

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización de Dos Cruzas Simples de Maíz y sus Progenitores por  
Descriptores Varietales de Acuerdo a la Norma del SNICS Primer Año

Por:

**BULMARO MIGUEL ORTIZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización de Dos Cruzas Simples de Maíz y sus Progenitores por  
Descriptores Varietales de Acuerdo a la Norma del SNICS Primer Año

Por:

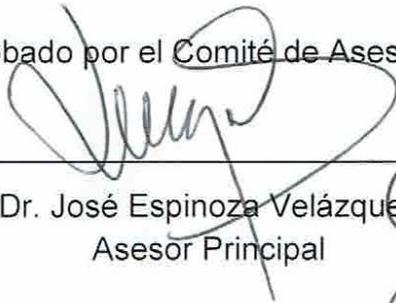
**BULMARO MIGUEL ORTIZ**

TESIS

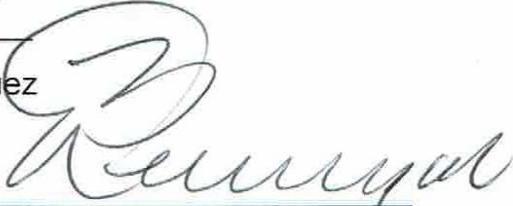
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

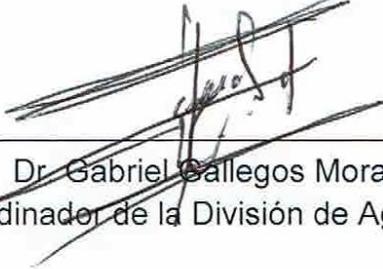
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobado por el Comité de Asesoría:

  
Dr. José Espinoza Velázquez  
Asesor Principal

  
M.C. Roberto Espinoza Zapata  
Coasesor

  
Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera  
Coasesor

  
Dr. Gabriel Callegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre, 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme la oportunidad de formarme día a día, durante los cinco años de mi vida.

Al **Dr. José Espinoza Velázquez**, como asesor principal, por darme la confianza y por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, y de su proyecto de investigación, por la gran disposición y dedicación de su valioso tiempo hacia mi proyecto de tesis. Gracias por sus conocimientos transmitidos, sus consejos y también por brindarme su buena amistad.

AL **M.C. Roberto Espinoza Zapata** y al **Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera**, por su disponibilidad como parte del comité de asesoría, por el apoyo y aportaciones al proyecto de investigación.

Al **M.C Juan Samuel Guadalupe Alcalar Rico** y al **Ing. Israel Maceda Sánchez**, por haber apoyado durante la toma de datos en campo. Gracias por su tiempo y el apoyo hacia mi tema de investigación.

Al **Dpto. Fitomejoramiento**, por instruirme durante el lapso de la carrera, y gracias a todos los profesores quienes compartieron sus conocimientos hacia mi formación académica para poder culminar mis más grandes anhelos de mi vida.

## DEDICATORIAS

A **Mis Padres**, Vicente Miguel Gutiérrez e Isabela Ortiz Reyes, le dedico este trabajo con amor y cariño, son ustedes a quienes les debo todo lo que soy, gracias por su confianza, cariño, comprensión, enseñanza y el apoyo que me brindaron, los amo.

A **Mis Hermanos**, por ser de la familia y siempre serán mis hermanos. Gracias por toda la confianza y cariño.

A **Mi Hermano** Epigmenio Miguel Ortiz (†), no te conocí, pero eres parte de mi trayectoria profesional.

A **Mi Abuela**, Juana Reyes Flores, le dedico de todo corazón este trabajo con amor y cariño. Gracias por sus consejos y por creer en mí, te amo abuela.

A **Mi Amigo**, Hector Saucedo Méndez, por sus consejos y apoyo brindado hacia mi persona. Gracias por su confianza y su excelente e incondicional amistad.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Datos sobre el Origen del Maíz .....	4
2.2. Superficie y Rendimiento en México .....	4
2.3. Fenología.....	5
2.4. Factores que afectan la Fenología .....	7
2.4.1. Factores genéticos .....	7
2.4.2. Temperatura .....	8
2.4.3. Fotoperiodo .....	8
2.4.4. Humedad .....	9
2.4.5. Fertilización .....	10
2.4.6. Fecha de siembra .....	10
2.4.7. Densidad de población .....	11
2.5. Descripción Varietal e Importancia .....	12
2.6. La Certificación de Semilla .....	13
2.7. Requisitos de la UPOV .....	15

2.8. Exámenes de Distinción .....	17
2.9. Examen de Homogeneidad .....	17
2.10. Examen de Estabilidad .....	18
2.11. Variedades de Referencia .....	18
2.12. Mantenimiento Varietal .....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Localización del Área de Estudio.....	20
3.2. Campo e Invernadero .....	20
3.3. Clima .....	20
3.4. Tipo de Suelo .....	21
3.5. Material Genético .....	21
3.6. Establecimiento de Lotes Experimentales.....	22
3.7. Fertilización .....	23
3.8. Control de Plagas y Maleza.....	23
3.9. Medición de las Características.....	24
3.9.1. Caracteres cuantitativos en etapa de plántulas .....	24
3.9.2. Caracteres pseudocualitativos en plántulas .....	25
3.9.3. Caracteres cuantitativos en planta.....	25
3.9.4. Caracteres cualitativos en planta.....	28
3.9.5. Caracteres pseudocualitativos en planta .....	28
3.9.6. Caracteres cuantitativos en mazorca.....	28
3.9.7. Caracteres cualitativos en mazorca.....	29
3.9.8. Caracteres pseudocualitativos en mazorca .....	29
3.10. Diseño Experimental.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31

V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RESUMEN.....	51
VII. LITERATURA CITADA.....	53
VIII. ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Pag.</b>
2.1	Aspectos descriptivos de la fenología del maíz.....	6
3.1	Genotipos de maíz utilizados en esta caracterización, de acuerdo a su categoría y origen.....	22
4.1	Cuadro de concentración de descriptores por tipos de caracteres y tipos de observaciones.....	31
4.2	Comparación de descriptores entre tres cruzas simples de maíz .....	32
4.3	Porcentajes de notas en descriptores, correspondientes a los valores que presentaron las cruzas simples de maíz. ....	36
4.4	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 2, 3, y 4, los cuales cuentan con datos numéricos .....	38
4.5	Comparación de medias de descriptores 2, 3 y 4 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).....	39
4.6	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 6, 7, y 8, los cuales cuentan con datos numéricos.....	39
4.7	Comparación de medias de descriptores 6,7 y 8 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).....	40
4.8	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 13, 14 y 15 los cuales cuentan con datos numéricos.....	41
4.9	Comparación de medias de descriptores 13, 14 y 15 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).....	41
4.10	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 26, 27, 28, 29 y 31 los cuales cuentan con datos numéricos. ....	42
4.11	Comparación de medias de descriptores 26, 27, 28, 29 y 31 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).....	43

4.12	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 42, 43, 44, 45 y 46 los cuales cuentan con datos numéricos. ....	44
4.13	Comparación de medias de descriptores 42, 43, 44, 45 y 46 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05). ....	44
4.14	Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 48, 49, 50, 53 y 54 los cuales cuentan con datos numéricos. ....	45
4.15	Comparación de medias de descriptores 48, 49, 50, 53 y 54 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Pag.</b>
8.1	Comparación de descriptores de líneas progenitoras de maíz.....	59
8.2	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-Tep-3 (Tep-3).....	64
8.3	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-CS-8 (CS-8) .....	66
8.4	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-ML-S4-1 (ML).....	68
8.5	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-255-18-19 (18.19) .....	71
8.6	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruce simple (AN-CS-8 x AN-ML-S4-1). Representado en el texto como (CSn-1).....	73
8.7	Valores promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruce simple – (AN-255-18-19 x AN-Tep-3). Representado en el texto como (CSn-2). .....	75
8.8	Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruce simple AN-255-18-19 x AN-ML-S4-1. Representado en el texto como (CS ORIGINAL).....	78

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las especies de gran importancia agrícola por sus propiedades alimenticias para consumo humano y de diversas especies de ganado. En México, este cereal ha sido destacado como el cultivo anual más importante, sea por la superficie en millones de hectáreas, su volumen de producción, o por la diversidad de usos alimenticios e industriales. Además, ha tenido un gran impacto por su respuesta productiva y económicamente rentable en las diferentes condiciones agroclimáticas. Esta capacidad adaptativa de la especie conduce a una gran demanda de los agricultores maiceros, ya que requieren variedades mejoradas adaptadas y disponibles en sus regiones con la finalidad de incrementar su producción.

Actualmente las instituciones públicas y empresas privadas que hacen investigaciones en maíz buscan alternativas para generar nuevas variedades que tenga la capacidad de producción, adaptación y estabilidad en ambientes donde las condiciones sean desfavorables, tales como la ocurrencia de sequía por la mala distribución pluvial, la incidencia de heladas, lo cual afecta el desarrollo de las plantas, esto repercute en el rendimiento provocando grandes pérdidas. Cabe mencionar que las investigaciones que llevan a cabo las instituciones públicas y privadas se han enfocado acorde a las condiciones ambientales para mejorar las características de la naturaleza del material, enfocado en rendimiento, la calidad, la sanidad y la tolerancia o resistencia a factores bióticos y abióticos (Smith *et al.*, 1998).

Por otra parte, al desarrollar nuevas variedades con potencial de producción, el fitomejorador tiene la posibilidad de buscar el registro de estos materiales, por lo que se procede a la caracterización por descriptores de los nuevos materiales. La información es de relevancia para probar la estabilidad, adaptabilidad, homogeneidad, distinción en cada uno de las variedades descritas, y su eventual prueba en los

ambientes previstos para su utilización (Serrato, 1995; Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SNICS, 2005).

Con el propósito de desarrollar nuevas variedades mejoradas de maíz (híbrido) y comprobar su efectividad y potencial de producción, el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), sede en Saltillo, México, hace el compromiso de caracterizar los nuevos materiales híbridos y sus progenitores para buscar el registro ante el SNICS, dependencia Oficial del Gobierno Mexicano encargada, entre otras materias, la de extender el registro de nuevas variedades de plantas. Las variedades generadas por el IMM están dirigidas principalmente a los pequeños agricultores maiceros de la región, que tengan al alcance estos híbridos de maíz como una opción para sus actividades productivas. Por otra parte, al obtener los descriptores varietales de cada híbrido, permite al fitomejorador y su institución patrocinadora, tenga el reconocimiento y derecho de obtentor del material mejorado.

### **Objetivo general**

Obtener las descripciones varietales de los híbridos de maíz y sus progenitores para fines de registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), generados en el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### **Objetivos específicos**

1. Obtener las características cuantitativas y cualitativas propias de los híbridos de cruce simples de maíz (guía SNICS), denominadas en breve como: CSn1, CSn2, y teniendo como material de referencia a la cruce simple CSo.

2. Obtener descriptores de las características cuantitativas y cualitativas en líneas progenitoras denominadas Línea AN-ML-S4-1, Línea AN-Tep-3, Línea, Línea AN-CS-8, y Línea AN-255-18-19, siguiendo la metodología de la descripción varietal, especificada por el SNICS.
3. Comparar los descriptores varietales de los híbridos de cruce simple de maíz y sus progenitoras para determinar la homogeneidad, distinción, estabilidad y su expresión al explotar el vigor híbrido.

### **Hipótesis**

1. Las nuevas cruces simples de maíz presentan propiedades cuantitativas y cualitativas que difieren en alguna medida al material de referencia y entre ellas, lo cual les confiere su la calidad de “distintas”.
2. Los híbridos expresaran alta capacidad de producción y otros atributos en comparación a la expresión de sus progenitoras debido al fenómeno de heterosis.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Datos sobre el Origen del Maíz

El maíz tuvo su origen y diversificación inicial en las montañas y valles de México, por medio de la intervención de los antiguos pobladores de este territorio en un proceso coevolutivo que condujo a la formación de una de las plantas cultivadas de mayor diversidad genética y una extensa diversidad de variedades que han evolucionado durante miles de años de domesticación (Kato *et al.*, 2009; Costich, 2016). Esta especie, ha sido uno de los más grandes logros agronómicos de la humanidad, porque es el cultivo que más se produce en el mundo. Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivada por los agricultores hace entre 7,000 y 10,000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cueva de los habitantes que poblaban la región de Tehuacán, en México (Wilkes, 1979).

