	26.25
		3 Puntiguda	7.50	5.00	-	-

Maduración (Cariópside flojo durante el día)

De acuerdo a los valores obtenidos en la disposición de hileras de la mazorca (X55) no se observó diferencia entre las dos poblaciones, tampoco el efecto del ambiente de evaluación (Cuadro 4.8). La coloración de las glumas por antocianinas (X61) y la intensidad del color (X62), en general no se presentó color en X61 para JAGUAN, en tanto que en X62, la intensidad del color fue muy tenue.

Cuadro 4.8.- Maduración (Cariópside flojo durante el día)

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X55	1 Recta	38.75	32.50	51.25	40.00
	2 Ligeramente en espiral	28.75	30.00	20.00	20.00
	3 En espiral	32.50	37.50	27.50	36.25
	4 Irregular	-	-	1.25	3.75

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
*X61	1 Ausente (blanco)	93.75	93.75	100.00	100.00
	2 Presente (rojo)	2.50	5.00	-	-
	3 Otro (indicar)	3.75	1.25	-	-

Característica	Estados de descripción	Jagüey 02		JAGUAN	
		Mez	Sn Juan	Mez	Sn Juan
X62	1 Muy tenue	95.00	93.75	100	100
	3 Tenue	1.25	1.25	-	-
	5 Media	3.75	5.00	-	-

Caracteres cuantitativos

En el cuadro 4.9 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres cuantitativos a través de los dos ambientes evaluados (San Juan de la Vaquería y el Mezquite, Galeana N.L.). Se encontraron diferencias significativas entre localidades en 10 de los 25 caracteres evaluados (40 %): en longitud de la primera hoja (X02), floración masculina (X25), número de ramas laterales primarias (X32), ramas secundarias (X33), floración femenina (X34), longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (X41), longitud incluyendo espiga (cm) (X44), ancho de lámina, en la hoja de la mazorca principal (X47), número de mazorcas por planta (X48) y número de granos por hilera en mazorca principal (X54), lo cual indica que las localidades son diferentes. Lo anterior demuestra que las condiciones ambientales de las dos localidades son diferentes, sin embargo, pertenecen a la misma región geográfica.

Las dos poblaciones fueron estadísticamente diferentes en 21 de 25 caracteres evaluados: longitud de la primera hoja (X02), ancho primera hoja (X03), relación largo y ancho de la primera hoja (X04), número de macollos por planta (ahijamiento) (X18), longitud media de entre nudos superiores (X21), diámetro medio parte media de entrenudo de mazorca principal (mm) (X23), floración masculina (X25), floración femenina (X34), longitud de la panoja (X40), longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (X41), longitud del pedúnculo (X42), longitud de ramas laterales (cm) (X43), longitud incluyendo espiga (cm) (X44), altura de la mazorca (X46), número de mazorcas por planta en % (X48), longitud del pedúnculo de la mazorca principal (X49), longitud de la base al ápice en la mazorca principal (X50), diámetro en la parte central de la mazorca principal (X51), número de hileras de la mazorca principal (X53),

número de granos por hilera en la mazorca principal (X54), indicando que las dos poblaciones fueron diferentes estadísticamente.

Las dos poblaciones fueron estadísticamente iguales en los caracteres número de ramas laterales primarias (X32), ramas secundarias (X33), relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta (X45) y ancho de la lámina, en la hoja de la mazorca principal (X47), lo cual demuestra que las dos poblaciones fueron idénticas.

Se encontró interacción localidad * variedad, en número de ramas laterales primarias (X32), el número de ramas secundarias (X33) ($p < 0.05$); longitud de la panoja (X40), longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (X41) y longitud de la base al ápice en la mazorca principal (X50) ($p < 0.01$). Lo anterior indica que las dos poblaciones son estables, que de acuerdo a las condiciones de siembra entre las 1825 y 1890 msnm.

Cuadro 4.9. Cuadros medias de análisis de varianza para las variables cuantitativas utilizadas en el estudio.

