

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Análisis de los Caracteres Cuantitativos y Cualitativos en la
Descripción de Poblaciones de Maíz**

Por:

DELMAR HERNÁNDEZ OZUNA

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Tesis

**Análisis de los Caracteres Cuantitativos y Cualitativos en la Descripción
de Poblaciones de Maíz**

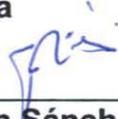
Por

DELMAR HERNÁNDEZ OZUNA

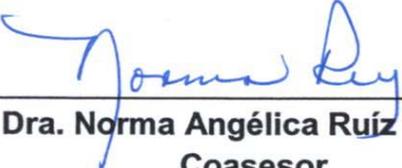
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

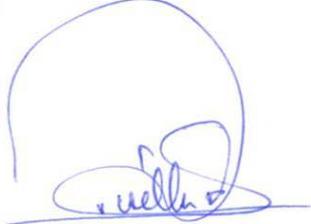
Aprobada



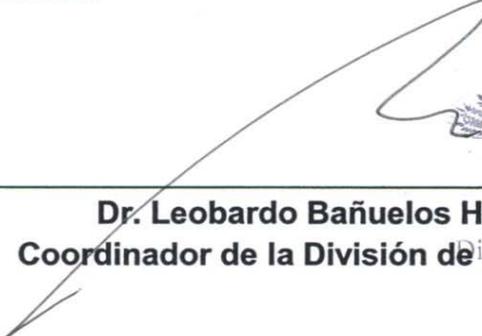
Dr. Froylán Rincón Sánchez
Asesor Principal



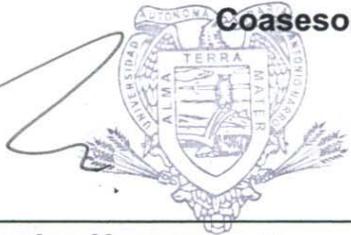
Dra. Norma Angélica Ruiz Torres
Coasesor



M.C. Ricardo Cuéllar Flores
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la oportunidad de vivir, superación y por poner en mi camino las personas más valiosas, que me han brindado su apoyo y amistad.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura a través del Departamento de Fitomejoramiento y a los maestros.

Al **Dr. Froylán Rincón Sánchez**, por permitirme participar en su trabajo de investigación, por el apoyo brindado y por su gran contribución para mi formación profesional.

A la **Dra. Norma A. Ruíz Torres**, por su tiempo y asesoría en la revisión del presente trabajo.

Al **M. C. Ricardo Cuellar Flores**, por su tiempo y asesoría en la revisión del presente trabajo.

A la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) por el financiamiento del proyecto de investigación a través del **Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI)**.

Al **Ing. Huberto Sandoval y Martha Elena de los Santos**, por su colaboración en la toma de datos en campo y laboratorio, y su amistad brindada.

A la **Lic. Sandra López Betancourt** por su disposición y ayuda en la revisión del formato del presente trabajo.

Al **Dr. Alfonso López Benítez**, por su disposición y consejos como tutor y amigo durante mi formación académica.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**, por todos sus consejos y el apoyo brindado durante mi etapa de formación.

Al **Ing. Rafael Jiménez Salazar** y al **Ing. Juan Gpe. Alcalá Gutiérrez**, por darme la oportunidad de seguir formándome en el área profesional, gracias por todo el apoyo brindado en mi estancia durante las Prácticas Profesionales en la empresa **Dow AgroSciences de México**.

Al **Ejido El Mezquite** y a **Don Lupe**, por brindarme su amistad y transmitir sus conocimientos prácticos en el ámbito laboral.

A mis **compañeros de generación, profesores del Departamento de Fitomejoramiento** por a ver brindado sus conocimientos y experiencias, a si como **amigos de diferentes especialidades** por su valiosa amistad.

DEDICATORIA

A mis padres **Juan de Dios Hernández (†)** y **Estela Ozuna**, por darme su cariño y amor y con mucho sacrificio y lucha me apoyaron a culminar unas de las herencias más valiosas de la vida.

A mis hermanos **Alicia, María del Rosario, Reyna, Martha de Jesús y Luis Fernando**, por brindarme su confianza y su apoyo incondicional durante mi estancia. A sí como **cuñados, tíos, primos y sobrinos**.

Gracias familia por todo el amor brindado y por ser mi fortaleza, por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

A **Roció del Carmen Alfaro Morales**, le dedico este trabajo con mucho cariño y al mismo tiempo agradecerle por brindarme todo tu apoyo y sobre todo amor.

Al **M.C. Luis Alberto Nájera Calvo** por haber brindado su confianza y guiarme en un buen camino.

A la **Dra. Raquel Guadalupe** por brindarme su amistad durante este tiempo de estar fuera de mi hogar.

A todos mis amigas y amigos, en especial: Mayra Elizabeth, Emilia, Lizbeth, Lourdes, Víctor Adolfo, Víctor Manuel, Adolfo Madain, Gabriel, José Luis, Juan Homero, Juan Martín, Víctor, José Antonio, Arnulfo, Augusto e Isaías Amílcar. A todos gracias por brindarme su amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Descripción varietal.....	5
Protección de obtención vegetal.....	6
Examen de distinción.....	7
Examen de homogeneidad.....	8
Examen de estabilidad.....	8
Certificación de semillas.....	9
Derecho de obtentor.....	10
Registro de variedades.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Material genético.....	11
3.2. Evaluación Agronómica de las poblaciones en estudio.....	12
Localidades de evaluación.....	12
Diseño experimental.....	12
Caracteres evaluados.....	12
Análisis de la información.....	14
3.3. Descripción Varietal de Poblaciones.....	15

Localidades de evaluación.....	15
Manejo del cultivo.....	15
Diseño experimental.....	17
Caracteres evaluados.....	17
Análisis de información para caracteres cuantitativos y cualitativos.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. Evaluación agronómica de tres poblaciones de maíz.....	19
4. 2. Descripción de las poblaciones en estudio.....	21
4.2.1. Caracteres cuantitativos.....	22
4.2.2. Caracteres cualitativos.....	26
4.2.2.1. Crecimiento (2 hojas desdobladas).....	26
4.2.2.2. Crecimiento (4 hojas desdobladas).....	27
4.2.2.3. Antesis (Inicio de antesis).....	28
4.2.2.4. Antesis (Mitad de antesis).....	29
4.2.2.5. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Cariópside Madurez acuosa.....	32
4.2.2.6. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Medio lechoso).....	34
4.2.2.7. Maduración (Cariópside duro).....	34
4.2.2.8. Maduración (Cariópside flojo durante el día).....	36
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. LITERATURA CITADA.....	39
APÉNDICE.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Localización geográfica y condiciones agroecológicas de las localidades utilizadas en el estudio.....	15
4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza de las características agronómicas a través de ambientes evaluados durante el 2010	20
4.2	Comparación de medias de las poblaciones para variables agronómicas a través de ambientes evaluados durante el 2010	20
4.3	Cuadrados medios del análisis de varianza de los caracteres cuantitativos utilizados en la descripción de las poblaciones de maíz.....	23
4.4	Medias de las características cuantitativos x localidad de las poblaciones evaluadas.....	25
4.5	Características en el estado de crecimiento dos hojas desdobladas expresado en porcentaje.....	27
4.6	Características en el estado de crecimiento cuarta hoja desdoblada expresado en porcentaje.....	27
4.7	Características en el estado de crecimiento inicio de antesis expresado en porcentaje.....	28
4.8	Características en el estado de crecimiento mitad de antesis expresado en porcentaje.....	30
4.9	Características en el estado de crecimiento mitad de antesis ha estado lechoso expresado en porcentaje.....	33
4.10	Características en el estado de crecimiento mitad de antesis a medio lechoso expresado en porcentaje.....	34

4.11	Características en el estado de desarrollo maduración (cariópside duro) expresado en porcentaje.....	35
4.12	Características en el estado de desarrollo maduración (cariópside flojo durante el día) expresado en porcentaje	37

ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE

Cuadro		Página
A 1	Caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas en los dos ambientes de evaluación, expresados en porcentaje.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$) de las poblaciones evaluadas por localidad de evaluación.....	21

RESUMEN

El cultivo del maíz es uno de los cultivos más importantes del mundo, se utiliza de diferente manera como, alimentación humana, animal y productos industriales. En México, en el 2011 la superficie sembrada fue de 7.75 millones de hectáreas, de las cuales el 77.87 % se cultivan en superficie de temporal. En México, se estima una siembra de un 25 % de semillas mejoradas, el resto, con semillas criollas ó variedades mejoradas criollas, es por ello que varios sectores involucrados al mejoramiento genético de este cultivo han creado líneas, híbridos y variedades de polinización libre. Las variedades deben satisfacer las necesidades del agricultor ya sea para grano y/o forraje. Sin embargo, para que las variedades muestren su expresión potencial de rendimiento, requiere de aplicación de la tecnología. Los objetivos del presente trabajo fueron: analizar los caracteres cuantitativos y cualitativos en la descripción de una variedad de polinización libre de maíz amarillo, caracterizar tres poblaciones de maíz amarillo en dos localidades contrastantes del Sureste de Coahuila y analizar los caracteres cuantitativos y cualitativos en la descripción de poblaciones de maíz. Se realizó la evaluación agronómica de tres poblaciones de maíz amarillo en tres localidades: El Mezquite, Galeana, N.L., General Cepeda y Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah., durante 2010. Los caracteres evaluados fueron: rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$), floración masculina (días), altura de planta (cm), mala cobertura (%), acame de raíz y tallo (%), mazorcas podridas (%) y prolificidad. En el 2011, se establecieron experimentos para la descripción varietal de las tres poblaciones en estudio en las localidades: El Mezquite,