Después de varias décadas de estudio, y de gran cantidad de publicaciones a partir del año 1985, la comunidad científica internacional ha llegado a la conclusión de que el teocintle anual mexicano, denominado *Zea mays ssp parviglumis*, perteneciente a la raza Balsas, es el ancestro del maíz (Gamiño, 2013).

### 2.2. Superficie y Rendimiento en México

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Durante el año agrícola 2015, de acuerdo el informe de SAGARPA (2016), la producción total de maíz fue de 25.7 millones de toneladas en dos ciclos Primavera–Verano y Otoño-Invierno, las cuales 22.3 millones

de toneladas corresponden a maíz blanco destinado principalmente para consumo humano y el resto, fue de maíz amarillo utilizado para los sectores pecuario e industrial). Los principales Estados productores de maíz fueron: Jalisco, Estado de México y Michoacán, que abarcan el 40 por ciento de la producción y le siguen en importancia, Guanajuato, Chihuahua, Puebla, Chiapas, Guerrero y Veracruz. Los estados que aportaron el mayor volumen fueron Sinaloa y Tamaulipas, con cerca del 84 por ciento del total para este periodo.

Durante el año comercial (octubre 2016-septiembre 2017), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) reportó la producción total de maíz blanco que alcanzó las 22.2 millones de toneladas, 80 mil toneladas más a las obtenidas en el ciclo anterior. En este periodo, la demanda fue de 12.39 millones de toneladas para consumo humano; autoconsumo, 4.2 millones de toneladas; consumo pecuario, 4.4 millones de toneladas; inventario final, 1.5 millones de toneladas, y exportaciones por 1.49 millones de toneladas, entre otros rubros, SAGARPA (2017).

De acuerdo el informe de SAGARPA (2017), indicó que durante 2015 y 2016 la producción tuvo un aumento de 14.1. Los principales Estados productores de maíz en México son Sinaloa, Guanajuato, Estado de México, Jalisco, Michoacán y Chihuahua, entidades que aportan el 61.5 por ciento de la producción nacional

### **2.3. Fenología**

En el transcurso de la historia, el hombre ha utilizado su conocimiento sobre los eventos fenológicos en la agricultura. La fenología, la cual fue una parte integral de las antiguas prácticas agrícolas, aún mantiene una muy cercana relación con la agricultura moderna a través de sus valiosas contribuciones. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se reflejan en el

rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. El comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas (Torres, 1995).

La fenología está definida como los cambios periódicos que el cultivo experimenta durante su desarrollo resultado de las condiciones ambientales, periodo entre dos distintas fases es llamado Estado Fenológico (Villalpando y Ruiz, 1993). La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación. La escala más utilizada para describir la fenología del cultivo de maíz es la escala fenológica de Ritchie *et al.*, publicado en 1982 que utiliza los caracteres morfológicos externos para describir el ciclo del cultivo de maíz. En esta escala se pueden visualizar dos grandes etapas: la vegetativa (V) y la reproductiva (R) (Cuadro 2.1). La subdivisión numérica de la fase vegetativa corresponde al número de hojas totalmente expandidas (lígula visible). La etapa reproductiva comienza con la emergencia de estigmas (R1) y finaliza en madurez fisiológica (R6) (Oñate, 2016).

**Cuadro 2.1. Aspectos descriptivos de la fenología del maíz**

<b>V</b>	<b>Etapas Vegetativas</b>
Ve	Emergencia
V1	1era hoja desarrollada
V2	2da hoja desarrollada
V...n	Enésima hoja desarrollada
Vt	Espigamiento
<b>R</b>	<b>Etapas reproductivas</b>
R1	Emergencia de estigmas
R2	Etapas de ampolla
R3	Grano lechoso
R4	Grano masoso
R5	Condición dentada del grano
R6	Madurez fisiológica

Fuente: Ritchie *et al.*, 1982.

Nota: Se considera una hoja desarrollada cuando se observa la lígula o el collar (Ritchie *et al.*, 1982).

## **2.4. Factores que Afectan la Fenología**

Para cualquier cultivo, el entendimiento de los eventos fenológicos es importante porque establece el marco temporal donde se forma el rendimiento y sus componentes. El maíz es una planta anual y determinada con los eventos cardinales de la germinación, la iniciación floral, la floración y la madurez fisiológica. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, el fotoperiodo, la temperatura y el ciclo agrícola de la siembra (Fisher y Palmer, 1984).

### **2.4.1. Factores genéticos**

Dada la importancia que tiene los mecanismos genéticos para los investigadores en tecnología de semillas, así como para los fitomejoradores de plantas, es importante conocer la variación genética para los diferentes caracteres agronómicos al iniciar cualquier programa de mejoramiento genético ya que la respuesta a la selección depende de la heredabilidad y de la presión de selección en los materiales (Chávez, 1995).

Por su parte, Grijalva y Sánchez (1989) citan el desarrollo de líneas y la identificación de las mejores combinaciones híbridas con base en el potencial de rendimiento, determinan el éxito de un programa de mejoramiento genético. El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento, que ha dado lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio (Paliwal *et al.*, 2001). En un programa de producción de semillas, es importante determinar los componentes de la calidad fisiológica en términos de viabilidad y vigor, los cuales pueden contribuir a predecir el establecimiento y producción de híbridos sobresalientes con altos índices de calidad (Grijalva y Sanchez, 2003).

### **2.4.2. Temperatura**

Las plantas como seres vivos, se consideran como aparatos meteorológicos registradores, sensibles a diversos elementos del clima. La fenología estudia la secuencia temporal de las distintas fases periódicos de las plantas y sus relaciones con el clima y el tiempo atmosférico; fases como: aparición de las primeras hojas, floración, maduración de los frutos, etc., tienen relación con las condiciones prevalecientes de temperatura y la oportuna cantidad de precipitación (Taiz y Zeiger, 2006; Villers *et al.*, 2009).

Así se tiene que cada planta perteneciente a determinada especie presenta límites mínimos, óptimos y máximos; algunas son susceptibles a las temperaturas altas en las primeras fases fenológicas y posteriormente pueden resistir altas temperaturas, otras suspenden funciones al estar en condiciones de bajas temperaturas. Igualmente, la oportuna cantidad de agua es vital; una precipitación excesiva en las primeras fases de vida de la planta es perjudicial y puede afectar el desarrollo. La presencia de lluvias con granizo durante la floración y fructificación causará bajas en la producción. Contrariamente se pueden presentar condiciones de sequía, con lo cual, los cultivos manifiestan cambios en la acumulación de biomasa, en los procesos de asimilación primaria, entre otros y finalmente en el rendimiento (Taiz y Zeiger, 2006). Más allá de las condiciones térmicas medias en el ciclo del cultivo, las bajas temperaturas afectan directamente el crecimiento y la fotosíntesis provocando un desarrollo lento del cultivo, no obstante, a medida que la temperatura aumenta (por encima de una base de 8-10°C), se acelera el desarrollo del cultivo y el ritmo fotosintético (Bet, 2015).

### **2.4.3. Fotoperiodo**

El maíz es una planta de hábito determinado cuantitativa de días cortos definidos por Fisher y Palmer (1984). Esto significa que el progreso hacia la floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperiodo excede un valor crítico mínimo. Para la población tuxpeña el fotoperiodo crítico es de 13.5 h (Fisher y Palmer, 1984), y para la

mayoría del germoplasma es de entre 11 y 14 h (Ellis *et al.*, 1992). Las necesidades del fotoperiodo varían entre cultivos y entre etapas fenológicas de ahí que puede decirse que existen plantas de fotoperiodo largo y corto. Si el fotoperiodo está entre el crítico y el óptimo la floración se ve acelerada conforme esta avanza hacia el óptimo (Villalpando, 1990).

Por su parte, Coligado y Brown (1975) observaron el efecto del fotoperiodo en híbridos de maíz señalando que cuando el fotoperiodo se incrementa de 10 a 20 horas el periodo de inicio del espigamiento se incrementa en todas las temperaturas, concordando con Francis (1971) al mencionar que la planta de maíz es de día corto y que el efecto del fotoperiodo no es en la velocidad de crecimiento ni en la fotosíntesis, sino en la diferenciación del ciclo y duración, es decir; el maíz prolonga su ciclo vegetativo por los días largos.

#### **2.4.4. Humedad**

La humedad es un factor importante para el maíz, ya que a través de ello puede mantenerse viva, además pueden desarrollarse para completar sus diferentes etapas de crecimiento y completar su ciclo de vida. Por su parte, Fisher y Palmer (1987) afirman que es esencial mantener la humedad adecuada en la zona de raíces durante las etapas críticas (floración y el jiloteo). De acuerdo, Pandey y Chetima (2000) afirman que el déficit de agua afecta el rendimiento quienes trabajaron en un ambiente semiárido y produjeron déficit hídrico en estadios específicos de crecimiento de maíz, aunque los requerimientos hídricos del cultivo de maíz son variables en las diferentes etapas de su ciclo productivo.

El maíz parece ser relativamente tolerante al estrés hídrico durante el período vegetativo y de maduración. La mayor disminución de los rendimientos de granos la ocasiona el déficit hídrico durante el período de floración, incluyendo la formación de la inflorescencia, la formación del estigma y la polinización, debido principalmente a una reducción del número de granos por mazorca y afectaría el rendimiento debido al

menor tamaño del grano. Este efecto es menos pronunciado cuando, en el período vegetativo precedente, la planta ha sufrido el estrés hídrico (Rivetti, 2006).

#### **2.4.5. Fertilización**

Un buen rendimiento del maíz requiere que el suelo este bien suplido con elementos para esto es necesario utilizar un programa de fertilización balanceada. Es decir, se requiere más nitrógeno (N) y fosforo (F) además de potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S), según Oñate (2016).

#### **2.4.6. Fecha de siembra**

La fecha de siembra se define por un conjunto de factores ambientales que reaccionan unos con otros y que interactúan con la planta, promoviendo cambios en el rendimiento afectando otras características agronómicas (Cámara, 1991) y por otro lado, Dapaah y Hill (2000) consideran que la fecha de siembra puede ser importante para determinar el éxito de la cosecha y maximizar el rendimiento de semillas.

La fecha de siembra es una decisión determinante sobre el ambiente que explorará el cultivo durante el ciclo y especialmente durante etapas críticas de desarrollo, misma que repercutirá en el rendimiento. Debido a diferentes fenómenos climáticos, así como el calentamiento global, ha modificado la fecha de siembra en las diferentes regiones productoras de maíz en México, de acuerdo con el Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI., s/f). Algunos efectos de la fecha de siembra son:

- a. **Menor/retraso en la germinación.** Al cambiar la fecha óptima de siembra se puede tener problemas como bajas temperaturas del suelo que limitan la germinación. También en cultivo de temporal por condiciones de baja precipitación es posible tener problemas de estrés hídrico.

- b. **Alargamiento del ciclo vegetativo.** Al no contar con las condiciones adecuadas de temperatura y radicación, principalmente, la duración del ciclo del cultivo tiende a extenderse, causando mermas en la producción.
- c. **Incidencia de plagas y enfermedades.** Dependiendo de las condiciones climáticas que prevalezcan en la zona, muchas veces el cultivo puede verse afectado por el ataque de plagas y/o enfermedades.
- d. **Precocidad.** Las condiciones de estrés como sequía, inducen a que la planta responda al ambiente reduciendo drásticamente el ciclo normal de desarrollo, como una característica de adaptación a la sobrevivencia.

#### **2.4.7. Densidad de población**

La densidad de población, es considerada como el factor controlable para obtener mayores rendimientos en los cultivos. En el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características agronómicas, pues el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un punto máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto (Sangoi, 2000).