VARIABLES	LOC	REP/ LOC	VAR	LOC*VAR	CV
X02 Longitud primera hoja (cm)	40.50 *	0.61	3.99 *	0.07	16.33
X03 Ancho primera hoja (cm)	0.15	0.05	1.06 **	0.03	17.06
X04 Relación Largo y Ancho primera hoja	10.49	1. 82	21.66 **	0.42	22.33
X18 Número de macollos por planta	30.62	5.04 **	3.40 *	3.00	109.41
X21 Longitud media de entrenudos superiores	0.97	33.99 **	542.62 **	4.04	14.51
X22 Longitud media de entrenudos inferiores	24.18	5.56	313.69 **	10.84	13.31
X25 Floración masculina	4136.20 **	1.71	28.25 **	2.31	1.56
X32 Número de ramas laterales primarias	1679.02 *	44.62	10.87	123.75 *	41.36
X33 Ramas secundarias	4.27 *	0.22	0.253	0.90 *	51.93
X34 Floración femenina	3249.28 **	2.02	18.40 **	0.61	1.683
X40 Longitud de la panoja	374.11	32.28	292.61 **	350.70 **	14.88
X41 Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta	1544.40 *	63.15	437.11 **	232.90 **	17.98
X42 Longitud del pedúnculo	0.02	1.69	585.90 **	3.00	18.09
X23 Diámetro medio parte media del entrenudo de mazorca principal (mm)	4.17	19.28 *	245.75 **	0.010	14.01
X43 Longitud de ramas laterales (cm).	10.33	42.95	410.64 **	9.97	18.06
X44 Longitud (incluyendo espiga) (cm).	884.45 *	34.36	67280.00 **	720.00	9.04
X45 Relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta	0.07	0.01 *	0.006	0.002	13.93
X47 Ancho de lámina, en la hoja de la mazorca principal	28.56 **	0.13	0.78	0.01	10.77
X46 Altura de mazorca	7040.62	1038.20	20785.12 **	784.37	16.32
X48 No. De mazorcas p/planta en %	4.51 *	0.23	3.61 **	0.20	35.39
X49 longitud del pedúnculo de la mazorca principal	63.72	26.80	480.69 **	0.06	25.62
X50 Longitud de la base al ápice en la mazorca principal.	96.36	7.80	43.21 **	39.34 **	10.21
X51 Diámetro en la parte central de la mazorca principal.	130.06	61.16 **	98.73 **	8.66	6.87
X53 No. Hileras mazorca principal.	1.37	6.12	21.52 *	0.25	13.07
X54 No. Granos por hilera en mazorca principal	241.51 *	8.42	308.11 **	4.51	13.21

**** , * = Niveles de significancia al 0.01 y 0.05, respectivamente. LOC = Localidad; REP/LOC = Repeticiones dentro de localidades; VAR = Variedades; LOC* VAR = Interacción variedades por localidad.**

En el cuadro 4.10 se muestran los resultados de la comparación de medias para las poblaciones, en cuanto a longitud de la primera hoja (cm) (X02), número de ramas laterales primarias (X32), ramas secundarias (X33), floración femenina (X34), relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta (X45) y ancho de lámina, en la hoja de la mazorca principal (X47), tanto para la población Jagüey 02 como para la población JAGUAN, no mostraron diferencias entre sí.

Para los caracteres ancho primera hoja (X03), relación largo y ancho de la primera hoja (X04), número de macollos por planta (ahijamiento) (X18), longitud media de entrenudos superiores (X21), longitud media de entrenudos inferiores (X22), floración masculina (X25), longitud de la panoja (X40), longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (X41), longitud del pedúnculo (X42), diámetro medio parte media de entrenudo de mazorca principal (mm) (X23), longitud de ramas laterales (cm) (X43), longitud incluyendo espiga (cm) (X44), altura de la mazorca (X46), número de mazorcas por planta (X48), longitud del pedúnculo de la mazorca principal (X49), longitud de la base al ápice en la mazorca principal (X50), diámetro en la parte central de la mazorca principal (X51), número de hileras de la mazorca principal (X53), número de granos por hilera en la mazorca principal (X54), hubo diferencias estadísticas que diferencian las dos poblaciones entre sí.

Cuadro 4.10. Medias de las dos poblaciones evaluadas a través de ambientes.