Galeana, N.L. y General Cepeda, Coah., en las cuales se evaluaron 25 caracteres cuantitativos y 36 cualitativos. Los resultados del análisis de evaluación agronómica mostró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre localidades en los caracteres de rendimiento de grano, floración masculina, acame de tallo y porcentaje de mazorcas podridas, lo cual indica las diferencias entre los ambientes contrastantes. También, las poblaciones mostraron diferencias ($P \leq 0.01$) para la mayoría de los caracteres, excepto en mala cobertura ($P < 0.05$), indicando que hay diferencia entre las poblaciones en estudio. No se encontraron diferencias en los efectos de interacción poblaciones x localidades lo que sugiere un comportamiento paralelo en las condiciones del ambiente de evaluación. En la comparación de medias de las poblaciones evaluadas a través de ambientes, se muestra una superioridad en el rendimiento de grano en las poblaciones Pool34 y POBAM con rendimiento promedio de 6.155 y 5.270 t ha⁻¹ respectivamente. En el análisis de los caracteres cuantitativos, en las dos localidades de evaluación fueron diferentes en siete de los 25 caracteres evaluados. Así mismo, las poblaciones fueron diferentes en la mayoría de los caracteres cuantitativos. Sin embargo, se encontró efectos significativos de interacción poblaciones x localidades en 15 de los 25 caracteres cuantitativos (60 %), lo cual indica una respuesta diferenciada de poblaciones en las localidades de evaluación. En el caso de los estados de los descriptores de los caracteres cualitativos, también se percibió efectos de interacción poblacional x localidades en 28 caracteres en las localidades de evaluación. Los resultados indican que las poblaciones en estudio fueron diferentes en la mayoría de los caracteres cuantitativos y

cualitativos evaluados, en las dos localidades de evaluación. La población amarilla (POBAM) mostró ser diferente a las poblaciones usadas como referencia (Pool33 y Pool34), en los ambientes de evaluación. Por lo tanto, la población amarilla (POBAM) se considera nueva, distinta, estable y homogénea. Se obtuvo la caracterización de la población amarilla experimental en el primer año de evaluación con fin de registro. La evaluación agronómica de las poblaciones mostró una respuesta paralela en relación al patrón de las condiciones ambientales, lo cual sugiere una adaptación a las condiciones del Sureste de Coahuila. En el análisis de los caracteres cualitativos y cuantitativos se encontró efectos significativos de interacción poblaciones x localidades lo que sugiere precisar el sitio de adaptación con fin de registro de la variedad.

Palabras clave: *Zea mays* L., caracteres cuantitativos y cualitativos para la descripción de poblaciones de maíz.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz es uno de los cultivos más importantes del mundo, seguido por el arroz y trigo. El maíz tiene una gran importancia económica a nivel mundial, ya que se utiliza de diferentes maneras como, alimentación humana, animal y para productos industriales (FAO, 2012).

En México, en 2011 la superficie sembrada con maíz fue de 7.75 millones de hectáreas, con una producción total de 17.6 millones de toneladas, que incluye maíz blanco, amarillo y otros. Este grano se produce en dos ciclos productivos: Primavera - Verano y Otoño - Invierno, bajo condiciones agroclimáticas de humedad: temporal con una superficie de siembra de 6.035 millones de hectáreas (77.87 %) y de riego 1.715 millones de hectáreas (22.13 %) (SAGARPA-SIAP, 2011). En el Estado de Coahuila, en 2011 se sembraron 19,055 ha de maíz, de las cuales 14,764 (77.48 %) fueron de temporal (SAGARPA-SIAP, 2011). Es importante resaltar que la información que se presenta, es principalmente en el cultivo de maíz para grano.

En México, se tienen registradas 978 tipos de variedades de maíz en el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV, 2011), incluyendo líneas, híbridos y variedades de polinización libre. Las siembras de maíz en México se realizan con semilla mejorada (25 %) y semillas criollas ó variedades mejoradas acriolladas (75 %) (Espinosa *et al.*, 2012).

La demanda del maíz en México cada día es mayor, es por ello que varios sectores involucrados en el mejoramiento genético del maíz, como universidades, empresas privadas, instituciones públicas dedicadas a la investigación han logrado generar una gran serie de líneas, híbridos y variedades, con lo cual se busca incrementar el rendimiento y calidad de grano.

Las variedades mejoradas deben satisfacer las necesidades del agricultor, ya sea para la producción de grano y/o forraje. Sin embargo, para que las variedades muestren su expresión potencial de rendimiento, requiere de la aplicación de los resultados de la investigación y de otros componentes tecnológicos tales como densidad de población, fertilización, fechas de siembra, labores de cultivo, aplicación de herbicidas, así como otras recomendaciones para el correcto manejo del cultivo (Tadeo y Espinosa, 2004).

De acuerdo a la Guía Técnica para la descripción varietal para maíz (SNICS – SAGARPA, 2005), una variedad es un conjunto de individuos con características similares de fenotipos realmente uniformes. Una variedad permitirá el establecimiento de caracteres morfológicos que tienen como propósito la identificación y distinción de una población de plantas. El estudio de variedades de maíz, permite el establecimiento de los derechos de los fitomejoradores, para un mejor control de comercio de semillas.

La Ley Federal de Variedades Vegetales (DOF, 2012) tiene por objeto fijar las bases y procedimientos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales.

En el presente trabajo de investigación se plantea hacer un análisis de los caracteres cuantitativos y cualitativos en la descripción varietal de poblaciones de maíz de amplia base genética.

Objetivo general

- ❖ Analizar los caracteres cuantitativos y cualitativos en la descripción de una variedad de polinización libre de maíz amarillo.

Objetivos específicos

- ❖ Caracterizar tres poblaciones de maíz amarillo en dos localidades contrastantes del Sureste de Coahuila.
- ❖ Analizar los caracteres cuantitativos y cualitativos en la descripción de poblaciones de maíz.

Hipótesis

- ❖ La obtención de descriptores varietales en la población amarilla de maíz permitirá cumplir parámetros para su registro e identificación.
- ❖ Es posible definir caracteres cualitativos y cuantitativos mínimos para la descripción de poblaciones de maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción varietal

La caracterización varietal de cualquier especie vegetal es de suma importancia, y ésta adquiere mayor relevancia en la calidad de la semilla ya que cuenta con un amplio conocimiento sobre:

- 1) El comportamiento de un determinado cultivar (*variedad cultivada*) a través de la uniformidad y la estabilidad de sus características morfológicas.
- 2) Respuesta agronómica de la planta.
- 3) Conservación de la respuesta genética.
- 4) La apariencia física y bioquímica del grano, permitirán a los usuarios identificar una variedad de otros genotipos aunque estos posean características fenológicas más o menos similares (Tavitas y Hernández, 2007).

González *et al.* (2010) mencionan que el comportamiento de una variedad está en función del genotipo, del ambiente y de la interacción genotipo ambiente. Es por ello recomendable una identificación varietal mediante la descripción de caracteres morfológicos de la planta, tanto cualitativos como cuantitativos (Vera *et al.*, 2000).

Según CIAT (1983) la descripción varietal es utilizada en la industria de semillas, cuyos objetivos son: controlar la pureza genética y física de cada variedad. También señala que esta descripción permite observar diferencia, uniformidad y estabilidad. Por lo tanto, la descripción varietal es esencial, ya que permite establecer las diferencias entre variedades; se debe conocer el fenotipo para tratar de diferenciar las variaciones debido a los efectos genéticos y ambientales.

La descripción varietal se efectúa sobre el fenotipo de las plantas, y consiste en la aplicación de un conjunto de descriptores y observaciones que permiten definir y calificar características cuantitativas y cualitativas.

Protección de obtenciones vegetales

El sistema de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), comenzó a reconocer en todo el mundo los

derechos de propiedad intelectual de los obtentores sobre sus variedades (UPOV, 1996).

La finalidad de la protección de las obtenciones vegetales es adquirir un derecho a los obtentores de nuevas variedades, el cual se concede por cierto periodo y depende del material de que se trate.

Para que una variedad pueda ser protegida, ésta debe ser distinta, estable y homogénea y debe presentar una novedad; esto quiere decir que sea nueva para cuando se presente la solicitud de derecho de obtentor, que el material de que se trate no haya sido transferido a terceros para la explotación comercial de tal variedad (UPOV, 2009).

Examen de distinción

En el Artículo 7 del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, menciona que se considerará distinta la variedad si se distingue claramente de cualquier otra variedad cuya existencia en la fecha de presentación de la solicitud, sea notoriamente conocida (UPOV, 2010).

Para el examen de distinción es necesario establecer ensayos en condiciones contrastantes donde su expresión de los caracteres de la variedad sean pertinentes. Para obtener resultados confiables para la distinción, las pruebas tienen que ser consistentes, porque la interacción del medio ambiente modifica el fenotipo de la planta, para examinar el carácter, al menos dos ciclos de evaluación son necesarios. Determinar si una diferencia entre dos variedades es clara depende de muchos factores y, para ello se tendría que considerar, en particular, el tipo de expresión del carácter que se esté examinando, es decir, si éste se expresa de manera cualitativa y cuantitativa (UPOV, 2009).

Examen de homogeneidad

En el artículo 8 y 9 del Acta de 1991 se establece lo siguiente: Se considera homogénea la variedad si es suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes y si la variedad mantiene sus caracteres pertinentes inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas y sigue siendo homogénea (UPOV, 2010).

Examen de estabilidad

En el artículo 9 del Acta de 1991, se establece que una variedad se considera estable, si sus caracteres pertinentes se mantienen inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas. Sin embargo, cuando

una variedad haya demostrado ser homogénea, también podría considerarse estable y los caracteres utilizados para la evaluación de distinción se considera si son: consistentes y claros (UPOV, 2009).

Certificación de semillas

Cuando el agricultor siembra semillas sin conocer su origen y calidad, está expuesto a pérdidas económicas, cómo en la cosecha. Mediante la utilización de semillas certificadas el agricultor puede tener confianza en la seguridad de lograr una buena germinación y establecimiento de un buen cultivo.

Las variedades de semillas mejoradas son aprobadas por el Comité Calificador de Variedades de Plantas y certificadas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, el cual se encargan de verificar e inspeccionar las semillas para siembra, desde su origen, durante su proceso de producción en campo, acondicionamiento, almacenamiento y comercialización. Sólo las semillas que cubren los requisitos de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria son certificadas (SNICS, 2012).

Derecho de obtentor

El derecho de obtentor es un reconocimiento que el Estado hace, a través del otorgamiento de un Título de Obtentor, a favor de una persona física o moral, que mediante un proceso de mejoramiento haya obtenido y desarrollado una variedad vegetal de cualquier género y especie, la cual deberá ser nueva, distinta, estable y homogénea.

El periodo de tiempo en que se concede el derecho de obtentor es por un tiempo determinado, en la cual depende del material, para especies anuales quince años y perenes dieciocho años (SNICS - SAGARPA, 2010).