Por otro lado, Ramírez y Maya (2002) mencionan que cuando la densidad de población es alta, se incrementa la competencia por luz, agua y nutrimentos, lo que ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta, e incrementa la frecuencia de pudriciones de raíz y tallo, lo que propicia acame. Por el contrario, las densidades de población bajas provocan problemas con maleza o desperdicio de suelo (Njoka *et al.*, 2005). En el mismo sentido, Nielson (1988) encontró que un aumento en la densidad de plantas de 44,444 a 88,888 plantas/ha, la producción de maíz subió 2.7%. Además, señala que el estrés por agua y la falta de nitrógeno afectan el crecimiento y el rendimiento. Sin embargo la relación entre la producción de grano y la densidad de población es compleja, ya que la mejor

respuesta en rendimiento de grano varía de acuerdo a la condición de suelo, clima, prácticas culturales y genotipo (Pinter *et al.*, 1994; Sangoi, 2000).

## 2.5. Descripción Varietal e Importancia

La descripción varietal de una especie vegetal determinada es un rasgo distintivo de la planta o parte de ella, donde se observan diversos patrones de distinción, uniformidad y estabilidad que permiten caracterizar y distinguir a una población de plantas que constituyen una variedad. La identificación correcta del material vegetal garantiza que la variedad adquirida posea características deseables, además permite la operación exitosa de esquemas nacionales para certificación de semillas mediante una adecuada identificación de la variedad (Flores *et al.*, 2011).

Por otro lado, Sánchez (1990) define la descripción varietal como una herramienta de gran utilidad para conservar la pureza física y genética de las semillas, y en la cual destaca que para realizarla, se deben evaluar con minuciosidad un gran número de descriptores, y muchos de los materiales genéticos liberados carecen de una adecuada caracterización, trayendo por consiguiente una rápida pérdida de identidad varietal, siendo comunes las mezclas físicas y genéticas de las semillas.

Para Serrato (1995), la descripción varietal de una nueva variedad de semilla, debe reunir ciertos patrones que la hagan ser distinta, homogénea y estable. **Homogénea**, es definida por características morfológicas o fisiológicas que describen la uniformidad del cultivar. **Estable**, definida por características morfológicas o fisiológicas que permiten confirmar la repetitividad fenotípica después de varias generaciones de reproducción en cada ciclo del cultivar. **Distinta**, definida por características morfológicas o fisiológicas susceptibles a una descripción precisa y de fácil reconocimiento, lo cual puede denominarse pureza genética que forma parte de la identidad genética de la planta, al ser multiplicada la semilla, su reproducción será fielmente al fenotipo característicos de la variedad.

El objetivo de la descripción varietal, es el control de la pureza genética y física de cada variedad, para infundir credibilidad en el comercio de semillas; por lo cual se debe de conservar su identidad al multiplicarla y producirla.

La importancia de la descripción varietal radica en poder registrar la variedad ante organismos oficiales, promover su difusión y realizar adecuadamente su multiplicación, manteniendo su pureza genética; esto con la finalidad de ofrecer certeza al obtentor de una nueva variedad y del el que hará uso del material registrado (Flores *et al.*, 2011)

El trabajo de la caracterización de una variedad de plantas consiste en reunir todas las descripciones de la morfología de la planta que definen el material a describir ya sea en una variedad o en híbridos, esto permite al obtentor para un mejor control del comercio de semillas, donde el atributo de calidad es básico debido que lo determina el genotipo, además permite realizar estudios de interés agronómico en la especie y se evita la biopiratería de materiales vegetales lo cual permite al fitomejorador, la adjudicación y establecimiento de los derechos a demostrar los atributos genéticos propios de su material, y un mejor control del comercio de semillas (Keffe y Draper, 1986). Por otro lado, la caracterización permite al obtentor, realizar estudios de interés agronómico y estudios genéticos en la especie y se evita la biopiratería de materiales vegetales en la producción de semillas (Keffe y Draper, 1986; Smith *et al.*, 1998).

## **2.6. La Certificación de Semilla**

De acuerdo la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (2007), nueva ley publicada en el diario oficial de la federación el 15 de junio de 2007, del Capítulo VI: **Del procedimiento de calificación de semillas**, en los artículos, 25,30, 31 y 32 establece:

**Artículo 25.-** La calificación de semillas se realizará conforme a los métodos y procedimientos que se establezcan en las Reglas que expida la Secretaría (actualmente SAGARPA), el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) vigilará su cumplimiento.

En el caso de semillas certificadas, la calificación es un procedimiento de seguimiento y comprobación del conjunto de actividades por las que se garantiza que las semillas se obtienen bajo métodos y procesos de producción, procesamiento y manejo postcosecha que aseguran que su calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria, se ajusta a las Reglas que para tal efecto emita la Secretaría.

**Artículo 30.-** La calificación de semillas podrá ser realizada por:

- I. La Secretaría, a través del SNICS; y
- II. Las personas morales que apruebe la Secretaría como organismos de certificación, acreditados en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Artículo 31.-** La Secretaría aprobará de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a personas morales para operar como organismos de certificación para la calificación de semillas, siempre que cuenten con los elementos necesarios para llevar a cabo dicha calificación, de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

**Artículo 32.-** Los organismos de certificación para la calificación de semillas tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Realizar las actividades relativas a la calificación y certificación de semillas conforme los métodos y procedimientos que se establezcan en las Normas Mexicanas y en las Reglas a que se refiere esta Ley;
- II. Conservar en su poder las muestras de las semillas que califiquen y la documentación respectiva en los términos de las Reglas a que se refiere esta Ley; y

**III.** Las demás que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas y las disposiciones fiscales aplicables.

Los organismos de certificación que califiquen semillas, serán solidariamente responsables con los productores de las mismas cuando las certificaciones no se hayan efectuado conforme a las Normas Mexicanas y a las Reglas a que se refiere esta Ley.

## **2.7. Requisitos de la UPOV**

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es una Organización Intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza), creada por el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Su sistema de protección de variedades vegetales surgió con la adopción del Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales por una Conferencia Diplomática, el 2 de diciembre de 1961, en París. El Convenio fue adoptado en ese año, y fue revisado en 1972, 1978 y 1991 (UPOV, 2000). Donde publicó las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en caracteres cualitativos y cuantitativos.

El objetivo del Convenio es la protección de las obtenciones vegetales por un derecho de propiedad intelectual. Con el fin de alentar a los obtentores desarrollar variedades vegetales (UPOV, 2000). La misión de la UPOV es Proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades vegetales para beneficio de la sociedad.

El Convenio de la UPOV (Artículo 7.1) de las Actas de 1961/1972 y 1978 y Artículo 12 del Acta de 1991), exige que una variedad sea examinada para ver si cumple los criterios relativos a la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. En el Acta de 1991 del Convenio de la UPOV se aclara que “en el marco de este examen, la autoridad podrá cultivar la variedad o efectuar otros ensayos necesarios, hacer efectuar el cultivo

o los otros ensayos necesarios, o tener en cuenta los resultados de los ensayos en cultivo o de otros ensayos ya efectuados” (UPOV, 2002).

Dentro del marco de la UPOV (2002), requisita lo siguientes puntos para el examen de DHE:

- 1) **Material vegetal representativo.** El material que ha de presentarse para el examen DHE (que se refiere a la Distinción, Homogeneidad y Estabilidad) deberá ser representativo de la variedad candidata. En el caso de variedades que posean un ciclo particular de reproducción o multiplicación, como las variedades híbridas y sintéticas, esto significa que el material objeto de examen deberá incluir la etapa final del ciclo de reproducción o multiplicación.
- 2) **Buen estado general del material presentado.** El material vegetal presentado al examen debería hallarse visiblemente en buen estado, no carecer de vigor ni estar afectado por plagas o enfermedades importantes y, en el caso de las semillas, deberá tener suficiente capacidad de germinación para que pueda llevarse a cabo el examen de manera satisfactoria.
- 3) **Factores que pueden influir en la expresión de los caracteres de la variedad.** La expresión de uno o varios caracteres de la variedad puede estar influenciada por factores como las plagas y las enfermedades, el tratamiento químico. En algunos casos (por ejemplo, la resistencia a las enfermedades) se utiliza intencionalmente la reacción a ciertos factores como carácter en el examen DHE, en consecuencia, en función de las circunstancias, la autoridad examinadora deberá cerciorarse de lo siguiente,

- a. Ninguna de las variedades objeto de examen presenta esos elementos o,
- b. Todas las variedades incluidas en el examen DHE, incluidas las variedades notoriamente conocidas, están sujetas al mismo elemento y que dicho elemento tiene el mismo efecto en todas las variedades o,
- c. En los casos en que aún podría llevarse a cabo un examen satisfactorio, los caracteres afectados quedan excluidos del examen DHE, salvo que pueda determinarse la expresión verdadera del carácter del genotipo de la planta, a pesar de la presencia de dicho elemento.

## **2.8. Exámenes de Distinción**

De acuerdo al Convenio de la UPOV (Artículo 6 de las Actas de 1961/1972 y 1978, y Artículo 7 del Acta de 1991), y con la finalidad de satisfacer el requisito de la distinción, la variedad deberá distinguirse claramente de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida por uno o varios caracteres importantes y de acuerdo el requisito prescrito en el Artículo 1.vi) de que la variedad pueda “distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos...” significa que la variedad deberá distinguirse por los caracteres (UPOV, 2002).

## **2.9. Examen de Homogeneidad**

De acuerdo al Artículo 6.1), inciso c) de las Actas de 1961/1972 y 1978 del Convenio de la UPOV, se considerará homogénea la variedad si es suficientemente homogénea teniendo en cuenta las características particulares de su reproducción sexuada o de su multiplicación vegetativa. En el Artículo 8 del Acta de 1991 se estima que la variedad es homogénea si, a reserva de la variación previsible habida cuenta de las particularidades de su reproducción sexuada o de su multiplicación vegetativa, es suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, aclarando de esta manera

que los caracteres constituyen la base para el examen de la homogeneidad (UPOV, 2002).

En el Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, el Artículo 8 prevé que la homogeneidad se evaluará teniendo en cuenta que la variedad sea lo “suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes” (UPOV, 2002).

### **2.10. Examen de Estabilidad**

De acuerdo el Artículo 6.1), inciso d) de las Actas de 1961/1972 y 1978 del Convenio de la UPOV prevé que la variedad deberá ser estable en sus caracteres esenciales, es decir, deberá permanecer conforme a su definición después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas o, cuando el obtentor haya definido un ciclo particular de reproducciones o de multiplicaciones, al final de cada ciclo. Igualmente, el Artículo 9 del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV prevé que la variedad se considerará estable “si sus caracteres pertinentes se mantienen inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas o, en caso de un ciclo particular de reproducciones o de multiplicaciones, al final de cada ciclo” (UPOV, 2002).

### **2.11. Variedades de Referencia**

Las variedades con la que debe compararse a las nuevas variedades a caracterizar, debe ser semejantes a aquellas variedades que sean consideradas similares, conocida y que haya sido registrado anteriormente y debe estar a la disposición y en producción donde se realiza el examen (UPOV, 2000).

## 2.12. Mantenimiento Varietal

El mantenimiento de las líneas progenitoras de un híbrido, así como de variedades mejoradas, en general es responsabilidad de los fitomejoradores y de los encargados de los incrementos iniciales de semilla original y básica; ya que es esencial que estas conserven su pureza genética a través de las generaciones; sin embargo, durante los procesos de multiplicación de semilla pueden presentar sesgos en relación con la constitución genética original, debido al deficiente control en el sistema de reproducción y al desconocimiento de las características genotípicas que definen su identidad varietal (Virgen, 1991).

Por otro lado, según la FAO (1983) existe una serie de principios prácticos para mejorar la eficiencia de la depuración varietal como son:

1. El cultivo debe hacerse de manera que cada planta pueda verse individualmente.
2. Recorrer sistemáticamente el campo para observar las plantas.
3. Extraer las plantas anómalas en su totalidad.
4. Inspeccionar los cultivos con el sol a la espalda y en horas tempranas de la mañana. Las plantas indeseables deben extraerse antes de que florezcan.
5. Mantener registros del número y tipo de plantas extraídas.
6. Extraer las especies silvestres y de malezas compatibles de cruzamientos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del Área de Estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Buenavista (bajío) de la universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), sede en Saltillo, Coahuila. Está ubicada en la ex-hacienda de Buenavista, Municipio de Saltillo, a 7.5 km, al sur de la ciudad, sobre la carretera 54 (Saltillo-Zacatecas). Las coordenadas geográficas del sitio son 25° 22" de latitud norte y 101° 02" longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm (UAAAN, 2011).