Características	JAGUEY 02	JAGUAN	DMS
X02 Longitud de la primera hoja	4.85 a	4.67 a	0.176
X03 Ancho primera hoja	1.24 b	1.36 a	0.050
X04 Relación largo/ancho	4.01 a	3.50 b	0.190
X18 Número de macollos	0.91 a	0.70 b	0.194
X21 Longitud entrenudos superiores	19.84 a	17.24 b	0.592
X22 longitud entrenudos inferiores	20.46 a	18.48 b	0.570
X25 Floración masculina	85.91 b	86.33 a	0.299
X32 Ramas laterales	12.38 a	12.75 a	1.143
X33 Ramas secundarias	0.743 a	0.80 a	0.088
X34 Floración femenina	86.21 a	86.53 a	0.324
X40 Longitud de panoja	39.79 a	37.88 b	1.272
X41 Longitud del eje principal	29.74 a	27.40 b	1.130
X42 Longitud del pedúnculo	25.64 a	22.93 b	0.966
X23 Diámetro medio de entrenudo	17.35 a	15.60 b	0.508
X43 Longitud de ramas laterales	22.31 a	20.05 b	0.842
X44 Altura de planta	276.40 a	247.40 b	5.210
X45 Altura planta/altura mazorca	0.48 a	0.47 a	0.014
X47 Ancho de lamina	9.81 a	9.91 a	0.233
X46 Altura de mazorca	134.63 a	118.51 b	4.544
X48 Número de mazorcas por planta	1.04 b	1.25 a	0.089
X49 Longitud pedúnculo mazorca	14.10 a	11.64 b	0.725
X50 Longitud de mazorca	17.66 a	16.92 b	0.388
X51 Diámetro de mazorca	46.81 b	47.92 a	0.716
X53 Número de hileras	14.77 a	14.25 b	0.417
X54 Granos por hilera	35.06 a	33.10 b	0.991

DMS= Diferencia mínima significativa ($\alpha = 0.05$); valores con la misma letra en la horizontal no son estadísticamente diferentes.

El rendimiento de grano (Rend), los días a floración masculina (Fm) y el número de mazorcas por planta (PRO) fueron analizados de acuerdo al promedio de la parcela experimental (Cuadro 4.11). Se encontró diferencia significativa entre localidades, en floración masculina (Fm) ($p \leq 0.01$), lo cual indica que las condiciones ambientales en las dos localidades son diferentes.

En los tres caracteres evaluados floración masculina (Fm), el número de mazorcas por planta (PRO) y rendimiento de grano (Rend), se presentó interacción variedad por localidad.

Cuadro 4.11. Cuadrados medios de los análisis de varianza de las variables agronómicas evaluadas.

F.V	g.l	FM (días)		PRO		Rend (t ha ⁻¹)	
Loc	1	1391.28	**	0.02		1.49	
Repeticiones/Loc	6	0.44		0.008		2.09	
Variedades (VAR)	1	13.78	*	0.35	**	13.63	**
VAR*Loc	1	3.78		0.002		0.59	
Error	22	2.41		0.03		1.41	
C.V. %		1.87		19.08		16.63	

**** , * = Niveles de significancia al 0.01 y 0.05, respectivamente. LOC = Localidad; REP/LOC = Repeticiones dentro de localidad; VAR = Variedades; LOC* VAR = Interacción variedades por localidad. C.V. = Coeficiente de variación; F.V. = Fuentes de variación; G.L. = Grados de libertad; FM = Floración masculina; PRO = Procrificidad, número de mazorcas por planta expresado en índice; Rend. = Rendimiento de grano.**

En el Cuadro 4.12 se muestran los resultados de la comparación de medias para las poblaciones, en cuanto a floración masculina, número de mazorcas por planta y rendimiento de grano, lo cual muestra que las dos poblaciones son diferentes entre sí. La población JAGUAN fue numéricamente superior y estadísticamente diferente a la población original; el rendimiento se presentó en un rango de 20 - 25 % más que la población original; el índice de mazorcas por planta fue superior en un 25 - 30 %, sin embargo se notó una ligera diferencia en los días a floración masculina haciéndola más tardía.

Cuadro 4.12. Comparación de medias de las dos poblaciones para las variables agronómicas evaluadas.

VARIABLES	JAGUEY	JAGUAN	DMS
Floración masculina	82.25 b	83.56 a	1.14
Mazorcas por planta	0.90 b	1.13 a	0.15
Rendimiento	6.39 b	7.84 a	0.92

DMS= Diferencia mínima significativa ($\alpha = 0.05$); valores con la misma letra en la horizontal no son estadísticamente diferentes.

CONCLUSIONES

Con base en los objetivos y la hipótesis planteados en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Las dos poblaciones son diferentes en ocho de los 37 caracteres cualitativos (20 - 25 %) y en 20 de los 25 caracteres cuantitativos, es decir, en un 35 - 40 % de estos caracteres.

La evaluación de los ambientes mostró diferencia en 9 de los 37 caracteres cualitativos (valores de 20 - 30 %) y en 10 de los 25 cuantitativos (35 - 45 %).

La población JAGUAN fue superior a la población original presentando valores de 20 - 25 % en el rendimiento de grano, mayor número de mazorcas por planta (20 - 25 %), en días a floración masculina los valores fueron similares en cada población.