Registro de variedades

El registro de variedades consiste en administrar y coordinar un sistema que fomente la generación y transferencia de tecnología en variedades vegetales, a fin de incrementar la producción agropecuaria a través de la integración de un marco técnico y normativo cuya operación eficaz y oportuna permita a los productores nacionales e internacionales la explotación de mejores variedades, bajo un marco de certidumbre jurídica y retribución equitativa (SNICS, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material genético

El material genético utilizado para la descripción varietal consta de tres poblaciones de maíz amarillo. La primera, una población generada a partir de familias segregantes de la cruce entre el Pool33 x Pool34 del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), con adaptación a las condiciones del Sureste de Coahuila (Avendaño, 2009). A partir de la constitución de la población se han realizado dos ciclos de selección a través de familias de hermanos completos. Las otras dos poblaciones son Pool33 y Pool34 del CIMMYT, en este caso, usadas como material de referencia. Los materiales Pool33 y Pool34 son poblaciones de amplia base genética constituidas con germoplasmas de Europa, China, México, América Central y América del Sur de Estados Unidos (EE.UU), entre otros. Estas dos poblaciones de maíz son adaptadas en zonas subtropicales templadas intermedio, de color amarillo cristalino y dentado, respectivamente y fueron mejoradas para obtener mayor rendimiento de grano, menor incidencia de mazorcas podridas y enfermedades foliares (CIMMYT, 1998).

3.2. Evaluación agronómica de las poblaciones

Localidades de evaluación

En el 2010 se realizó la evaluación agronómica de las poblaciones incluidas en la descripción varietal. La evaluación se realizó en tres localidades: El Mezquite, Galeana, N.L. y General Cepeda, Coah. bajo condiciones de riego, y en la localidad El Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah. bajo condiciones de temporal (Cuadro 1).

Diseño experimental

Las poblaciones fueron establecidas en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones por localidad. La parcela experimental consistió de dos surcos de 4 m de largo con 42 plantas por unidad experimental.

Caracteres evaluados

Las variables incluidas en la evaluación agronómica se mencionan a continuación.

- **Altura de planta (APTA):** Se midió desde la superficie del suelo, hasta la rama lateral más baja de la espiga.
- **Floración masculina (FM):** Se consideró el número de días desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de la unidad experimental hubieran liberado polen.

- **Prolificidad (PRO):** Fue determinada con la relación entre el número de mazorcas y el número de plantas por unidad experimental.
- **Acame de raíz (AR).** Por ciento de las plantas que tuvieron inclinación igual o mayor a los 30 grados con respecto a la vertical.
- **Acame de tallo (AT).** Por ciento de plantas en la parcelan que presentan el tallo quebrado debajo de la mazorca, con relación al número total de plantas por parcela.
- **Cobertura de mazorca:** Se realizó el conteo del número de plantas con mala cobertura de mazorca previo a la cosecha. El porcentaje de mala cobertura de mazorca (MCOB) fue calculado dividiendo el número de plantas con mala cobertura entre el número de plantas establecidas por unidad experimental, expresada en porcentaje.
- **Mazorcas podridas:** Se realizó el conteo del número de mazorcas podridas al momento de la cosecha. Se calculó dividiendo el número de mazorcas podridas entre el número de mazorcas totales por unidad experimental, expresada en porcentaje.
- **Rendimiento de grano:** Se obtuvo multiplicando el valor del peso seco por un factor de conversión, expresado en $t\ ha^{-1}$ al 15 % de humedad. Este

valor fue multiplicado por 0.85 para obtener el rendimiento estimado de grano considerando un 85 % de desgrane.

El peso seco (PS) fue estimado multiplicando el peso de campo por el porcentaje de grano seco.

$$PS = PC * (1 - \frac{H}{100})$$

El factor de conversión (FC) fue calculado de la siguiente forma:

$$FC = \frac{100}{85} * \frac{10000}{APU} / 1000$$

Donde:

APU (Área de parcela útil), calculado como la distancia entre surcos por la distancia entre plantas por el número de plantas por parcela; 100/85, coeficiente para obtener el rendimiento al 15 % de humedad; 1000, constante usada para calcular el rendimiento en t ha⁻¹; 10000, superficie de una hectárea en m².

Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM del SAS (SAS Institute, 2004). La comparación de medias de las localidades y poblaciones se realizó con la prueba de comparación múltiple de Tukey $\alpha = 0.05$.

3.3. Descripción Varietal de Poblaciones

Localidades de evaluación

La siembra del material para la descripción varietal fue realizada durante el ciclo primavera – verano 2011, en las localidades: El Mezquite, municipio de Galeana, Nuevo León y General Cepeda, Coahuila, bajo condiciones de riego. La descripción general de las condiciones ambientales de cada localidad se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Localización geográfica y condiciones agroecológicas de las localidades utilizadas en el estudio.

	Galeana Nuevo Leon	General Cepeda Coahuila	Jagüey de Ferniza Coahuila	Referencias
Coordenadas geográficas				
Latitud norte	25° 05 '	25° 23 '	25° 14 '	Georeferenciación
Longitud oeste	100° 42 '	101° 27 '	100° 59 '	
Altitud (msnm)	1890	1420	2098	
Descripción climática en 2011				
Estación	Agrodelta el Cuije (Galena, N.L.)	Rancho La Gloria (Gral. Cepeda, Coah.)		Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas
Temperatura media anual (°C)	14.95	19.5	14 - 18	COFRUPO - INIFAP
Precipitación acumulada anual (mm)	17.8	108.2	300 a 400	http://clima.inifap.gob.mx/redclima/

Manejo del cultivo

Siembra

En la localidad el Mezquite, la siembra se realizó el día 16 de abril de 2011 y en General Cepeda el día 08 de julio de 2011.

Fertilización

Se utilizó una dosis de fertilización de 120-60-60 en las dos localidades de estudio. Se aplicó la mitad de nitrógeno con todo el fósforo y potasio a la siembra con fertilizante fórmula 17 – 17 – 17; la otra mitad del nitrógeno se aplicó al primer cultivo con urea (46-00-00).

Riegos

En la localidad El Mezquite, la siembra fue realizada en húmedo, en tanto que en General Cepeda en seco. Posteriormente, el número de riegos estuvo en función de las condiciones meteorológicas de cada localidad.

Labores culturales

Las labores culturales tales como raleo, aporque, aplicación de herbicidas y control de plagas fueron realizadas según las necesidades del cultivo.

Diseño experimental

El experimento fue establecido a una distancia entre surcos de 0.90 m, y distancia entre plantas de 0.20 m para el Mezquite y a 0.80 m entre surcos y 0.20 m entre plantas para General Cepeda. La siembra fue establecida en un diseño de Bloques al Azar con dos repeticiones por localidad. La parcela experimental consistió de 20 surcos con 21 plantas cada uno, dando un total de 400 plantas útiles para la toma de datos. Lo anterior permitió una densidad aproximada de población de 54,347 y 58,823 plantas ha⁻¹ para las localidades, el Mezquite y General Cepeda, respectivamente.

Caracteres evaluados

Para la descripción del material experimental se usaron 40 plantas de cada material genético x repetición x localidad de acuerdo a la Guía Técnica para la Descripción Varietal para maíz (SINCS- SAGARPA, 2005). Las plantas muestreadas estuvieron bajo competencia completa. La comparación de las tres poblaciones fue realizada a través de la lista de caracteres cuantitativos y cualitativos. Además, se utilizó el Manual Gráfico para la Descripción Varietal en Maíz (SNICS – CP, 2010).

Sin embargo, debido a inconsistencia entre la Guía Técnica y el Manual Gráfico para la Descripción Varietal en Maíz, en el presente trabajo se consideró los estados de los descriptores de los caracteres cualitativos del Manual Grafico (SNICS – SAGARPA, 2010), en tanto que para los caracteres

cuantitativos, se utilizó los estados de los descriptores que se establecen en la Guía Técnica para maíz (SNICS – SAGARPA, 2005).

La obtención de los descriptores de la mazorca se llevó a cabo en el Laboratorio del Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Norte del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) SAGARPA-SNICS ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Saltillo, Coah.

Análisis de la información para caracteres cuantitativos y cualitativos

Para el análisis de los caracteres cuantitativos, se llevó a cabo el análisis de varianza mediante el procedimiento PROC GLM (SAS Institute, 2004) y para la comparación de medias Tukey $\alpha = 0.05$ se realizó con el procedimiento PROC MEANS (SAS Institute, 2004). En los caracteres cualitativos se determinó la frecuencia y porcentaje de los estados de los descriptores utilizando el procedimiento PROC FREQ de SAS (SAS Institute, 2006).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación Agronómica de tres poblaciones de maíz

El análisis de varianza mostró diferencia ($P \leq 0.01$) entre localidades en los caracteres: rendimiento de grano, floración masculina, acame de tallo y porcentaje de mazorcas podridas. Lo anterior indica las diferencias entre los ambientes contrastantes (dos bajo riego y una bajo condiciones de temporal (Cuadro 1). Las poblaciones mostraron diferencia ($P \leq 0.01$) para la mayoría de los caracteres, excepto en mala cobertura de mazorca ($P < 0.05$), altura de planta y acame de tallo, indicando que hay diferencia en la expresión fenotípica entre ellas. Por otro lado, no hubo diferencia significativa en la interacción poblaciones x localidad para los caracteres evaluados excepto en el acame de raíz ($P \leq 0.01$) (Cuadro 4.1). Lo anterior indica que los materiales genéticos en estudio tienen un comportamiento relativo a las condiciones ambientales de los sitios representativos del Sureste de Coahuila.

En el Cuadro 4.2 se presenta la comparación de medias de las poblaciones evaluadas a través de ambientes, donde se muestra una superioridad en el rendimiento de grano en las poblaciones Pool34 y POBAM con rendimiento promedio de 6.155 y 5.270 t ha⁻¹, respectivamente. Estas dos poblaciones son muy similares en maduración (85.83 días para floración masculina), y son en promedio cinco días más precoces que el Pool33, el cual cuenta con menor rendimiento (4.156 t ha⁻¹).

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de las características agronómicas en los ambientes evaluados durante el 2010.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Rendimiento de grano (t ha ⁻¹)	Floración masculina (días)	Altura de planta (cm)	Mala cobertura (%)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mazorcas podridas (%)	Prolificidad
Localidades (Loc)	2	43.373 **	2579.250 **	245.33	115.11	10.60	122.45 **	35.11 **	0.03
Repeticiones (Rep)/Loc	9	1.618	8.690	298.30	30.32	5.06 **	11.52	2.48	0.02
Variedades (Var)	2	12.039 **	110.250 **	594.70	209.52 *	0.78 **	25.42	42.36 **	0.14 **
Loc * Var	4	1.664	14.00	63.34	40.17	7.20 **	23.59	4.68	0.04
Error	18	0.791	5.75	254.66	37.28	0.81	16.66	2.28	0.02
C.V. %		17.126	2.73	9.19	48.60	99.89	140.64	46.13	13.19

*, ** Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad, respectivamente; CV (%) = Coeficiente de variación.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de poblaciones para variables agronómicas a través de ambientes evaluados durante el 2010.