#### **3.2. Campo e Invernadero**

Los genotipos fueron evaluados en campo a lo largo de cuatro etapas, como sigue: fase germinación y emergencia, fase vegetativa, fase reproductiva, y cosecha. La cosecha obtenida fue trasladada al invernadero # 3 de la UAAAN para la toma de datos en mazorca, correspondientes a varios descriptores comprendidos en las categoría “Cualitativos”, “Cuantitativos” y “Pseudocualitativos”, tales como, longitud del pedúnculo, longitud de mazorca, diámetro, y forma de mazorca, arreglos de las hileras de granos, número de hileras, número de granos por hilera, tipo de grano, forma de la corona de grano, color del grano, color dorsal del grano, color del endospermo del grano, coloración por antocianinas en las glumas del olote, e intensidad de coloración por antocianinas en las glumas del olote.

#### **3.3. Clima**

Con base en lo publicado por Hernández (2012), el clima en la localidad de estudio, de acuerdo la clasificación climática de Koeppen (1930), modificado por Enriqueta García (1980), el tipo de clima que predomina en el sitio es denominado *BSo*

*h x' (w)*, que corresponde a la descripción de árido, semicálido, con lluvias en verano, invierno fresco. En informe de la UAAAN (2011), la precipitación media total anual está en el rango 350-400 mm. Régimen de lluvias: la temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio, mientras que marzo es el mes más seco, también, se documenta una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La temperatura media anual es de 19.8 °C. Las heladas comienzan en noviembre, y se continúan hasta el mes de marzo; generalmente, las heladas de noviembre y diciembre no son muy severas, pero son intensas en enero (hasta - 10°C). Generalmente la ocurrencia de heladas, terminan en el mes de marzo, mes que ni son muy intensas, ni se presentan frecuentemente, en algunas ocasiones, pueden presentarse ligeras heladas en abril.

### **3.4. Tipo de Suelo**

El tipo de suelo del campo experimental es tipo xerosol háplico, de origen aluvial, variados de someros a profundos y con afloraciones de rocas calizas lutitas con una textura migajón- arcillosa (Mendoza, 1999).

### **3.5. Material Genético**

En este trabajo se utilizaron siete materiales de maíz (Cuadro 3.1), consistentes en cuatro líneas endogámicas como los progenitores de las cruzas simples, denominadas: AN-ML-S4-1, AN-Tep-3, AN-CS-8, y AN-255-18-19; dos cruza simples, consideradas como nuevas variedades de maíz (híbridos), son denominadas provisionalmente como: AN-CSn1 y AN-CSn2, y teniendo como material de referencia a la cruza simple AN-CSo, todos ellos generados en el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, de la UAAAN.

**Cuadro 3.1. Genotipos de maíz utilizados en esta caracterización, de acuerdo a su categoría y origen.**

Material	Categoría	Origen	Ciclo 2016
AN-Tep-3	Línea endogámica	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-CS-8	Línea endogámica	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-ML-S4-1	Línea endogámica	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-255-18-19	Línea endogámica	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-CSo de referencia	Cruza simple	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-CSn1	Cruza simple	UAAAN, 2015	Primavera-verano
AN-CSn2	Cruza simple	UAAAN, 2015	Primavera-verano

### 3.6. Establecimiento de Lotes Experimentales

Para el establecimiento de los lotes experimentales se llevó a cabo la preparación de suelo con barbecho, rastra cruzada, y surcado, éstos se trazaron a una distancia de 80 cm, orientados de sur a norte. Posteriormente se procedió a la siembra de manera manual de los diferentes genotipos de maíz.

Para la siembra de los genotipos de la cruce simple denominadas CSn1 y CSn2, cada genotipo de la cruce simple se sembró en una unidad experimental de 2 repeticiones, resultando 10 surcos por repetición, a una longitud de 21 metros por surco, tirando una semilla por golpe a una distancia de planta a planta de 15 cm, a una profundidad de 5 cm cubriendo con el sistema tapa-azadón.

Las siembras de las líneas denominadas AN-255-18-19, AN-Tep-3 (progenitores de CSn2), y AN-CS-8, AN-ML-S4-1 (progenitores de CSn1) fueron sembradas cada una en una unidad experimental de 4 surcos de 10 m de longitud, 2 repeticiones, tirando una semilla por golpe, a una distancia de planta a planta de 15 cm con una profundidad de 5 cm, usando el sistema tapa-azadón.

La siembra del genotipo de referencia denominada cruza simple CSo, se estableció en una unidad experimental de 2 repeticiones, resultando 10 surcos por repetición, con una longitud de 3 metros tirando una semilla por golpe a una distancia de 15 cm de planta a planta, a una profundidad de 5 cm, usando el sistema tapazadón.

### **3.7. Fertilización**

La fertilización se aplicó siguiendo la fórmula 160:80:00 (N: P: K), utilizando las fuentes de fertilizantes químicos Mono-fosfato-amónico (MAP) y Urea, cuyos contenidos de Nitrógeno y Fósforo en el primero son de 11:52 unidades por cada 100 kilos del fertilizante comercial, y de 46:00:00 en el segundo. Las unidades aplicadas a la siembra fueron 100:80:00, y al tiempo de cultivo (plantas en pleno desarrollo, a los 40 días post-siembra) fueron 60:00:00 unidades.

### **3.8. Control de Plagas y Maleza**

La aplicación de insecticidas para el combate de plagas, principalmente para combatir gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), diabrotica (*Diabrotica balteata*), y gusano elotero (*Helicoverpa zea*), durante la fenología del cultivo, se llevó a cabo en tres ocasiones.

La primera aplicación fue con un insecticida sólido granulado del ingrediente activo carbofuran, con una dosis de aplicación de 24-30 Kg ha<sup>-1</sup> la aplicación de este producto químico fue en los surcos antes de tirar la semilla para posteriormente ser cubiertos juntos con la semilla, evitando su gasificación, de esta manera su persistencia de efecto de plaguicida puede mantenerse al suelo durante la germinación y crecimiento de las radículas de los cultivos. Las siguientes dos aplicaciones fue por aspersión de insecticida líquido-emulsionable, denominada como clorpirifos-etil, usado por su acción insecticida por ingestión, inhalación y contacto. Estas aplicaciones fueron durante la etapa vegetativa (desarrollo) e inicios de la etapa reproductiva.

El control de maleza fue de manera manual usando el sistema tradicional (azadón), que consistió en raspar los bordos de los surcos cubriendo la maleza con la misma tierra, de modo tal que impidiera la fotosíntesis en ellas, limitando su desarrollo. La labor mecánica de cultivo o arropo que se practicó a la etapa de 6 a 7 hojas de desarrollo del maíz, contribuyó a eliminar una buena parte de la presencia de malezas en los lotes experimentales.

### **3.9. Medición de las Características**

La toma de datos y mediciones de los diferentes descriptores del maíz, se llevaron a cabo de acuerdo a la Guía Técnica para la descripción varietal para el cultivo del maíz, elaborado por expertos de diversas instancias conforme lo dispuesto de la NOM-001-SAG/FITO-2013- en el cual establecen los criterios, procedimientos y especificaciones para la descripción varietal con la finalidad de armonizar la descripción de variedades vegetales con fines de registro nacional basado en los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales [UPOV] (SNICS, 2005). En el acopio de información en este trabajo al descriptor se le denomina con una letra “D” y al número de descriptor se le denomina con números cardinales.

#### **3.9.1. Caracteres cuantitativos en etapa de plántulas**

- D1. Coloración de la vaina de la 1<sup>a</sup> hoja por antocianinas: se determinó el nivel de coloración a partir de una evaluación visual mediante una sola observación de un grupo de plantas.
- D2. Longitud (cm) 1<sup>a</sup> hoja: se midió la longitud de la lámina de la hoja del extremo inferior donde termina la vaina hasta el ápice de la hoja.
- D3. Ancho (cm) 1<sup>a</sup> hoja: se midió la distancia entre bordes en la parte central de la lámina de la hoja.

D4. Relación largo/ancho 1ª hoja: se determinó el promedio mediante una sola observación de un grupo de planta o partes de plantas en cada genotipo descrito.

### **3.9.2. Caracteres pseudocualitativos en plántulas**

D5. Forma de la punta de la 1ª hoja: se determinó la forma de la hoja a través de una apreciación visual, observando solamente un grupo de plantas.

### **3.9.3 Caracteres cuantitativos en planta**

D6. Ángulo de la inserción de las hojas debajo de la mazorca superior: se midió el ángulo formado entre el tallo y la lámina de la hoja, debajo de la mazorca.

D7. Ángulo entre la lámina y el tallo: se midió el ángulo, justo arriba de la mazorca principal.

D8. Ángulo de la inserción de las hojas por arriba de la mazorca superior: se midió el ángulo entre el tallo y la lámina de la hoja arriba de la mazorca superior.

D9. Forma característica de la hoja: se determinó la forma de la hoja partir de una evaluación visual mediante en una sola observación de un grupo de plantas.

D10. Ondulación del margen laminar de la hoja: se determinó el nivel de ondulación de la margen de la hoja a partir de una evaluación visual mediante una sola observación de un grupo de plantas.

D11. Coloración por antocianinas en raíces adventicias: se determinó la coloración en las raíces adventicias a partir de una apreciación visual en un grupo de plantas.

D12. Número de hijuelos por planta: se contabilizó la presencia de los hijuelos en cada genotipo.

D13. Longitud media de entrenudos inferiores del tallo (cm): se midieron los entrenudos de la mazorca inferior

D14. Diámetro (mm) del tallo: se midieron el diámetro de los entrenudos de la mazorca superior.

D15. Longitud media de entrenudos superiores del tallo (cm): se midieron los entrenudos superiores de la mazorca principal.

- D16. Grado de zigzagueo del tallo: se observó a lo largo del tallo para ver la presencia y grado del zigzagueo.
- D17. Coloración por antocianinas en nudos de tallo: la evaluación se realizó a lo largo del tallo mediante la observación directa de los nudos.
- D21. Coloración por antocianinas de la vaina de la hoja en la parte media de la planta: la evaluación se realizó en la parte media de la planta.
- D24. Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja: la observación se realizó sobre el margen de la vaina de la hoja, exactamente debajo de la mazorca superior.
- D25. Floración masculina: la floración macho (masculino) se registró por apreciaciones visuales, cuando el 50 % de un grupo de plantas estaban liberando polen (anthesis) en el primer tercio superior de la espiga.
- D26. Longitud del pedúnculo de la espiga (cm): se midió la longitud de los pedúnculos a partir de la hoja bandera hasta la base inferior de las ramas laterales de la espiga.
- D27. Longitud de la espiga (cm): se midió la longitud de la espiga desde la base de las ramas laterales inferiores hasta el ápice del eje principal.
- D28. Longitud del eje principal de la espiga (cm): se midió el eje principal de la espiga a partir de las ramas laterales superiores hasta el ápice de la espiga.
- D29. Ángulo de la espiga: se midió el ángulo entre el eje principal y las ramas laterales superiores.
- D30. Posición de ramas laterales de la espiga: esta característica se determinó a través de una apreciación visual en el tercio inferior de las espigas.
- D31. Número de ramas laterales primarias de la espiga: se contabilizó la cantidad de ramas laterales provenientes del eje principal de la espiga.
- D33. Densidad de espiguillas: esta característica se determinó a través de una apreciación visual de las densidades de espiguillas en el tercio medio del eje principal de la espiga.
- D34. Coloración por antocianinas en la base de las glumas de la espiga: se observó la base de las glumas a través de una apreciación visual ubicadas en el tercio medio del eje principal de la espiga.