La estrategia de cruzar el material criollo con una población mejorada, es una buena opción para el mejoramiento de los materiales adaptados, siempre y cuando se aplique una selección subsecuente considerando los atributos de la población criolla adaptada y manteniendo las características de interés para los agricultores.

LITERATURA CITADA

- Bänzinger, M. and M. Cooper. 2001. Breeding for lowinput conditions and consequences for participatory plant breeding examples from tropical maize and wheat. *Euphytica*. Vol. 122 (3): 503-519.
- Bellon, M. R. 2002. Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. CIMMYT (pub). México. 96 p.
- García B., L. E. y M. Goodman, 2004. Evaluación de los efectos biológicos en la agricultura en México. Pp. 1-3. Comisión Para la Cooperación Ambiental de América del Norte. En línea http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=espanol&ID=1425.
- Guillén P., L.A., C. Sánchez Q., S. Mercado D. y H. Navarro G. 2000. Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia*. 36:377-387.
- Hernández C., J.M. 1999. La diversidad del maíz mexicano y su conservación. In: 2do. Taller Nacional de Especialidades del Maíz. Dr. Mario E. Castro Gil. Del 9 al 10 de septiembre de 1999. UAAAN (ed). Saltillo, Coahuila, México. Pp. 1-15.
- Holland, J.B., M.M. Goodman y F. Castillo G. (1996). Identification of agronomically superior Latin American maize accessions via multistage evaluations. *Crop Sci*. 36:778-784.
- Instituto Nacional Para la Educación de los Adultos (INEA). 1982. Los libros del maíz. Origen y leyendas. Fausto Palm y Jorge Westendarp. Ed. Arbol, S.A. de C.V. México. 105 p.

- Márquez S., F. 1990. Backcross theory of maize. I. Homozigosis and Heterosis. *Maydica* 35:17-22.
- Márquez S., F. 1997. Conservación y uso de la diversidad del maíz. *In: Memoria del Taller Sobre Maíz Transgénico. Del 13 al 16 de Octubre. Serratos, J.A. y López, H.A. (eds). México, D.F. pp. 32-41.*
- Márquez S., F. J.A. Carrera V., E. Barrera G., L. Sahagún C. y M. Sierra M. 1999. Influencia del ambiente de selección en el mejoramiento de razas de maíz por retrocruza limitada. *Rev. Fitotec. Mex. Vol. 22(1): 1-15.*
- Márquez, S. F. 2004. Mejoramiento de tres razas de maíz para la Península de Yucatán bajo retrocruza limitada. *In: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales, JL Chávez-Servia, J Tuxill, D I Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp: 166-174.*
- Pérez, C. A., J. D. Molina G. y A. Martínez G. 2002. Selección masal para adaptación en razas de maíz en los Valles Altos de México: Cambios en el rendimiento y caracteres agronómicos. *Investigación Agric. No. 7. Fundación para la Investigación Agrícola, DANAC, Yaracuy, Venezuela.*
- Ramírez M., C.A., F. Márquez S., S.A. Rodríguez H. y J. Ron P. 2003. Comportamiento de retrocruzas divergentes y cruzas entre retrocruzas de maíces criollos y mejorados. *Fitotec. Méx. Vol. 26(4): 215-221.*
- Rincón-Sánchez, F., N.A. Ruiz-Torres, H. De León-Castillo, and J.L. Herrera- Ayala. 2004. Advances on the use of maize germplasm under the participatory plant breeding approach. *In: Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales, JL Chávez-Servia, J Tuxill, D I Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp: 166-174.*

- Rincón S, F. y N.A. Ruiz T. 2004. Comparación de estrategias de selección y manejo aplicadas a una población criolla de maíz. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 27(1): 33-37.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Informe de Labores, SAGARPA 2006.
- SAGARPA-SIAP, 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. 130 p.
- SAGARPA-SNICS. Guía técnica para la descripción varietal para maíz (*Zea mays* L.). México. Pp. 2-28.
- SAS Institute Inc. (2004) SAS/STAT[®] 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.
- SAS Institute Inc. (2006) Base SAS[®] 9.1.3 Procedures Guide. Second Edition, Vol. 4. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 398 p.
- SIAP, Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, 2003.
- Smith, M. E., F. Castillo G. and F. Gómez. 2001. Participatory plant breeding with maize in México and Honduras. Euphytica. Vol. 122 (3): 551-563.
- Tallury, S.P. and M.M. Goodman 1999. Experimental evaluation of the potencial of tropical germplasm for temperature maize improvement. Theor. Appl. Genet. 98:54-61.