Poblaciones	Rendimiento de grano (t ha ⁻¹)	Floración masculina (días)	Altura de planta (cm)	Mala cobertura (%)	Acame de raíz (%)	Acame de tallo (%)	Mazorcas podridas (%)	Prolificidad
Pool34	6.155 a	85.83 b	181.5 a	8.06 b	1.06 a	4.58 a	1.33 c	1.08 a
POBAM	5.270 a	85.83 b	170.78 a	13.3 a b	0.6 a	2.12 a	3.41 b	1.06 a
Pool33	4.156 b	91.08 a	168.23 a	16.32 a	1.03 a	2 a	5.08 a	0.88 b
Tukey ($\alpha = 0.05$)	0.926	2.498	16.627	6.362	0.940	4.253	1.575	0.139

Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)

Las poblaciones tuvieron un rendimiento de grano diferente ($P < 0.01$) en los ambientes de evaluación (Cuadro 4.1). La respuesta de rendimiento de grano (Figura 4.1) muestra el comportamiento relativo paralelo a las condiciones ambientales de las poblaciones de evaluación, es decir, la ausencia de Interacción Genotipo x Ambiente.

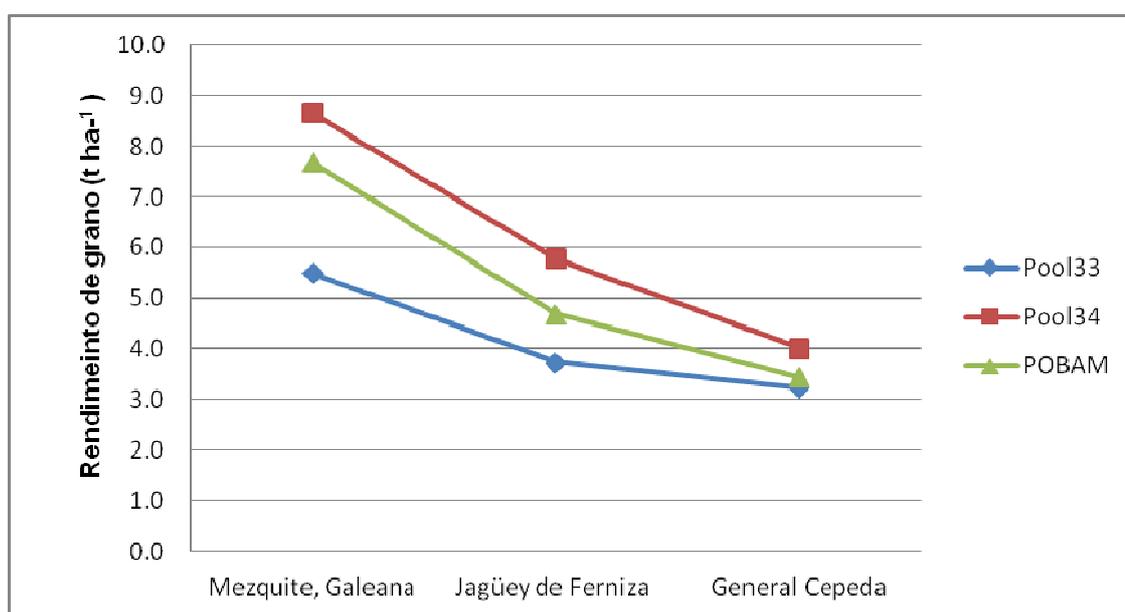


Figura 4.1. Rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$) de las poblaciones en estudio por localidad de evaluación.

4.2. Descripción de las poblaciones en estudio

Para este apartado se consideró establecer una división de los caracteres cuantitativos y cualitativos. Inicialmente se presentan y se analizan los resultados de los caracteres cuantitativos, después los cualitativos por estado de desarrollo del cultivo. Es importante señalar que la descripción de la

población fue realizada en la localidad El Mezquite, Galeana, N.L. y General Cepeda, Coah. (Cuadro 1).

4.2.1. Caracteres cuantitativos

En los resultados del análisis de varianza de los caracteres cuantitativos (Cuadro 4.3), se encontró que las localidades de evaluación fueron diferentes estadísticamente en siete de los 25 caracteres evaluados (28.0 %). De estos, cuatro mostraron diferencia ($P \leq 0.01$) en las variables longitud en la primera hoja, relación largo y ancho de la primera hoja, floración masculina y femenina; y sólo en tres resultaron significativos ($P < 0.05$). Aun cuando las condiciones ambientales de las dos localidades de evaluación son diferentes (Cuadro 1), sólo en el 28 % de caracteres cuantitativos se expresa una diferencia ambiental.

Al analizar las poblaciones en estudio, se observó diferencia estadística en la mayoría de los caracteres evaluados excepto en la relación largo y ancho de la primera hoja, diámetro medio parte media del entrenudo y ancho de la lamina en la mazorca principal. Lo anterior indica que existe diferencia entre las poblaciones en estudio (Cuadro 4.3).

Con respecto a la interacción localidades x variedades, se encontraron diferencia estadística en 15 de los 25 caracteres cuantitativos (60.0 %) lo cual indica que existe interacción genotipo x ambiente y diferencias entre poblaciones.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza de los caracteres cuantitativos utilizados en la descripción de las poblaciones de maíz.

VARIABLES	LOC	REP/LOC	VAR	LOC*VAR	CV
GL	1	2	2	2	
X02 Longitud primera hoja (cm)	198.01 **	0.51	20.85 **	1.01	17.59
X03 Ancho primera hoja (cm)	0.27	0.15 **	1.71 **	0.10 *	11.79
X04 Relación largo y ancho primera hoja (cm)	68.83 **	0.46	0.13	1.41 *	20.94
X18 Número de macollos por plantas %	1.51	0.08	1.36 **	0.56 *	312.03
X21 Longitud media de entrenudos superiores (cm)	444.15 *	22.69 **	56.79 **	0.60	14.79
X22 Longitud media de entrenudos inferiores (cm)	239.13	152.70 **	23.94 *	5.42	19.81
X23 Diámetro medio parte media del entrenudo de mazorca principal (mm)	1.86	130.02 **	1.14	15.03	16.80
X25 Floración masculina (días)	211050.00 **	19.73 **	267.23 **	326.85 **	1.52
X32 Número de ramas laterales primarias	492.07	45.34 *	282.75 **	42.30 *	25.87
X33 Ramas secundarias (núm.)	58.10	4.68	245.48 **	5.66	44.32
X34 Floración femenina (días)	201433.10 **	22.53 **	182.04 **	164.08 **	1.52
X40 Longitud de la panoja (cm)	62.56	139.16 **	333.30 **	123.69 **	10.45
X41 Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (cm)	91.87	8.29	211.61 **	121.86 **	13.44
X42 Longitud del pedúnculo (cm)	76.00	59.53 *	313.99 **	54.38 *	18.49
X43 Longitud ramas laterales (cm)	487.02 *	12.77	401.39 **	6.80	19.63
X44 Longitud (incluyendo espiga) (cm). APTA	2672.46	36119.00 **	2970.22 *	9646.90 **	13.18
X45 Relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta (cm)	0.84	0.05	0.13 **	0.01	39.37
X46 Altura de mazorca (cm)	35633.00	17326.00 **	5639.95 **	2605.88 **	21.88
X47 Ancho de lámina, en la hoja de la mazorca principal (cm)	50.37	23.94	13.27	7.43	35.70
X48 No. De mazorcas p/planta en %	750.00	2708.30 *	2020.83 *	812.50	23.11
X49 Longitud del pedúnculo de la mazorca principal (cm)	21.33	7.84	347.06 **	36.11 *	31.67
X50 Longitud de la base al ápice en la mazorca principal (cm)	83.25	11.24	29.14 **	12.82 *	12.30
X51 Diámetro en la parte central de la mazorca principal (mm)	1.44	0.88 **	3.78 **	0.58 **	7.65
X53 No. Hileras mazorca principal	31.00 *	0.97	60.90 **	4.90	12.68
X54 No. Granos por hilera en mazorca principal	76.00	115.58 **	57.25 *	78.03 *	14.00

** , * = Niveles de significancia al 0.01 y 0.05, respectivamente. GL= Grados de libertad; LOC=Localidades; REP/LOC=Repeticiones dentro de las localidades; VAR= Variedades; LOC* VAR= Interacción localidades por variedades.

En los análisis comparativos de las poblaciones presentan una expresión diferente entre localidades (Cuadro 4.3) y en el Cuadro 4.4 se presenta las medias de las poblaciones evaluadas en el Mezquite, Galeana N.L. y General Cepeda, Coah., para variables cuantitativas.

En el Cuadro 4.3 se observó que el 60 % de los caracteres cuantitativos, muestra interacción G x A, lo cual indica que cada población tiene un comportamiento diferente en las localidades de evaluación. En el Cuadro 4.4 se analiza el comportamiento de las poblaciones en base en un análisis de varianza individual, donde se puede constatar el comportamiento diferente de las poblaciones en las localidades de evaluación (Cuadro 4.3).

En los caracteres longitud de primera hoja (X02) y longitud de ramas laterales (X43) se presenta una diferencia consistente entre poblaciones (POBAM, Pool33 y Pool34) en las dos localidades. Por otro lado, aun en los caracteres que no muestra interacción (Cuadro 4.3), en el análisis individual (Cuadro 4.4), la comparación de medias muestra un comportamiento diferente de las poblaciones, lo cual puede considerarse también como una expresión de interacción G x A (Caracteres X21, X22, X23, X45 y X53).

El análisis individual (Cuadro 4.4) no muestra diferencia entre poblaciones en las localidades de evaluación en los caracteres X04, X23, X47 y X48. Por lo tanto, debido a que no existe un patrón consistente del comportamiento de las poblaciones, y de la fuerte interacción G x A (Caracteres

X03, X04, X18, X25, X32, X34, X40, X41, X42, X44, X46, X49, X50, X51, X54). (Cuadro 4.3), es recomendable realizar un análisis para determinar la adaptación específica de las poblaciones. Las dos localidades de evaluación son diferentes (Cuadro 1), pero son representativas de las condiciones ambientales del Sureste de Coahuila. Por otro lado, los materiales de CIMMYT, Pool33 y Pool34 son desarrollados para áreas de adaptación intermedia (Bajío). De acuerdo a la evaluación agronómica de las poblaciones en estudio (Cuadro 4.1), estos mostraron un comportamiento paralelo a las condiciones ambientales de evaluación (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.4. Medias de los caracteres cuantitativos x localidades de las poblaciones evaluadas.