- D35. Coloración por antocianinas en las glumas de la espiga: se observó la base de las glumas de las espiguillas.
- D36. Coloración por antocianinas en las anteras: la observación se hizo en las anteras, en el tercio medio del eje principal de la espiga.
- D37. Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera: se calificó la porción de la espiga cubierto por la hoja bandera cuando el 50 % las plantas estaba en condición de antesis.
- D38. Floración femenina (jilote): la toma de datos de floración hembra (femenina) fue a través de una apreciación visual en un grupo de plantas cuando el 50 % de la población presentan estigmas receptivos de 1 a 3 centímetros de longitud.
- D40. Intensidad de la coloración por antocianinas del jilote: la apreciación se hizo en los estigmas de la mazorca principal a través de una apreciación visual.
- D41. Desarrollo de filodio del jilote: esta característica se refiere a la presencia de las extensiones de las brácteas de la mazorca, esta característica se determinó a través de una apreciación visual en grupo de plantas.
- D42. Longitud de ramas laterales de la espiga (cm): las mediciones se realizaron entre el punto de inserción de las ramas laterales inferiores y su ápice.
- D43. Longitud de la planta (cm): las mediciones partieron desde la superficie del suelo hasta el ápice de la espiga principal.
- D44. Altura de la mazorca principal (cm): las mediciones partieron desde la superficie del suelo hasta el nudo de la inserción de la mazorca superior.
- D45. Relación altura mazorca/ altura planta: se determinó obteniendo el cociente de D44/ D43 de cada genotipo.
- D46. Ancho de la lámina de la hoja (cm): se midió la parte media de la hoja justo debajo de la mazorca superior.
- D47. Número de mazorcas por planta: se determinó los cocientes contabilizando el número de mazorcas presentes en la muestra, dividiéndolas entre el número de tallos, el resultado multiplicado por 100 %.

#### **3.9.4. Caracteres cualitativos en planta**

- D18. Presencia de arrugas longitudinales en hoja: la observación se realizó a lo largo de las nervaduras de las hojas.
- D23. Coloración de la aurícula de la hoja: la observación se realizó en las aurículas de las hojas que se encuentra justo debajo de la mazorca principal.
- D32. Número de ramas laterales secundarias de la espiga: se contabilizó la cantidad de ramas secundarias provenientes de las ramas laterales primarias de la espiga.
- D39. Coloración por antocianinas en los estigmas del jilote: La observación se realizó en los estigmas de la mazorca principal.

#### **3.9.5. Caracteres pseudocualitativos en planta**

- D19. Coloración de la lámina de la hoja: la observación se realizó en las hojas que está exactamente debajo de la mazorca principal.
- D20. Coloración de la vaina de la hoja: la observación se realizó en las tres primeras hojas de la base del tallo.
- D22. Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca principal: la observación se realizó en la vaina debajo de la hoja de la mazorca principal.

#### **3.9.6. Caracteres cuantitativos en mazorca**

- D48. Longitud del pedúnculo de la mazorca (cm): las mediciones se realizó desde el nudo de inserción en el tallo hasta la base de la mazorca superior.
- D49. Longitud de la mazorca: las mediciones se realizó desde la base hasta el ápice de la mazorca superior.
- D50. Diámetro de la mazorca (mm): se midieron la parte media de la mazorca superior en milímetros con un vernier.
- D52. Arreglo de hileras de grano de mazorca: La observación se realizó en la mazorca superior.

D53. Número de hileras de granos de la mazorca superior: se contabilizó el número de hileras de granos en mazorcas superiores.

D54. Número de granos por hileras de la mazorca superior: se contabilizó los granos por hileras desde la base hasta el ápice de la mazorca superior.

### **3.9.7. Caracteres cualitativos en mazorca**

D55. Tipo de grano de mazorca: la observación se realizó en el tercio central de la mazorca superior.

D57. Color del grano de la mazorca: la observación se realizó en los granos de la mazorca superior en base a la apariencia externa.

D58. Color dorsal del grano de la mazorca: la observación se realizó en el lado opuesto a la posición del embrión, en la parte media de la mazorca superior.

D59. Color del endospermo del grano: Se realizó un corte transversal del grano para determinar el color del endospermo.

D60. Coloración por antocianinas en las glumas del olote de mazorca: se desgranó a las mazorcas superiores y se determinó la presencia de antocianinas en las glumas del olote.

### **3.9.8. Caracteres pseudocualitativos en mazorca**

D51. Forma de la mazorca: la observación se realizó en la mazorca principal a través de una apreciación visual.

D56. Forma de la corona del grano de la mazorca: la observación se realizó en el tercio medio de la mazorca superior.

D61. Intensidad de la coloración por antocianinas en las glumas del olote: se desgranó las mazorcas superiores y se determinó el nivel de intensidades de antocianinas en las glumas del olote.

### **3.5 Diseño Experimental**

El lote experimental se dispuso en un diseño estadístico completamente al azar, dos repeticiones. Los análisis de datos de caracteres cuantitativos, se llevaron a cabo utilizando el paquete de SAS versión 9.4 y la comparación de medias fue con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

Las estadísticas descriptivas como la media y la desviación estándar se analizaron y se obtuvieron en el programa de Excel, tomando en cuenta el total de plantas muestreadas de cada descriptor cuantitativo, y en el caso de los caracteres cualitativos y psedocualitativos (sin medición métrica) fueron obtenidos a través de apreciaciones visuales en grupos de plantas o partes de la planta, siguiendo la guía técnica (SNICS) de los descriptores varietales de maíz.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 68 características que señala la guía técnica para la descripción varietal de maíz, regida por el SNICS, existen 25 descriptores que son de la subdivisión MS, y que son los únicos que reciben mediciones métricas. También, los descriptores son agrupados en dos tipos observaciones, como sigue, 1) calificando la condición de la característica, y 2) señalando la clase de observaciones (Cuadro 4.1). A su vez, los tipos de caracteres se subdividen, por su naturaleza, en cualitativos, cuantitativos, y pseudocualitativos; también los tipos de observaciones se subdividen en cuatro variantes, representadas por sus siglas, como sigue: MG, MS, VG y VS (ver pie de Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1. Cuadro de concentración de descriptores en maíz por tipos de caracteres y tipos de observaciones**

Tipos de observaciones <sup>†</sup>	Tipos de caracteres		
	Cualitativos (QL)	Cuantitativos (QN)	Pseudocualitativos (PQ)
MG		38	
MS		2, 3, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54	
VG	18, 23, 32, 39, 60	1, 4, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 21, 24, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41	5, 19, 20, 22, 56,
VS	55, 57, 58, 59		51, 61

<sup>†</sup> MG: Medición única de un grupo de plantas o partes de plantas.

MS: Medición de varias plantas o partes de plantas individuales.

VG: Evaluación visual mediante una sola observación de un **grupo de plantas** o partes de plantas.

VS: Evaluación visual mediante observación de varias plantas o partes de **plantas individuales**.

De acuerdo la Guía del SNICS, la descripción varietal de maíz, fue realizada en las diferentes partes y/o estructuras morfológicas de cada uno de los grupos de plantas de maíz, en diferentes etapas fenológicas. Los datos a detalle, para las cruces simples (CSo, CSn1, CSn2), incluyendo descriptor, nota y nivel, aparecen en el Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2. Comparación de descriptores entre tres cruza simples de maíz.**

Descriptores de cruza simples de maíz							
Des.	Características	CS o		CSn1		CSn2	
		Nivel	Nota	Nivel	Nota	Nivel	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Media	5	Débil	3	Media	5
2	Longitud 1ª hoja	Muy larga	9	Muy larga	9	Larga	7
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	4	Media	3	Ancha	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	5	Media	5	Media	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	4	Redondeada a espatulada	4	Redondeada a espatulada	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	1	Erecto	1	Erecto	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	3	Pequeño	3	Pequeño	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	1	Erecta	1	Erecta	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	5	Curvada	5	Ligeramente curvada	3
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	2	Moderada	2	Moderada	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	5	Media	5	Media	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	1	Ausente	1		1 2
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Muy larga	9	Muy larga	9	Muy larga	9
14	Diámetro del tallo (mm)	Medio	3	Medio	3	Grande	4
15	Longitud media de entrenudos superiores	Larga	7	Larga	7	Larga	7
16	Grado de zigzagueo tallo-planta	Muy ligero	3	Ligero	5	Ligero	5
17	Coloración por antocianinas en nudos	Muy débil	1	Media	5	Media	5

18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Presente	9	Presente	9	Presente	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde oscuro	3	Verde oscuro	3	Verde medio	2
20	Coloración vaina, primeras tres hojas del tallo	Rojiza	4	Verde claro	1	Morada	5
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde	2	Verde claro	1	Verde claro	1
23	Coloración aurícula, hoja - mazorca principal	Verde claro	2	Verde claro	2	Verde claro	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	3	Poca	3	Media	5
25	Floración masculina	Precoz (76 días)	5	Precoz (76 días)	5	Precoz (71 días)	4
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	3	Media	5	Corta	3
27	Longitud de la espiga	Larga	7	Mediana	5	Larga	7
28	Longitud del eje principal, espiga	Muy larga	9	Larga	7	Muy larga	9
29	Ángulo de la espiga	Semiabierta	5	Compacta	3	Compacta	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Curvadas	5	Ligeramente curvadas	3	Ligeramente curvadas	3
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Muy alto	6	Muy alto	6	Alto	5
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	9	Presente	9	Presente	9
33	Densidad de espiguilla	Media	5	Densa	7	Media	5
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Fuerte	7	Media	5	Media	5
35	Coloración de las glumas	Ausente	1	Débil	3	Débil	3

36	Coloración de anteras	Medio	5	Medio	5	Medio	5
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Muy débil	1	Ausente	1	Poca	3
38	Floración femenina	Precoz (78 días)	5	Precoz (79 días)	5	Precoz (73 días)	4
39	Coloración de estigmas	Ausente	1	Ausente	1	Presente	9
40	Intensidad de coloración en jilote	Débil	3	Ausente	1	Media	5
41	Desarrollo de filodios	Muy poco	1	Muy poco	1	Poco	3
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Larga	7	Media	5	Muy larga	9
43	longitud de la planta completa	Alta	7	Alta	7	Alta	7
44	Altura de la mazorca	Baja	3	Media	5	Media	5
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	3	Pequeña	3	Pequeña	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Ancha	7	Mediana	5	Mediana	5
47	Número de mazorca por planta	101-120%	6	81-100%	5	101-120%	6
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	3	Corto	3	Corto	3
49	Longitud de la mazorca	Media	5	Media	5	Media	5
50	Diámetro de la mazorca (cm)	Medio	5	Medio	5	Medio	5
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	2	Cilíndrica	3	Cónica cilíndrica	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	1	Recta	1	Recta	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	3	Pocas	3	Pocas	3
54	Número de granos por hilera	Medio	5	Medio	5	Medio	5
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	3	Semidentado	3	Semidentado	3
56	Forma de la corona del grano	Hendida	2	Hendida	2	Hendida	2
57	Color del grano	Blanco cremoso	2	Blanco cremoso	2	Blanco cremoso	2
58	Color dorsal del grano	Blanco	1	Blanco cremoso	2	Blanco cremoso	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	1	Blanco	1	Blanco	1

60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	5	Ninguna	5	Ninguna	5
63	Carácter braquíptico	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtropical	4	Bajío o subtropical	4	Bajío ó subtropical	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	3	Trópico seco	3	Trópico seco	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera-Verano	2	Primavera-Verano	2	Primavera-Verano	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	1	Otoño- Invierno	1	Otoño- Invierno	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	1	Riego completo	1	Riego completo	1

Nota:

6 Descriptores donde la CSn1 es única: [1, 3, 27, 28, 33 y 47]

13 Descriptores donde la CSn2 es única: [2, 9, 12, 14, 19, 24, 25, 26, 31, 37, 38, 39 y 41]

10 Descriptores donde la CSn1 y CSn2 son iguales entre sí: [16, 17, 20, 22, 29, 30, 34, 35, 46 y 58]

3 Descriptores donde CSn1 y CSn2 son completamente diferentes de CS0, y entre sí: [20, 40 y 42]

Con base en los resultados obtenidos de las tres cruzas simples, las notas de descriptores fueron agrupadas, de manera arbitraria, en dos clases, una como clase de bajas (notas: 1, 2 y 3), y la otra como clase de altas (notas: 8, 9...12). De acuerdo con esta clasificación arbitraria, las nuevas cruzas simples discrepan de la crusa de referencia de manera diferente, la CSn1 presenta una proporción de descriptores de nota baja, ligeramente superior a los descritos en CSo, mientras que en CSn2 esta proporción es notablemente inferior. Por el contrario, en la clase de notas altas, la CSn1 presentó el menor porcentaje en esta categoría, mientras que la CSn2 presentó la más alta. (Ver Cuadro 4.3). Esta comparación tiene cierta relevancia porque cuando un descriptor tiene nota baja significa que la característica es casi inapreciable, por otro lado, cuando la nota se define con valores altas significa que la característica es muy marcada en la variedad que se describe. Finalmente, conviene señalar que en el universo de los descriptores hay una categoría intermedia que comprende notas en numeración de 4, 5,...7, las cuales no se incluyen en esta comparación.