Caracteres	Mezquite, Galeana, N.L			General Cepeda, Coah.		
	POBAM	Pool33	Pool34	POBAM	Pool33	Pool34
X02 Longitud primera hoja (cm)	3.6 b †	4.1 a	4.1 a	4.8 b	5.6 a	5.3 a
X03 Ancho primera hoja (cm)	1.4 c	1.6 a	1.5 b	1.4 b	1.6 a	1.6 a
X04 Relación largo y ancho primera hoja (cm)	2.6 a	2.6 a	2.8 a	3.4 a	3.5 a	3.3 a
X18 Número de macollos por plantas %	0.1 a	0.1 a	0.1 a	0.4 a	0.1 b	0.1 b
X21 Longitud media de entrenudos superiores (cm)	14.5 b	14.0 b	15.2 a	12.6 a b	12.0 b	13.2 a
X22 Longitud media de entrenudos inferiores (cm)	12.5 b	13.7 a	13.1 a b	11.5 a	11.9 a	11.7 a
X23 Diámetro medio parte media del entrenudo de mazorca principal (mm)	15.8 a	16.2 a	16.3 a	16.4 a	15.8 a	15.7 a
X25 Floración masculina (días)	111.3 b	112.0 a	107.1 c	67.6 b	68.5 a	68.4 a
X32 Número de ramas laterales primarias	12.4 a	11.0 b	13.2 a	13.4 b	13.2 b	16.2 a
X33 Ramas secundarias (núm.)	3.5 b	2.7 c	5.5 a	4.3 b	3.7 b	5.8 a
X34 Floración femenina (días)	110.9 a	111.4 a	107.6 b	68.9 a	69.2 a	69.0 a
X40 Longitud de la panoja (cm)	39.9 a	38.8 a	39.2 a	42.2 a	37.6 c	40.3 b
X41 Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta (cm)	27.5 b	28.9 a	25.5 c	27.7 a	26.0 b	25.5 b
X42 Longitud del pedúnculo (cm)	20.0 b	19.0 b	21.5 a	20.6 a	17.4 b	20.2 a
X43 Longitud ramas laterales (cm)	26.7 a	24.1 b	26.9 a	25.1 a	22.0 b	24.5 a
X44 Longitud (incluyendo espiga) (cm). APTA	198.4 b	196.9 b	218.4 a	210.0 a	212.5 a	205.4 a
X45 Relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta (cm)	0.3 b	0.4 a	0.3 b	0.4 b	0.4 a	0.4 a b
X46 Altura de mazorca (cm)	62.1 b	69.2 a	71.4 a	78.2 b	95.0 a	81.2 b
X47 Ancho de lámina, en la hoja de la mazorca principal (cm)	9.0 a	9.0 a	8.8 a	10.1 a	9.5 a	9.2 a
X48 No. De mazorcas p/planta en %	102.5 a	108.8 a	105.0 a	108.8 a	112.5 a	102.5 a
X49 Longitud del pedúnculo de la mazorca principal (cm)	11.4 a	9.5 b	10.9 a	12.0 a	8.1 c	10.4 b
X50 Longitud de la base al ápice en la mazorca principal (cm)	16.9 a	16.1 a	16.9 a	16.5 a	15.5 b	15.4 b
X51 Diámetro en la parte central de la mazorca principal (mm)	4.4 b	4.1 c	4.6 a	4.3 a b	4.2 b	4.3 a
X53 No. Hilera mazorca principal	14.1 b	14.4 a b	15.0 a	14.5 b	14.6 b	15.9 a
X54 No. Granos por hilera en mazorca principal	32.6 a b	31.0 b	33.3 a	32.1 a	31.5 a	31.0 a

† Valores con la misma letra en la hilera dentro de localidades son estadísticamente iguales Tukey ($\alpha = 0.05$).

4.2.2. Caracteres cualitativos

Las frecuencias de los caracteres cualitativos de las poblaciones se expresan en porcentaje, con respecto al número de plantas evaluadas. Los caracteres de evaluación se presentan de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo, en el cual se considera para la discusión el valor más alto en porcentaje.

4.2.2.1. Crecimiento (2 hojas desdobladas)

En el Cuadro 4.5 se presenta la coloración de la vaina por antocianinas en la etapa de crecimiento (2 hojas desdobladas), la población amarilla (POBAM) y Pool34 se encuentra de débil a muy fuerte, en tanto que Pool33 la coloración va de ausente a muy fuerte, lo cual hace diferente a estas poblaciones.

La POBAM y el Pool34 muestran un comportamiento similar en las dos localidades, la cual es diferente al Pool33. Sin embargo, esta característica, muestra variación en la coloración ya que muestra interacción del genotipo ambiente en las dos localidades evaluadas, expresada como la variación en la frecuencia en ambas localidades.

Cuadro 4.5. Característica en el estado de crecimiento dos hojas desdobladas expresadas en porcentaje.

		Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
			MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X01	1 Ausente o muy débil		0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0
Coloración de la vaina por antocianinas	3 Débil		5.0	6.3	46.3	30.0	15.0	7.5
	5 Media		26.3	27.5	36.3	42.5	26.3	37.5
	7 Fuerte		41.3	43.8	8.8	20.0	43.8	43.8
	9 Muy Fuerte		27.5	22.5	1.3	7.5	15.0	11.3

4.2.2.2. Crecimiento (4 hojas desdobladas)

En la etapa de crecimiento cuatro hojas desdobladas se encuentra el descriptor forma de la punta (X05), donde se observó diferentes formas en la cual va de puntiaguda a redondeada a espatulada en las tres poblaciones (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Característica en el estado de crecimiento cuarta hoja desdoblada expresada en porcentaje.

		Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
			MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X05	1 Puntiaguda		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Forma de la punta de la primera hoja	2 Puntiaguda a redondeada		3.8	2.5	1.3	8.8	1.3	0.0
	3 Redondeada		20.0	25.0	27.5	22.5	46.3	28.8
	4 Redondeada a espatulada		53.8	56.3	67.5	62.5	50.0	46.3
	5 Espatulada		22.5	16.3	3.8	6.3	2.5	25.0

De acuerdo al valor máximo, las tres poblaciones tienen una forma de punta de la hoja redondeada a espatulada. También se puede dilucidar la interacción por efecto de las localidades (variación entre la forma de la punta de la hoja redondea a espatulada).

4.2.2.3. Antesis (Inicio de antesis)

En la etapa de inicio de antesis donde empieza la liberación del polen, se describen cinco características (Cuadro 4.7). Se puede observar que el ángulo entre la hoja y el tallo (X06) va de muy pequeño a pequeño; en la forma característica de la hoja justo arriba de la mazorca principal (X07) es rectilínea a curvada; en el ángulo de inserción de la hoja arriba y debajo de la mazorca principal (X08 y X09), va de erecto a semihorizontal en la cual existe diferencia en las poblaciones, en la ondulación del margen laminar, en la hoja de la mazorca se presenta ausente a fuertemente ondulado donde existe similitud en las tres poblaciones. Sin embargo, en la ondulación del margen laminar, de la hoja de la mazorca principal (X10), los valores obtenidos de las poblaciones presentó de ausente a fuerte.

Cuadro 4.7. Característica en el estado de crecimiento inicio de antesis expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X06 Ángulo entre hoja y tallo	1 Muy pequeño (< 5 °)	65.0	68.8	81.3	95.0	85.0	81.3
	3 Pequeño ($\pm 25^\circ$)	35.0	31.3	18.8	5.0	15.0	18.8
	5 Medio ($\pm 50^\circ$)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Grande ($\pm 75^\circ$)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy grande (> 90°)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X07 Forma característica de la hoja justo arriba de la mazorca principal	1 Rectilínea	2.5	33.8	25.0	42.5	16.3	46.3
	3 Ligeramente curvada	75.0	42.5	68.8	51.3	63.8	41.3
	5 Curvada	22.5	23.8	6.3	6.3	20.0	12.5
	7 Fuertemente curvada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy fuertemente curvada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Continuación del Cuadro 4.7. Característica en el estado de crecimiento inicio de antesis expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X08	1 Erecto($\leq 30^\circ$)	61.3	35.0	81.3	83.8	42.5	51.3
Ángulo de inserción de la hoja justo arriba de la mazorca principal	2 Semierecta (31 - 60°)	37.5	62.5	13.8	16.3	56.3	48.8
	3 Semihorizontal (61 - 90°)	1.3	2.5	5.0	0.0	1.3	0.0
	4 Caído ($> 90^\circ$)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X09	1 Erecto $\leq 30^\circ$	36.3	53.8	70.0	87.5	15.0	48.8
Ángulo de inserción de la hoja justo abajo de la mazorca principal	2 Semierecta (31 - 60°)	46.3	41.3	25.0	12.5	68.8	51.3
	3 Semihorizontal (61 - 90°)	17.5	5.0	5.0	0.0	16.3	0.0
	4 Caído ($> 90^\circ$)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	1 Ausente	36.3	2.5	58.8	5.0	2.5	0.0
Ondulación del margen laminar, en hoja de la mazorca principal	2 Moderado	52.5	47.5	38.8	68.8	47.5	36.3
	3 Fuerte	11.3	50.0	2.5	26.3	50.0	63.8

Los caracteres X06 y X07 pueden considerarse estables y X08, X09 y X10 son caracteres que son mas influenciados por las localidades de evaluación, debido a la expresión de los mismos.

4.2.2.4. Antesis (Mitad de antesis)

En esta etapa se incluyen 13 caracteres (Cuadro 4.8). No se presenta evidencia de que las poblaciones sean diferentes, en las arrugas longitudinales (X11), coloración de la lámina (X12) en la hoja de la mazorca principal, grado de zigzagado en el desarrollo longitudinal (X17), desarrollo de filodios (X38) y coloración de antocianinas en la vaina (X39).

Con base en la frecuencia de los estados del descriptor, se puede interpretar efectos de interacción de las poblaciones x localidades de evaluación, tales como: coloración de antocianinas en la base de las glumas (X26); excluyendo la base (X27) y en anteras (X28), densidad de espiguillas en el tercio medio del eje principal (X29), forma definida por ángulo formado entre eje principal y ramas laterales (X30), posición de ramas laterales en el tercio inferior de la espiga (X31), coloración de antocianinas en los estigmas (X35) e intensidad de coloración por antocianinas en el jilote principal (X36).

Cuadro 4.8. Característica en el estado de crecimiento mitad de antesis expresadas en porcentaje.

		Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
			MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X11	1 Ausente		100.0	86.3	97.5	96.3	100.0	100.0
Arrugas longitudinales en hoja de la mazorca principal	9 Presente		0.0	13.8	2.5	3.8	0.0	0.0
X12	1 Verde claro		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Color de la lámina en la hoja de mazorca principal	2 Verde		37.5	16.3	36.3	46.3	16.3	46.3
	3 Verde oscuro		62.5	83.8	63.8	53.8	83.8	53.8
	4 Rojiza		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Morada		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X17	3 Ausente o muy ligero		98.8	100.0	97.5	100.0	96.3	100.0
Grado de Zigzaguo.	5 Ligero		1.3	0.0	2.5	0.0	3.8	0.0
Desarrollo longitudinal	7 Fuerte		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Continuación del Cuadro 4.8. Característica en el estado de crecimiento mitad de antesis expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X26 *	1 Ausente o muy débil	53.8	86.3	22.5	52.5	91.3	96.3
Coloración antocianinas en la base de glumas	3 Débil	16.3	8.8	13.8	22.5	1.3	3.8
	5 Media	12.5	1.3	23.8	13.8	2.5	0.0
	7 Fuerte	8.8	2.5	23.8	8.8	2.5	0.0
	9 Muy fuerte	8.8	1.3	16.3	2.5	2.5	0.0
X27	1 Ausente o muy débil	43.8	62.5	6.3	23.8	72.5	93.8
Coloración antocianinas en las glumas, excluyendo la base	3 Débil	42.5	28.8	33.8	53.8	17.5	3.8
	5 Media	7.5	7.5	28.8	20.0	7.5	2.5
	7 Fuerte	3.8	1.3	23.8	2.5	2.5	0.0
	9 Muy fuerte	2.5	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0
X28	1 Ausente o muy débil	18.8	5.0	1.3	1.3	16.3	8.8
Coloración antocianinas en anteras	3 Débil	47.5	73.8	41.3	37.5	83.8	72.5
	5 Media	21.3	15.0	33.8	43.8	0.0	15.0
	7 Fuerte	10.0	6.3	23.8	17.5	0.0	3.8
	9 Muy fuerte	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X29	3 Laxa	15.0	47.5	26.3	27.5	7.5	41.3
Densidad de espiguillas en el tercio medio del eje principal	5 Medio	53.8	38.8	51.3	57.5	57.5	48.8
	7 Denso	31.3	13.8	22.5	15.0	35.0	10.0
X30*	1 Muy compacta $\leq 10^\circ$	31.3	10.0	37.5	11.3	6.3	8.8
Forma definida por ángulo formado entre eje principal y las ramas laterales	3 Compacta $\pm 25^\circ$	8.8	43.8	16.3	36.3	26.3	35.0
	5 Semiabierta $\pm 50^\circ$	22.5	35.0	13.8	33.8	35.0	43.8
	7 Abierto $\pm 75^\circ$	26.3	11.3	21.3	17.5	23.8	12.5
	9 Postrada $> 90^\circ$	11.3	0.0	11.3	1.3	8.8	0.0
X31*	1 Rectilíneas	41.3	40.0	35.0	27.5	46.3	28.8
Posición de ramas laterales en el tercio inferior de la espiga	3 Ligeramente curvadas	40.0	56.3	45.0	62.5	32.5	51.3
	5 Curvadas	18.8	3.8	20.0	10.0	21.3	20.0
	7 Fuertemente curvadas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy fuertemente curvada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X35*	1 Ausente	33.8	15.0	3.8	2.5	46.3	33.8
Coloración de antocianinas en los estigmas	9 Presente	66.3	85.0	96.3	97.5	53.8	66.3
X36*	1 Ausente o muy débil	30.0	10.0	1.3	6.3	43.8	18.8
Intensidad de coloración por antocianinas en el jilote principal	3 Débil	45.0	46.3	23.8	31.3	37.5	50.0
	5 Media	15.0	31.3	21.3	22.5	11.3	26.3
	7 Fuerte	10.0	12.5	46.3	33.8	7.5	5.0
	9 Muy fuerte	0.0	0.0	7.5	6.3	0.0	0.0

Continuación del Cuadro 4.8. Característica en el estado de crecimiento mitad de antesis expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X38	1 Ausente o muy poco	93.8	63.8	98.8	86.3	95.0	92.5
Desarrollo de filodios	3 Poco	6.3	22.5	1.3	12.5	3.8	6.3
estigmas del jilote principal	5 Moderado	0.0	10.0	0.0	1.3	1.3	1.3
abundancia y/o desarrollo	7 Mucho	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Abundante	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X39	1 Ausente o muy débil	82.5	97.5	63.8	86.3	100.0	100.0
Coloración de antocianinas en la vaina (en la parte media de la planta)	3 Débil	15.0	2.5	32.5	13.8	0.0	0.0
	5 Media	2.5	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0
	7 Fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* Características que deben de ser evaluadas en cada periodo de crecimiento e incluidas siempre en la descripción de la variedad, excepto cuando las condiciones ambientales regionales no permitan manifestar el estado de expresión en cuestión.

4.2.2.5. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Cariópside madurez acuosa)

En el Estado Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Cariópside madurez acuosa) se determinaron 6 descriptores (Cuadro 4.9) de los cuales se observó que no existe diferencia entre poblaciones en los caracteres de evaluación, ya que los valores de frecuencias en los estados de los descriptores son muy similares.

Cuadro 4.9. Característica del estado de desarrollo mitad de antesis a estado lechoso expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X13 Coloración de la vaina en hoja de la mazorca principal	1 Verde claro	0.0	7.5	0.0	0.0	5.0	10.0
	2 Verde (normal)	88.8	81.3	92.5	70.0	92.5	73.8
	3 Verde oscuro	11.3	11.3	7.5	30.0	2.5	16.3
	4 Rojiza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Morada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6 Café	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X14 Coloración de la vaina en las tres primeras hojas de la base del tallo	1 Verde claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
	2 Verde (normal)	87.5	78.8	86.3	73.8	88.8	83.8
	3 Verde oscuro	12.5	21.3	13.8	26.3	11.3	13.8
	4 Rojiza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Morada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6 Café	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X15 Coloración de la aurícula en hojas de la mazorca principal	1 Blanca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2 Verde claro	17.5	63.8	10.0	62.5	28.8	75.0
	3 Verde	82.5	36.3	90.0	37.5	71.3	25.0
	4 Purpura claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Purpura medio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6 Purpura fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Café	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X16 Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja de la mazorca principal	1 Ausente o muy poca	97.5	98.8	98.8	100.0	91.3	100.0
	3 Poca	2.5	1.3	1.3	0.0	8.8	0.0
	5 Media	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Mucha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X19 Coloración de nudos	1 Ausente o muy débil	98.8	97.5	100.0	97.5	100.0	98.8
	3 Débil	1.3	2.5	0.0	2.5	0.0	1.3
	5 Media	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.2.2.6. Antesis (Mitad de antesis) – Estado lechoso (Medio lechoso).

En los caracteres evaluados se observa una interacción entre las poblaciones y los ambientes de evaluación (Cuadro 4.10), en la coloración de antocianinas en raíces adventicias (X20) y cubrimiento de panoja por hoja bandera (X24).

Cuadro 4.10. Característica del estado de desarrollo mitad de antesis a medio lechoso expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X20 Coloración de antocianinas en raíces adventicias	1 Ausente o muy débil	0.0	3.5	16.7	30.0	0.0	5.5
	3 Débil	6.3	17.5	16.7	38.0	5.7	9.1
	5 Media	18.8	40.4	33.3	20.0	17.1	27.3
	7 Fuerte	56.3	26.3	16.7	12.0	54.3	52.7
X24 Cubrimiento de panoja por hoja bandera	9 Muy fuerte	18.8	12.3	16.7	0.0	22.9	5.5
	1 Ausente	58.8	70.0	48.8	37.5	55.0	81.3
	3 Poca $\pm 25\%$	37.5	30.0	48.8	53.8	45.0	17.5
	5 Media $\pm 50\%$	3.8	0.0	2.5	8.8	0.0	1.3
	7 Mucha $> 75\%$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.2.2.7. Maduración (Cariópside duro)

En la etapa de maduración (cariópside duro) se incluyen seis características (Cuadro 4.11). Forma de la mazorca principal (X52), tipo de grano (X56), color del grano en la mazorca principal (X57), color del endospermo (X59), color dorsal del grano (X58) y forma de la corona en grano de la mazorca principal (X60).

De acuerdo a los valores de las frecuencias, no se presenta evidencias de la diferencia entre poblaciones en X52, X57, X58 y X59; en tanto que en los caracteres X56 y X60, los valores obtenidos en cada localidad pueden indicar efectos de interacción población x localidades.

Cuadro 4.11. Característica del estado de desarrollo maduración (cariópside duro) expresadas en porcentaje.

	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X52 Forma de la mazorca principal	1 Cónica	12.5	11.3	17.5	17.5	11.3	1.3
	2 Cónica - cilíndrica	65.0	67.5	75.0	62.5	63.8	60.0
	3 Cilíndrica	22.5	21.3	7.5	20.0	25.0	38.8
X56* Tipo de grano en el tercio central de la mazorca principal	1 Cristalino	11.3	13.8	43.8	46.3	3.8	11.3
	2 Semicristalino	43.8	50.0	56.3	53.8	47.5	66.3
	3 Intermedio	45.0	36.3	0.0	0.0	48.8	22.5
	4 Semidentado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Dentado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6 Harinoso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Reventador	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8 Dulce	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Ceroso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X57* Color del grano en la mazorca principal	1 Blanco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2 Blanco cremoso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3 Amarillo claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4 Amarillo	7.5	23.8	1.3	3.8	5.0	11.3
	5 Amarillo oscuro	88.8	73.8	98.8	96.3	95.0	87.5
	6 Naranja	3.8	2.5	0.0	0.0	0.0	1.3
	7 Rojo claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8 Rojo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Rojo oscuro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10 Azul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	11 Azul oscuro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12 Negro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Continuación del Cuadro 4.11. Característica del estado de desarrollo maduración (cariópside duro) expresadas en porcentaje.