**Cuadro 4.3. Porcentajes de notas en descriptores, correspondientes a los valores que presentaron las cruzas simples de maíz.**

Genotipo	Clase	
	Notas bajas (1, 2 y 3)	Notas altas (8, 9,...12)
CSo	52 %	8%
CSn1	54%	6%
CSn2	45%	10%

De acuerdo a lo establecido por la UPOV (2002), relativo a que las nuevas variedades que se generen (híbridos, variedades sintéticos, variedades mejoradas, líneas endogámicas, cruza simples, etc.) deben reunir patrones que las sitúen como materiales distintas, homogéneas y estables (DHE). En este sentido, y con base en las comparaciones establecidas en el párrafo anterior las nuevas cruza simples poseen la característica de “Distinta”, ya que ellas son diferentes en más de uno de los descriptores entre sí y con respecto a la CSo, sean estos de nota baja, intermedia o alta.

La concentración de descriptores de las tres cruza simples (Cuadro 4.2), tomando en cuenta las indicaciones para la condición de DHE, mencionado en el párrafo anterior, regido por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) los resultados obtenidos son clasificados en base al manual gráfico, las nuevas cruza simples (CSn1 y CSn2) discrepan de manera diferente con respecto a la cruza de referencia (CSo). La CSn1 presenta condición única en seis de los 68 descriptores, es decir, que la identifican para diferenciarse de la otra cruza nueva y la de referencia. Por otra parte, la CSn2 presenta 13 descriptores que la distinguen como única. Conviene señalar que del universo de descriptores, en diez de ellos únicamente las dos cruza nuevas (CSn1 y CSn2) son iguales. Lo más relevante de esta descripción de diferencias e igualdades, es el hecho de que se identificaron tres descriptores donde las dos cruza nuevas son diferentes entre sí, y también diferentes en cuanto a la cruza simple de referencia. Con esta información se tiene en plena confianza en declarar que las dos cruza simples nuevas reúnen la condición de Diferentes de las indicaciones de DHE de la guía técnica. Ver pie de nota (Cuadro 4.2).

Analizando la información desde otro punto de vista, en específico de aquellas variables que para ser descrita requieren de mediciones métricas, i.e. 25 de los 68 descriptores están en esta condición. Estas características fueron sometidas a un análisis de varianza, y cuando procedió, fueron calificadas a través de comparaciones de medias. Los datos analizados con el programa SAS versión 9.4. Cabe recalcar que este tipo de análisis sirve para ver los grados de significancia de cada descriptor, y que cada cruza simple (CSn1 y CSn2) que presente discrepancia en relación a la cruza de referencia (CSo).

Los resultados del análisis de varianza para los descriptores D2 a D4 aparecen en el Cuadro 4.4. Como puede observarse, sólo se encontró diferencias significativas para la variable D4, la cual describe la relación entre largo y ancho de la primera hoja. La comparación de medias correspondiente aparece en el Cuadro 4.5. El cociente que se obtiene en el D4 significa la apariencia general de la primera hoja y la cual

puede resumirse señalando que mientras mayor sea el cociente, más angosta será la hoja. Esta característica facilita la catalogación de genotipos al apreciar visualmente a la primera hoja por su apariencia fenotípica.

**Cuadro 4.4. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 2, 3, y 4, los cuales cuentan con datos numéricos**

F de V	D2 <sup>†</sup>	Sig	D3 <sup>†</sup>	Sig	D4 <sup>†</sup>	Sig
Genotipo	0.315	NS	0.011	NS	0.631	**
Error exp	0.035		0.001		0.015	
Media general	6.050		1.48		4.01	
R <sup>2</sup>	85.7		82.3		96.6	
C.V	3.09		2.75		3.04	

†: Número de descriptor; R<sup>2</sup>. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (pr< 0.01); NS: No significativa.

De acuerdo la prueba de medias (Cuadro 4.5), la CSn1 tiene parecido a la cruz de referencia (CSo), mientras que el cociente de CSn2 es menor y estadísticamente diferente, es decir, la cruz CSo y CSn1 tienen una apariencia de hoja delgada y CSn2 tiene un fenotipo de hoja más ancha. Es conveniente señalar que el descriptor D4 aparece en el Cuadro 4.2 con las dos medidas que indica la guía técnica, señaladas como **nota** y **nivel** con las marcas de “5” y “media” para las tres cruza bajo estudio. Esto pudiera significar que las tres cruza simples presentan igualdad en esta característica (cociente de la relación largo/ancho, primera hoja), sin embargo el ANOVA detecta las diferencias estadísticas señaladas, haciendo diferente a CSn2 con respecto a la CSo y la otra nueva cruz CSn1. Esta diferencia se documenta dado que para D4 el **nivel** consiste de cinco clases y cada de ellos presenta un intervalo numérico con amplitud de clase de 1.4 cm, siendo esta la razón que alimentan las diferencias estadísticas en el ANOVA para D4.

**Cuadro 4.5. Comparación de medias de descriptores 2, 3 y 4 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Genotipos	D2 <sup>†</sup>	D3 <sup>†</sup>	D4 <sup>†</sup>
CSn0	5.60 a	1.50 a	4.15 a
CSn1	5.60 a	1.40 a	4.50 a
CSn2	5.60 a	1.55 a	3.40 b

Nota: Medias con la misma letra no son significativa estadísticamente; <sup>†</sup> Número de descriptor.

Lo que respecta a los descriptores 6, 7 y 8, tomando en cuenta la información del Cuadro 4.2, las nuevas cruza simples (CSn1, CSn2) presentan **niveles y notas** iguales a la cruza de referencia (CSo), estas igualdades se deben por los diferentes intervalos numéricos de **nivel y nota** que les asigna la Guía Técnica, los cuales son muy amplios. Sin embargo, al aplicar los análisis de varianza para los descriptores del D6 al D8 se detecta diferencias estadísticas entre los genotipos bajo estudio. (Ver Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 6, 7, y 8, los cuales cuentan con datos numéricos.**

F de V	D6 <sup>†</sup>	Sig	D7 <sup>†</sup>	Sig	D8 <sup>†</sup>	Sig
Genotipo	1.68	**	27.28	*	23.11	*
Error exp	0.15		1.49		1.38	
Media general	25.80		28.03		26.10	
R <sup>2</sup>	87.80		92.40		91.70	
C.V	1.52		4.35		4.50	

<sup>†</sup>: Número de descriptor; R2. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (pr< 0.01); \*: diferencias significativa (pr< 0.05).

De acuerdo la prueba de medias aplicadas a los descriptores anteriores (Cuadro 4.7), se destaca que la CSn2 presenta los menores ángulos determinados entre hojas y tallo, sean estos los que se observaron entre hojas arriba de la mazorca, hoja de la mazorca superior, y las hojas inferiores a esta. Las discrepancias con las otras dos cruza simples, permiten señalar a CSn2 como el material de mejor

arquitectura de planta, y a CSn1 como el material que presenta los ángulos mayores en estas características. Vale la pena insistir que la caracterización válida para describir a los materiales se basa en la catalogación que señala la Guía Técnica, la cual indica el nivel y nota que corresponde a las mediciones del descriptor. Por lo anterior, los análisis de varianza que se aplicaron a los datos de estos tres descriptores son una especie de refinamiento en el manejo de las mediciones obtenidas, y que permiten establecer algunas diferencias de los materiales con respecto a estas variables.

**Cuadro 4.7. Comparación de medias de descriptores 6,7 y 8 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Gen	D6 <sup>†</sup>	Gen	D7 <sup>†</sup>	D8 <sup>†</sup>
CSn0	26.85 a	CSn1	31.25 a	30.10 a
CSn1	25.50 ab	CSn0	28.85 ab	24.45 b
CSn2	25.10 b	CSn2	24.00 b	24.00 b

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes; †: Número de descriptor; Gen: Genotipo.

Tomando en cuenta la información del Cuadro 4.2, las cruza simples CSn1 y CSn2 presentan la misma catalogación a la determinada para CSo en cuanto a los descriptores 13 y 15. Sin embargo, en la catalogación para D14 (diámetro del tallo a la inserción de la mazorca superior) se determinó que el valor más alto corresponde a la CSn2, lo cual la hace Distinta tanto a la CSo, como a la CSn1. Por otra parte, al aplicar un análisis de varianza y su correspondiente prueba de medias a los datos numéricos de los tres descriptores (Cuadros 4.8 y 4.9) se detectó diferencias estadísticas, lo cual permite señalar las siguientes generalidades: la CSo fue el material que presento los valores más pequeños, mientras que la CSn2 presentó los valores más altos. LaCSn1 fue igual a la CS2 solo es los descriptores 13 y 15. Estos señalamientos, basados en resultados estadísticos, son solo un refinamiento de la información y no impactan los resultados a la catalogación de la Guía Técnica.

**Cuadro 4.8. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 13, 14 y 15 los cuales cuentan con datos numéricos.**

F de V	D13 <sup>†</sup>	Sig	D14 <sup>†</sup>	Sig	D15 <sup>†</sup>	Sig
Genotipo	7.605	**	20.172	**	1.91	*
Error exp	0.235		0.588		0.103	
Media general	17.85		20.91		15.83	
R <sup>2</sup>	95.5		95.8		92.5	
C.V	2.71		3.66		2.03	

†: Número de descriptor; R<sup>2</sup>. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (pr< 0.01); \*: Diferencias significativa (pr< 0.05).

**Cuadro 4.9. Comparación de medias de descriptores 13, 14 y 15 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Gen	D13 <sup>†</sup>	D14 <sup>†</sup>	Gen	D15 <sup>†</sup>
CSn2	19.05 a	24.50 a	CSn1	16.85 a
CSn1	18.90 a	19.80 b	CSn2	15.75 ab
CSn0	15.60 b	18.45 b	CSn0	14.90 b

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes; †: Número de descriptor; Gen: genotipo.

Los descriptores 26 al 31, corresponden a la estructura de la morfología de la espiga, señalados como valores métricos, con excepción del descriptor 30. En la catalogación de los descriptores 26, 27 y 28 (Cuadro 4.2) se determinó que la CSn1 es diferente a los de CSo y CSn2, lo cual la sitúa como **Distinta**. Por otra parte, para el descriptor 29 (ángulo de la espiga) la CSn1 y CSn2 son catalogadas con **niveles y notas** iguales, y por lo tanto, diferentes a la cruza de referencia, CSo. En la comparación del descriptor 31, que se refiere al número de ramas laterales, la CSn2 es calificada con el valor máximo, lo cual la hace **Distinta** a las otras dos cruza simples, CSo y CSn1, que son de espigas menos ramificadas. Por otra parte, al aplicar los análisis de varianza a los datos numéricos de estos cuatro descriptores (Cuadro

4.10) y su correspondiente prueba de medias (Cuadro 4.11), se detectaron diferencias estadísticas en todos los descriptores.