		POBAM		Pool33		Pool34		
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC	
Color dorsal del grano, en la mazorca principal	Nivel							
	X58	1 Blanco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		2 Blanco cremoso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		3 Amarillo claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		4 Amarillo	21.3	6.3	0.0	5.0	2.5	1.3
		5 Amarillo oscuro	75.0	93.8	100.0	95.0	97.5	98.8
		6 Naranja	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		7 Rojo claro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		8 Rojo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		9 Rojo oscuro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		10 Azul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		11 Negro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12 Variegado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Color del endospermo en la mazorca principal	X59	1 Blanco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		2 Amarillo	8.8	3.8	0.0	1.3	2.5	1.3
		3 Naranja	91.3	96.3	100.0	98.8	97.5	98.8
Forma de la corona en grano de la mazorca principal	X60	1 Convexa	47.5	63.8	100.0	100.0	52.5	76.3
		2 Hendida	52.5	36.3	0.0	0.0	47.5	23.8
		3 Puntiguda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* Características que deben de ser evaluadas en cada periodo de crecimiento e incluidas siempre en la descripción de la variedad, excepto cuando las condiciones ambientales regionales no permitan manifestar el estado de expresión en cuestión.

4.2.2.8. Maduración (Cariópside flojo durante el día)

En la información presentada en el Cuadro 4.12 corresponde a la última etapa del cultivo que es la maduración. En disposición de las hileras de los granos de la mazorca (X55) se presentan rectas y espiral. Solo en la población Pool34 se presentan valores inconsistentes en las dos localidades de evaluación.

En coloración de las glumas por antocianinas (X61) e intensidad de color de las glumas en el olote de la mazorca principal (X62), fue evaluada como ausente, y no existe diferencia entre poblaciones.

Cuadro 4.12. Característica del estado de desarrollo maduración (Cariópside flojo durante el día) expresadas en porcentaje.

	Estados de descripción	POBAM		Pool33		Pool34	
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC
X55 Disposición de hileras de grano en la mazorca principal	1 Recta	86.3	90.0	76.3	78.8	47.5	83.8
	3 En espiral	12.5	10.0	23.8	20.0	52.5	16.3
	4 Irregular	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
X61* Coloración de las glumas por antocianinas , en el olote de la mazorca principal	1 Ausente	97.5	97.5	100.0	100.0	100.0	100.0
	9 Presente	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
X62 Intensidad del color de las glumas por antocianinas, en el olote de la mazorca principal	1 Ausente o muy débil	97.5	97.5	100.0	100.0	100.0	100.0
	3 Débil	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5 Media	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	7 Fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9 Muy fuerte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* Características que deben de ser evaluadas en cada periodo de crecimiento e incluidas siempre en la descripción de la variedad, excepto cuando las condiciones ambientales regionales no permitan manifestar el estado de expresión en cuestión.

V. CONCLUSIONES

Las poblaciones en estudio fueron diferentes en la mayoría de los caracteres cuantitativos y cualitativos, en las dos localidades de evaluación.

La población amarilla (POBAM) mostró ser diferente de las poblaciones usadas como referencia (Pool33 y Pool34), en los ambientes de evaluación. Por lo tanto, la población amarilla (POBAM) se considera nueva, distinta, estable y homogénea.

Se obtuvo la caracterización de la población amarilla experimental en el primer año de evaluación con fin de registro.

La evaluación agronómica de las poblaciones mostró un comportamiento paralelo a las condiciones ambientales. En el análisis de los caracteres cualitativos y cuantitativos se encontró efectos significativos de interacción poblaciones x localidades.

VI. LITERATURA CITADA

- Avendaño S., M.C. 2009. Selección Familiar en una Población C₀ de Maíz Amarillo. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 43 p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012. Ley Federal de Variedades Vegetales. México.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodología para obtener semillas de calidad Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. Editorial. Unidad de semillas del CIAT. Calí. Colombia.
- CIMMYT. 1998. Complete Listing of Improved Maize Germplasm from CIMMYT. Maize Program Special Report. México, D. F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Texcoco, México. 20 p.
- CNVV. 2011. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (C. N. V. V). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 37 p. Disponible en línea <http://snics.sagarpa.gob.mx/Paginas/Inicio-SNICS.aspx> (Verificado el 24 de julio del 2012).
- COFUPRO – INIFAP. 2011. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Disponible en línea <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/> (Verificado el 15 de mayo del 2012).
- DOF. 2012. Ley Federal de Variedades Vegetales. Última Reforma 9 de Abril de 2012. Diario Oficial de la Federación. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Estados Unidos Mexicanos. 14 p.
- Espinosa, A., M. Tadeo, A. Turrent, N. Gómez, M. Sierra, A. Palafox, F. Caballero, R. Valdivia, F.A. Rodríguez. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. Ciencias: 92-93. Disponible en línea. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no92/CNS092000017.pdf>.

- Espinosa, A., M. Tadeo, I. Arteaga, A. Turrent, N. Gómez, M. Sierra, A. Palafox, R. Valdivia, V. Trejo, E. Canales. 2012. Rendimiento de las generaciones F₁ y F₂ de híbridos trilineales de maíz en los Valles Altos de México. *Universidad y Ciencia del trópico húmedo*. 28 (1): 57- 64.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Introducción al maíz y su importancia. Disponible en línea http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s02.htm#P0_0. (Verificado el 24 de Julio del 2012).
- González A., D.J. Pérez, J. Sahagún, O. Franco, E.J. Morales, M. Rubí, F. Gutiérrez, A. Balbuena. 2010. Aplicación y comparación de métodos univariados para evaluar la estabilidad en maíces del Valle Toluca-Atacomulco, México. *Revista Agronomía Costarricense*. 34 (2): 129-143.
- SAGARPA – SIAP. 2011. Producción Agrícola Anual. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Disponible en línea <http://www.siap.gob.mx>. (Verificado el 04 de agosto del 2012).
- SAS Institute. 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, Volume 4. SAS Institute Inc. Cary, N, C. 398 p.
- SNICS – CP. 2010. Manual Gráfico para la Descripción Varietal en Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) / Colegio de Posgraduados (CP) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 69 p.
- SNICS – SAGARPA. 2005. Guía Técnica para la Descripción Varietal para maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 22 p.
- SNICS – SAGARPA. 2010. Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales (Plant Variety Rights Gazette). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 179 p.
- SNICS. 2012. Certificación de Semillas y Registro de Variedades. (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). Disponible en línea <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/certificacion.aspx> (Verificado el 24 de julio del 2012).

- Tadeo R., M., A. Espinosa C. 2004. Producción y Tecnología de Semillas. Ingeniería Agrícola, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, División de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, México. 106 p.
- Tavitas F. L. y L. Hernández A. 2007. Fundamentos para la caracterización varietal de arroz (*Oryza sativa* L.) en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental "Zacatepec". Zacatepec, Mor., México. Publicación especial No.43.
- UPOV. 1996. Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales modificado por sus dos actas adicionales. Promulgado en el convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales, suscrito en París el 02 de diciembre de 1961. Publicación UPOV. Do 23.03.1996 texto decreto No. 18 1996.
- UPOV. 2009. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/2/7).
- UPOV. 2010. Glosario de términos técnicos, botánicos y estadísticos utilizados en los documentos de la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV).
- Vera, J., J. A. Estrada, A. Carballo, F. Castillo. 2000. Mantenimiento de la identidad y descripción de la variedad de maíz: CP- CV-20. Rev. Fitotec. Mex. 23. 251- 264.

APÉNDICE

Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34						
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC					
14	X02 Longitud primera hoja (cm)	Muy corta	≤ 2.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
			2.1 - 2.5	2	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	
		Corta	2.6 - 3.0	3	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	
			3.1- 3.5	4	30.0	8.8	21.3	0.0	16.3	0.0	16.3	0.0
		Mediana	3.6- 4.0	5	28.8	8.8	32.5	1.3	26.3	7.5	26.3	7.5
			4.1- 4.5	6	15.0	22.5	25.0	12.5	26.3	16.3	26.3	16.3
		Larga	4.6- 5.0	7	2.5	28.8	12.5	13.8	15.0	18.8	15.0	18.8
			5.1- 5.5	8	1.3	16.3	7.5	31.3	6.3	18.8	7.5	31.3
		Muy larga	> 5.6	9	0.0	15.0	1.3	41.3	3.8	38.8	1.3	41.3
14	X03 Ancho primera hoja (cm)	Muy estrecha	≤0.5	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
		Estrecha	0.6-0.9	3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Mediana	1.0-1.3	5	31.3	41.3	5.0	5.0	22.5	7.5	22.5	7.5
		Ancha	1.4-1.7	7	66.3	57.5	78.8	73.8	68.8	63.8	78.8	73.8
		Muy ancha	>1.7	9	1.3	1.3	16.3	21.3	8.8	28.8	16.3	21.3
14	X04 Relación largo y ancho primera hoja	Muy pequeña	≤1.5	1	2.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0		
		Pequeña	1.5-3.0	3	75.0	32.5	82.5	27.5	66.3	31.3		
		Mediana	3.1-4.5	5	22.5	58.8	16.3	65.0	31.3	62.5		
		Grande	4.6-6.0	7	0.0	8.8	1.3	7.5	1.3	6.3		
		Muy grande	>6.0	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
65	X18 Números de macollos por planta	Ausentes		1	8.8	75.0	95.0	93.8	93.8	88.8		
		1 por planta		2	11.3	16.3	5.0	5.0	6.3	11.3		
		2-3 por planta		3	0.0	7.5	0.0	1.3	0.0	0.0		
		4-5 por planta		4	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0		
		> 5 por planta		5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
65 - 75	X21 Longitud media de entrenudos superiores	Muy corta	≤4.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
			4.1-6.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
		Corta	6.1-8.0	3	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0		
			8.1-10.0	4	0.0	8.8	0.0	18.8	0.0	3.8		
		Intermedia	10.1-12	5	8.8	26.3	11.3	35.0	1.3	20.0		
			12.1-14	6	32.5	36.3	42.5	25.0	26.3	45.0		
		Larga	14.1-16	7	43.8	21.3	28.8	11.3	42.5	28.8		
			16.1-18	8	11.3	3.8	15.0	6.3	18.8	1.3		
		Muy larga	>18.0	9	3.8	1.3	2.5	1.3	11.3	1.3		