De acuerdo a la prueba de medias, el descriptor 26 permitió señalar a la cruzas CSo y CSn2 son materiales con medidas pequeñas, mientras que la CSn1 presentó el valor más alto, lo cual coincide plenamente con la catalogación **nivel** y **nota**, y por lo tanto puede señalarse como **Distinta**. Los descriptores 27 y 28, mostraron que las cruzas CSo y CSn2 son estadísticamente iguales presentando un valor alto, mientras que la cruzas CSn1 presentó medida pequeña y estadísticamente diferente, concordando con la catalogación de **nivel** y **nota** señalada por la Guía Técnica-SNICS (Cuadro 4.2), por lo tanto **Distinta**.

En otra medida, para la variable D29, que se refiere el ángulo de la espiga, CSn1 y CSn2 presentaron medidas pequeñas, estadísticamente iguales, y diferentes a CSo, por lo que las cruzas nuevas pueden ser señaladas como Distintas e iguales entre sí. En el descriptor 31 (número de ramas laterales primarias de la espiga) puede señalarse a las cruzas CSo y CSn1 con valor alto y estadísticamente iguales, situando a la cruzas CSn2 como material de medida pequeña, y estadísticamente diferente, y por lo tanto como material **Distinta**.

**Cuadro 4.10. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 26, 27, 28, 29 y 31 los cuales cuentan con datos numéricos.**

F de V	D26 <sup>†</sup>	D27 <sup>†</sup>	D28 <sup>†</sup>	D29 <sup>†</sup>	D31 <sup>†</sup>
Genotipo	27.44 **	80.420 **	73.25 **	144.99 **	16.221 **
Error exp	0.240	1.338	0.488	1.595	0.308
Media general	9.80	35.75	30.183	29.616	14.18
R <sup>2</sup>	98.7	97.5	99.00	98.3	97.2
C.V	4.99	3.235	2.315	4.264	3.915

<sup>†</sup>: Número de descriptor; R<sup>2</sup>. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (pr< 0.01);

**Cuadro 4.11. Comparación de medias de descriptores 26, 27, 28, 29 y 31 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Gen	D26 <sup>†</sup>		Gen	D27 <sup>†</sup>		D28 <sup>†</sup>		D29 <sup>†</sup>		Gen	D31 <sup>†</sup>	
CSn1	14.00	a	CSn0	40.85	a	33.90	a	39.25	a	CSn1	16.80	a
CSn2	8.40	b	CSn2	37.75	a	33.45	a	26.50	b	CSn0	14.60	a
CSn0	7.00	b	CSn1	28.65	b	23.20	b	23.10	b	CSn2	11.15	b

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferente; †: Número de descriptor; Gen: genotipo

Los resultados del análisis de varianza para los descriptores del D42 al D46 aparecen en el Cuadro 4.12 y su correspondiente prueba de medias aparece en el Cuadro 4.13. Al aplicar los análisis de varianza a estos descriptores (Cuadro 4.12), se detectó diferencias estadísticas significativas en todos. Al catalogar el descriptor 42, las tres cruza simples presentan discrepancia, lo cual coincide con la información que arroja la prueba de medias que señala diferencias estadísticas entre ellas, y sitúa a la CSn2 como la de mayor dimensión.

Las variables D43 y D45 fueron catalogadas con el mismo nivel y nota, sin embargo, el análisis de varianza y la prueba de Tukey permitieron señalar discrepancias estadísticas entre las tres para D43, mientras que en el D45, las cruza CSn1 y CSn0 son iguales entre ellas y diferentes a la CSn2 la cual presenta el valor más alto. Es pertinente señalar que D45 (cociente de la relación altura mazorca superior /altura de planta) significa la apariencia general de la inserción de la mazorca, señalando que mientras menor sea el cociente, la inserción de la mazorca será notablemente más baja. En este sentido, la relación planta / mazorca más conveniente pudiera ser en valores de 0.42 a 0.52, situando a la mazorca superior en puntos intermedios del tallo de la planta, lo cual influye positivamente en la verticalidad, y por ello, en reducción de acame. Para los descriptores 44y 46 la CSn1 y CSn2 presentan la misma catalogación de nivel y nota, situándose como diferentes a la CSn0.

**Cuadro 4.12. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 42, 43, 44, 45 y 46 los cuales cuentan con datos numéricos.**

F de V	D42 <sup>†</sup>	D43 <sup>†</sup>	D44 <sup>†</sup>	D45 <sup>†</sup>	D46 <sup>†</sup>
Genotipo	48.53 **	388.31 **	295.24 **	0.00062 **	0.320 *
Error exp	0.42	0.32	3.693	0.00001	0.013
Media general	23.61	264.36	107.76	0.401	10.90
R <sup>2</sup>	98.70	99.80	98.1	96.1	94.10
C.V	2.77	0.21	1.783	1.016	1.06

†: Número de descriptor; R<sup>2</sup>. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (p< 0.01); \*: diferencias significativa (p< 0.05).

**Cuadro 4.13. Comparación de medias de descriptores 42, 43, 44, 45 y 46 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Gen	D42 <sup>†</sup>	Gen	D43 <sup>†</sup>	Gen	D44 <sup>†</sup>	D45 <sup>†</sup>	Gen	D46 <sup>†</sup>
CSn2	28.90 a	CSn1	273.70 a	CSn2	115.90 a	0.42 a	CSn0	11.30 a
CSn0	22.80 b	CSn2	271.05 b	CSn1	113.60 a	0.40 b	CSn2	10.90 ab
CSn1	19.15 c	CSn0	248.35 c	CSn0	93.80 b	0.38 b	CSn1	10.50 b

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferente; †: Número de descriptor; Gen: Genotipo.

Por último, para aquellos descriptores que requieren de mediciones métricas, como ocurre para las variables de D48 a D54, con excepción de D51 y D52. La catalogación de D48 a D54 (fuera excepciones) se definió con el mismo **nivel** y **nota** tanto para CSn1, CSn2, como al material de referencia CSn0, de acuerdo con lo registrado en el Cuadro 4.2. Sin embargo, los análisis de varianza (Cuadro 4.14) aplicados a estas cinco variables permitieron señalar diferencias estadísticas entre cruza sólo para D53 y D54, las cuales se refieren a morfología de mazorca. La prueba de Tukey (Cuadro 4.15) aplicada a D53 permitió señalar diferencias estadísticas entre las tres cruza, resultando superior (en número de hileras) la CSn1. Por otra parte, de la prueba de medias para D54, se puede observar que las dos nuevas cruza simples (CSn1 y CSn2) son iguales entre sí, y superiores en número de grano por hilera a la CSn0. Cabe mencionar que la catalogación presenta una discrepancia con la

información que arrojan los ANOVA, ya que la guía técnica presenta intervalos de mayor amplitud en cada una de las clases de nivel y nota para D53 y D54. Vale la pena reiterar que los ANOVA sólo aportan un detalle más en la caracterización de las variables métricas.

**Cuadro 4.14. Cuadrados medios y significancia estadística para los descriptores 48, 49, 50, 53 y 54 los cuales cuentan con datos numéricos.**

F de V	D48 <sup>†</sup>	D49 <sup>†</sup>	D50 <sup>†</sup>	D53 <sup>†</sup>	D54 <sup>†</sup>
Genotipo	1.646 NS	0.93 NS	0.015 NS	3.486 **	14.68 *
Error exp	0.20	0.21	0.003	0.045	0.97
Media general	8.81	17.43	5.30	14.2	35.90
R <sup>2</sup>	84.2	74.7	75.0	98.1	90.90
C.V	5.13	2.62	1.08	1.49	2.75

†: Número de descriptor; R2. (%): R cuadrado; C.V. (%): Coeficiente de variación; \*\*: diferencias altamente significativa (pr< 0.01); \*: diferencias significativa (pr< 0.05), NS: No significativa.

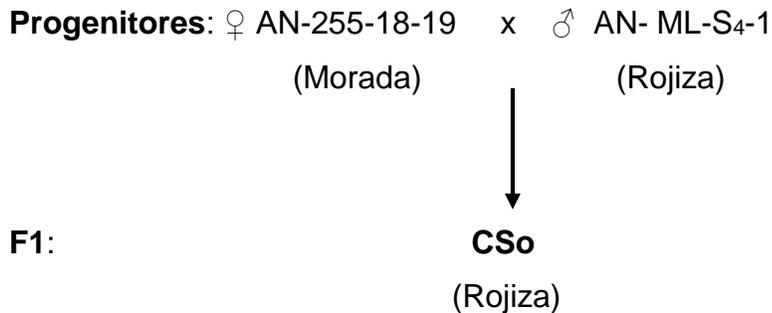
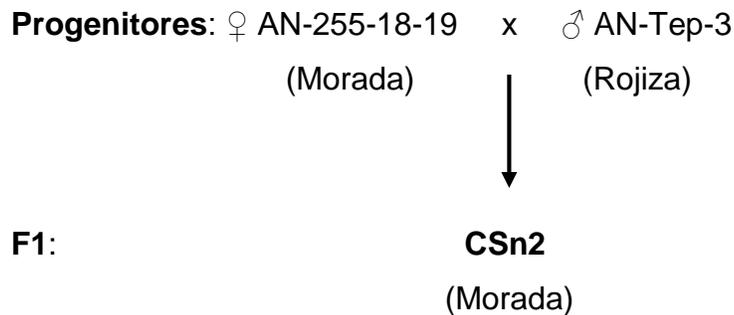
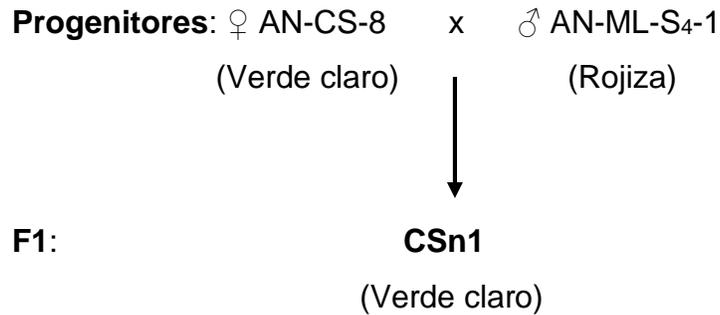
**Cuadro 4.15. Comparación de medias de descriptores 48, 49, 50, 53 y 54 con la prueba de rango de “Tukey” (0.05).**

Gen	D48 <sup>†</sup>	Gen	D49 <sup>†</sup>	Gen	D50 <sup>†</sup>	Gen	D53 <sup>†</sup>	Gen	D54 <sup>†</sup>
CSn2	9.65 a	CSn1	17.90 a	CSn0	5.40 a	CSn1	15.65 a	CSn1	38.75 a
CSn0	8.95 a	CSn0	17.75 a	CSn1	5.25 a	CSn0	13.95 b	CSn2	35.65 ab
CSn1	7.85 a	CSn2	16.65 a	CSn2	5.25 a	CSn2	13.05 c	CSn0	33.35 b

Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferente<sup>†</sup>,D: Número de descriptor, Gen: Genotipo

Por resultar de interés, se procedió a realizar un análisis final de la catalogación de aquellos descriptores en su nivel y nota, donde las dos nuevas cruza simples CSn1 y CSn2 son distintas a la cruza simple de referencia (CSn0), y también diferentes entre sí. El análisis se aplicó a la correspondencia entre progenitores y progenies, utilizando los descriptores más notables en la discrepancia de los materiales bajo estudio, y que hace únicas y distintas a las dos nuevas cruza simples. Los descriptores referidos son D20, D40 y D42.

**D20:** Coloración de la vaina las tres primeras hojas de la base del tallo.



Tomando en cuenta la condición de DHE, las dos nuevas cruza simples (CSn1 y CSn2) son diferentes entre sí y también diferentes con respecto a la cruza de referencia (CSo). La CSn1 presenta una condición en donde la expresión fenotípica corresponde a la del progenitor madre (AN-CS-8), y la CSn2 presenta esta condición única, en donde prevalece la condición fenotípica de la madre (AN-255-18-19) y por lo tanto Distintas a la CSo de referencia.