Continuación del Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34				
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC			
65 - 75	X22 Longitud media de entrenudos inferiores	Muy corta	≤1.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			1.1-3.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Corta		3.1-5.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			5.1-7.0	4	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	2.5
			7.1-9.0	5	3.8	8.8	1.3	7.5	2.5	17.5
	Intermedia		9.1-11.0	6	12.5	30.0	5.0	26.3	13.8	16.3
			11.1-13.0	7	41.3	40.0	38.8	31.3	31.3	32.5
	Larga		13.1-15.0	8	35.0	18.8	43.8	23.8	32.5	23.8
			>15.0	9	7.5	2.5	11.3	7.5	20.0	7.5
65 - 71	X23 Diámetro medio parte media del entrenudo de mazorca principal (mm)	Muy delgado	≤10.0	1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
		Delgada	10.1-15	2	36.3	25.0	36.3	46.3	32.5	41.3
		Mediano	15.1-20	3	60.0	68.8	57.5	45.0	58.8	51.3
		Grueso	20.1-25	4	3.8	6.3	5.0	5.0	6.3	7.5
		Muy grueso	>25.0	5	0.0	0.0	1.3	2.5	2.5	0.0
65	25* Floración masculina	≤ 55		1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		56 – 61		2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		62 – 67		3	0.0	47.5	0.0	21.3	0.0	30
		68 – 73		4	0.0	52.5	0.0	78.7	0.0	70
		74 – 79		5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		80 – 85		6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		86 – 91		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		92 – 97		8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		> 97		9	100	0.0	100	0.0	100	0.0
65	X32 Números de ramas laterales primarias	Ausente	0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Muy bajo	1 - 3	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			4 - 6	3	1.3	0.0	1.3	0.0	2.5	0.0
		Bajo	7 - 9	4	27.5	13.8	38.8	11.3	15.0	2.5
			10 - 12	5	22.5	35.0	35.0	28.8	25.0	7.5
		Intermedio	13-15	6	28.8	21.3	16.3	43.8	32.5	32.5
			16-18	7	13.8	18.8	6.3	13.8	13.8	36.3
		Alto	19-21	8	6.3	11.3	1.3	0.0	10.0	16.3
			>21	9	0.0	0.0	1.3	2.5	1.3	5.0

Continuación del Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34				
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC			
65	X33*	Ausente	1	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0	0.0	
	Ramas secundarias	Presente	9	100.0	98.8	100.0	98.8	100.0	100.0	
65	X34 Floración femenina	≤ 55	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		56 – 61	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		62 – 67	3	0.0	17.5	0.0	6.3	0.0	10.0	
		68 – 73	4	0.0	82.5	0.0	93.8	0.0	90.0	
		74 – 79	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		80 – 85	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		86 – 91	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		92 – 97	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		> 97	9	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	
65	X40 Longitud de la panoja	Muy corta	≤15.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			15.1-19	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Corta	19.1-23	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			23.1-27	4	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	1.3
		Mediana	27.1-31	5	3.8	0.0	1.3	6.3	1.3	3.8
			31.1-35	6	8.8	3.8	10.0	17.5	13.8	12.5
		Larga	35.1-39	7	32.5	18.8	41.3	31.3	31.3	22.5
			39.1-43	8	31.3	37.5	37.5	33.8	36.3	28.8
		Muy larga	>43	9	23.8	40.0	10.0	8.8	17.5	31.3
65	X41* Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta	Muy corta	≤7.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			7.1-10.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Corta	10.1-13.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			13.1-16.0	4	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
		Mediana	16.1-19.0	5	1.3	2.5	1.3	2.5	5.0	3.8
			19.1-22.0	6	5.0	1.3	1.3	11.3	11.3	15.0
		Larga	22.1-25.0	7	20.0	26.3	10.0	20.0	27.5	23.8
			25.1-28.0	8	28.8	22.5	25.0	27.5	32.5	37.5
		Muy larga	>28.0	9	45.0	47.5	62.5	37.5	23.8	20.0

Continuación del Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34				
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC			
65	X42 Longitud del eje principal por encima de la rama lateral más alta	Muy corta	≤ 1.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			1.1-4.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Corta	4.1-8.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			8.1-12.0	4	3.8	0.0	2.5	7.5	0.0	1.3
		Mediana	12.1-16.0	5	7.5	11.3	18.8	30.0	1.3	7.5
			16.1-20.0	6	41.3	30.0	36.3	40.0	41.3	47.5
		Larga	20.1-24.0	7	37.5	46.3	35.0	17.5	32.5	27.5
			24.1-28.0	8	8.8	8.8	6.3	3.8	18.8	12.5
		Muy larga	>28.0	9	1.3	3.8	1.3	1.3	6.3	3.8
71	X43 Longitud del pedúnculo	Muy corta	≤ 10.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Corta	10.1-15.0	2	0.0	3.8	3.8	7.5	1.3	0.0
		Intermedia	15.1-20.0	3	6.3	15.0	13.8	26.3	7.5	20.0
		Larga	20.1-25.0	4	32.5	31.3	35.0	38.8	23.8	35.0
		Muy larga	>25.0	5	61.3	50.0	47.5	27.5	67.5	45.0
75	X44* Longitud de ramas laterales (cm)	Muy baja	≤ 130	1	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	2.5
			131-160	2	3.8	0.0	5.0	7.5	1.3	16.3
		Baja	161-190	3	26.3	17.5	22.5	20.0	3.8	21.3
		Mediana	191-220	4	61.3	47.5	61.3	26.3	46.3	21.3
		Alta	221-250	5	7.5	33.8	8.8	32.5	43.8	22.5
			251-300	6	1.3	1.3	1.3	13.8	2.5	16.3
		Muy alta	> 300	7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
85	X45 Longitud (incluyendo espiga) (cm)	Muy pequeña	≤0.25	1	11.3	2.5	5.0	0.0	16.3	5.0
		Pequeña	0.25-0.45	3	88.8	91.3	92.5	56.3	80.0	72.5
		Mediana	0.46-0.65	5	0.0	6.3	1.3	43.8	3.8	18.8
		Alta	0.66-0.90	7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.5
		Muy alta	>0.90	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3

Continuación del Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel	POBAM		Pool33		Pool34				
		MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC			
75	X46	Muy baja	≤60	1	50.0	6.3	23.8	0.0	30.0	32.5
	Relación entre la altura del punto de inserción de la mazorca principal y la altura de la planta	Baja	61-80	2	37.5	55.0	62.5	23.8	37.5	18.8
		Mediana	81-100	3	11.3	33.8	10.0	40.0	28.8	15.0
		Alta	101-120	4	1.3	5.0	2.5	23.8	3.8	26.3
			121-140	5	0.0	0.0	1.3	12.5	0.0	5.0
			141-160	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
		Muy alta	>161	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92	X47	Muy estrecha	≤5.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
	Ancho de lamina, en la hoja de la mazorca principal	Estrecha	5.1-8.0	3	12.5	20.0	15.0	13.8	21.3	16.3
		Mediana	8.1-11.0	5	86.3	68.8	83.8	78.8	78.8	77.5
		Ancha	11.1-14.0	7	1.3	8.8	1.3	7.5	0.0	5.0
		Muy Ancha	>14.0	9	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
92	X48	Muy bajo	0-20 %	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Altura de mazorca		21-40 %	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Bajo	41-60 %	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			61-80 %	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Medio	81-100 %	5	97.5	91.3	91.3	87.5	95.0	97.5
			101-120 %	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Alto	121-140%	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			141-160%	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Muy alto	>161 %	9	2.5	8.8	8.8	12.5	5.0	2.5
92	X49	Muy corto	≤5.0	1	0.0	0.0	3.8	12.5	0.0	1.3
	No. De mazorcas p/planta en % longitud del péndulo de la mazorca principal	Corto	5.1-8.0	2	12.5	17.5	27.5	41.3	15.0	25.0
			8.1-11.0	3	43.8	22.5	45.0	32.5	43.8	40.0
			11.1-14.0	4	28.8	31.3	16.3	12.5	30.0	20.0
		Medio	14.1-17.0	5	6.3	18.8	5.0	0.0	6.3	10.0
			17.1-20.0	6	3.8	8.8	1.3	1.3	3.8	1.3
		Larga	20.1-23.0	7	3.8	1.3	1.3	0.0	1.3	1.3
			23.1- 26.0	8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
		Muy largo	>26.0	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Continuación del Cuadro A1. Frecuencias de los caracteres de las poblaciones POBAM, Pool33 y Pool34 a partir de las variables cuantitativas obtenidas en los dos ambientes de evaluación.

Estado	Nivel			POBAM		Pool33		Pool34			
				MEZ	GC	MEZ	GC	MEZ	GC		
92	X50*	Muy corta	≤10	1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	
		Longitud de la base al ápice en la mazorca principal	Corta	10.1-15.0	3	17.5	27.5	30.0	28.8	20.0	43.8
		Media	15.1-20.0	5	76.3	68.8	70.0	70.0	71.3	55.0	
		Larga	20.1-25.0	7	6.3	3.8	0.0	0.0	8.8	0.0	
		Muy larga	>25.0	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
92	X51	Muy delgada	≤4.0	1	10.0	26.3	28.8	38.8	0.0	11.3	
		Diámetro en la parte central de la mazorca principal	Delgada	4.1-5.0	3	86.3	67.5	71.3	60.0	91.3	87.5
		Mediana	5.1-6.0	5	3.8	6.3	0.0	1.3	8.8	1.3	
		Grueso	6.1-7.0	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Muy gruesa	>7.0	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
92	X53	Muy pocas	< 12	1	26.3	26.3	17.5	12.5	10.0	6.3	
			>12-14	2	47.5	32.5	55.0	50.0	48.8	27.5	
		Pocas	>14-18	3	25.0	41.3	26.3	37.5	38.8	60.0	
			>18-22	4	1.3	0.0	1.3	0.0	2.5	6.3	
			>22-26	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Numerosas	>26-30	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			>30-34	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			>34-38	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Muy numerosas	>38	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		92	X54	Muy pocos	≤20	1	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0
No. Granos por hilera en mazorca principal	Pocos			21-30	3	33.8	35.0	41.3	40.0	27.5	48.8
Intermedio	31-40			5	63.8	62.5	55.0	55.0	66.3	50.0	
Numerosos	41-50			7	2.5	2.5	1.3	2.5	6.3	1.3	
Muy números	>52			9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

* Características que deben de ser evaluadas en cada periodo de crecimiento e incluidas siempre en la descripción de la variedad, excepto cuando las condiciones ambientales regionales no permitan manifestar el estado de expresión en cuestión.