**D40:** Intensidad de coloración por antocianinas en el jilote.

**Progenitores:** ♀ AN-CS-8 x ♂ AN-ML-S4-1  
(Ausente) (Ausente)



**F1:** CSn1  
(Ausente)

**Progenitores:** ♀ AN-255-18-19 x ♂ AN-Tep-3  
(Muy débil) (Ausente)



**F1:** CSn2  
(Media)

**Progenitores:** ♀ AN-255-18-19 x ♂ AN- ML-S4-1  
(Muy débil) (Ausente)



**F1:** CSo  
(Débil)

Respecto este descriptor, las dos nuevas cruzas se caracterizan por la condición de Distintas, es decir, la CSn1 y CSn2 son diferentes entre sí y también diferentes la CSo. La CSn1 presenta la condición fenotípica de sus dos progenitores, y la CSn2 se distingue por una probable expresión de vigor híbrido ya que tiene una expresión superior a los padres, y también distinta a la CSo de referencia.

**D42:** Longitud de ramas laterales de la espiga.

**Progenitores:** ♀ AN-CS-8 x ♂ AN-ML-S<sub>4</sub>-1  
(Corta) (Media)



**F1:** CSn1  
(Media)

**Progenitores:** ♀ AN-255-18-19 x ♂ AN-Tep-3  
(Larga) (Larga)



**F1:** CSn2  
(Muy larga)

**Progenitores:** ♀ AN-255-18-19 x ♂ AN- ML-S<sub>4</sub>-1  
(Larga) (Media)



**F1:** CSo  
(Larga)

Respecto a este último descriptor, la CSn1 y CSn2 son catalogadas con **niveles** y **notas** distintas entre sí y diferentes a la cruz de referencia, CSo. En donde la expresión fenotípica de la CSn1 prevalece el progenitor macho (AN-ML-S<sub>4</sub>-1), y en la CSn2 expresa superioridad de sus dos progenitores. También se destaca que las nuevas cruces son Distintas entre sí, y diferentes a la de referencia. En la CSo prevalece el progenitor hembra (♀ AN-255-18-19).

Vale la pena insistir que la caracterización válida para describir a los materiales se basa en la catalogación que señala la Guía Técnica del SNICS, la cual indica el nivel y nota que corresponde a las mediciones de los descriptores (Ver Anexos). La información relativa a valores promedio y desviaciones estándar por características de medición cuantitativa, son un agregado en este trabajo de tesis con el propósito de señalar más propiedades sobre estos descriptores en las cruces de interés.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados en este trabajo experimental, se puede concluir que las dos nuevas cruzas simples (denominadas aquí como CSn1 y CSn2) cumplen la condición de “Distinta” señalada en la guía técnica-SNICS, y poseen características propias que las hacen únicas y distintas entre sí en varios descriptores. Los datos de catalogación permiten señalar los descriptores donde las dos nuevas cruzas son únicas, pero un análisis final que permite señalar los descriptores donde CSn1, CSn2 son distintas entre sí, y también distintas de la craza de referencia (CSno) lleva a señalar que a D20, D40 y D42 como los descriptores que establecen las diferencias y confieren a las nuevas cruzas como “Distinta”.

Cabe recalcar que para proceder con los trámites para la asignación de su eventual registro otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), esta institución gubernamental requisita dos ciclos de evaluación, previo a la solicitud de registro. Con la condición de obtener el reconocimiento del obtentor, en este caso la UAAAN y por ende, el derecho sobre el material, en su caso las regalías que se producen cuando terceras personas (instituciones gubernamentales, empresas privadas, productores) convengan con el uso de la variedad registrada.

## VI. RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.), como cultivo, es de gran importancia en la agricultura mexicana, por su gran extensión territorial y diversidad de regiones agroclimáticas donde se siembra. Actualmente, las grandes instituciones públicas y empresas privadas se dedican a una continua renovación de variedades y oferta de materiales a agricultores maiceros, ya que requieren variedades mejoradas adaptadas y disponibles en sus regiones con la finalidad de incrementar su producción.

En este contexto, el presente trabajo de tesis se basa en la caracterización varietal de dos nuevas cruzas simples de maíz, que pueden ser de utilidad en las regiones tipo Bajío Mexicano y Trópico Seco, las cuales fueron generadas en el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil” (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Con el objetivo de obtener las descripciones varietales de las nuevas cruzas simples denominadas provisionalmente como CSn1 y CSn2 y sus progenitores.

El IMM-UAAAN, sede en Saltillo, México, hace el compromiso de caracterizar los nuevos materiales híbridos y sus progenitores para buscar el registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), dependencia oficial del gobierno mexicano encargada, entre otras materias, la de extender el registro de nuevas variedades de plantas.

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Buenavista (bajío) de la UAAAN, donde se sembraron los siete genotipos, cuatro de ellos son líneas endogámicas progenitoras de las cruzas simples, denominadas como AN-Tep-3, AN-CS-8, AN-ML-S4-1, AN-255-18-19, y tres cruzas simples, denominadas como AN-CSo que es la craza de referencia, y AN-CSn1 y AN-CSn2, las cruzas simples nuevas. Cada genotipo se sembró en una unidad experimental, dos repeticiones,

utilizando un diseño estadístico completamente al azar. La toma de datos se inició a partir a los 12 días posteriores de la siembra, en las diferentes partes y/o estructuras morfológicas de cada uno de los grupos de plantas de maíz, en diferentes etapas fenológicas, siguiendo las indicaciones puntuales de las 68 descriptores de la Guía Técnica para la descripción varietal en especie de maíz. En el conjunto de descriptores o variables, existen 25 de ellos que para ser descritos requieren de mediciones métricas. Estas variables fueron sometidas a un análisis de varianza, con el programa SAS versión 9.4 y cuando procedió, fueron calificadas a través de comparaciones de medias. De esta manera, se pudieron ver los grados de significancia de cada descriptor, y que cada cruza simple (CSn1 y CSn2) que presente discrepancia en relación a la cruza de referencia (CSo). Esta metodología es un agregado a la descripción de los descriptores que permiten dar una caracterización a mayor detalle, aunque la caracterización por descriptores de la guía es la que requiere el SNICS para su eventual registro.

De acuerdo a los resultados en este trabajo experimental, se puede concluir que las dos nuevas cruza simples (denominadas aquí como CSn1 y CSn2) cumplen la condición de “Distinta” señalada en la guía técnica-SNICS, y poseen características propias que las hacen únicas y distintas entre sí en varios descriptores y puede procederse a solicitar el registro ante el SNICS.

**Palabras clave:** *Zea mays*, líneas endogámicas, cruza simples, descriptores, registro SNICS.

## VII. LITERATURA CITADA

- Bert, F. (2015). Primicias rurales: Para el Maíz la temperatura importa y mucho. Obtenido de <http://www.ruralprimicias.com.ar/noticia-para-el-maiz-la-temperatura-importa-y-mucho-21903.php> (22, noviembre, 2018).
- Câmara, G. (1991). Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese Doutorado, Universidade Federal de Viçosa. 266 p.
- Chávez, A. J. (1995). Mejoramiento de plantas 2. Métodos específicos de planta alógamas. Editorial trillas. México, D.F. 143 p.
- Coligado, M., & Brown, D. (1975). Response of corn (*Zea mays* L.) in the pre-tassel initiation period to temperature and photoperiod agric. Meteorology 14. 357-367.
- Costich, D. E. (2016). Maíz: De México para el mundo. Obtenido de <http://www.cimmyt.org/es/maiz-de-mexico-para-el-mundo/> (23, febrero, 2017).
- Dapaah, H., Hill, B., & McKenzie, G. (2000). Influence of sowing date and irrigation on the growth and yield of pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) in a sub-humid temperate environment. The Journal of Agricultural Science, 34-43.
- Ellis, R., Summerfield, R., & Roberts, G. E. (1992). Photoperiod, leaf number, and the interval from tassel initiation to emergence in diverse cultivars of maize. Crop Sci, 32:398-403.
- FAO. (1983). Guía técnica de la producción, procesamiento, almacenamiento y control de la calidad de las semillas de hortalizas, p. 33.
- Fisher, K., & Palmer, F. (1984). Tropical maize in P. R. Glodwarthy and N. M Fisher the physiology of tropical field crops, pp. 213-248.

- Flores, N., Vásquez, B., Borrego, E., & Sánchez, A. (2011). Análisis de la Homogeneidad, Distinción y Estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, II(1), 5-16.
- Francis, C. A. (1971). Influencia del medio ambiente en el crecimiento y desarrollo del maíz trópico presentado en la conferencia de becados de la CIAT.
- Gamiño, F. R. (2013). Maíz, Trigo y Arroz. Los cereales que alimentan al mundo. Por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000.
- Grijalva, A., Sánchez, R., Ruiz, T., & García, B. (2003). Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 26 (1), 11 – 17.
- Hernández, J. M. (2012). Proyecciones climáticas en el Estado de Coahuila bajo dos escenarios, usando el modelo Precis. En Tesis de Maestría en ciencia con especialidad en Suelos por Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (pág. 101). Buenavista, Saltillo, Coah.
- INTAGRI. (s/f). Efectos de la fecha de siembra en el endimamiento del cultivo de maíz. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/efectos-de-la-fecha-de-siembra-en-el-rendimiento-del-maiz> (09, noviembre, 2018).
- Kato, T., Mapes, L., Mera, J., & Serratos, R. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México., pp. 166. Mexico, D.F.
- Keffe, P., & Draper, S. (1986). The measurement of new characters for cultivar identification in wheat using machine vision. *Seed Sci & Technol*, 14:715-724.

- Mendoza, L. M. (1999). Efecto de la Inoculación combinada *Pseudomonas putida-glomus* spp. Sobre el crecimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivado en campo. En Tesis de licenciatura de Ingeniero Agrónomo en suelos por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (pág. 88). Buenavista, Saltillo, Coah.
- Nielson, R. (s.f.). Influence of hybrids and plant density on grain yield and stair breakage in corn growth in 15-inch row spacing. *Journal of Production Agriculture* 1(3:) . 1988, 190-195.
- Oñate, Z. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) Var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos. Tesis de licenciatura de ingeniero agrónomo por la Universidad Técnica De Ambato. Cevallos-Ecuador.
- Paliwal, R., Gonzalo, G., Lafitte, H., & Violic, A. (2001). El maíz en los tróicos: Mejoramiento del maiz híbrido. FAO, Roma.
- Pandey, R., Maranville, J., & Chetima, M. (2000). Deficit irrigation and nitrogeneffects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth, nitrogen uptake andwater extraction. *Agricultural Water Management*. 46:15-27.
- Pinter, L., Afoldi, Z., Burucs, Z., & Paldi, E. (1994). Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. *Agron. J.* 86: 799–804.
- Ramírez, L., & Maya, D. (2002). Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. *Rev. Fitotec. Mex.* 25(4): 333–338.
- Ritchie, W., Benson, G., Lupkes, S., & Salvador, R. (1982). How a corn plant develops. Iowa State Univesity of Science and Thenology Coperative Extension Service Ames, Iowa. Special Report. pp: 48.

- Rivetti, A. R. (2006). Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río. Argentina. CuartoTomo XXXVIII. N° 2, 25-36.
- SAGARPA. (2016). Aumenta producción de maíz 12.7 por ciento en cuatro años. Obtenido de [http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGDI\\_C042016.aspx#](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGDI_C042016.aspx#) (23, enero, 2017).
- SAGARPA. (2017). Fortalece México autosuficiencia en la producción de maíz blanco. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Obtenidode<https://extensionismo.sagarpa.gob.mx/web2/noticias/Enero2017/noticia25012017-a.html> (07, noviembre, 2018).
- Sánchez, A. (1990). Identificación de los caracteres mínimos para efectuar descripción varietal en frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Sangoi, L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciencia Rural*, Santa Maria. 31(1): 159–158.
- Serrato, C., & V, M. (1995). Pureza y descripción varietal. Manual de procedimientos de control de calidad en el campo, en la producción de semillas de maíz. (11): VII-5. San Salvador, el Salvador C.A.
- Shaw, R., & Newman, J. (1987). Weather stress in the corn crop. In: National Corn Handbook. Project leader: R. Nielsen. Purdue University. West Lafayette, Indiana. USA. p: 6.
- Smith, J., & J, C. (1998). Genetic purity and testing technologies for seed quality: a company perspective. *Seed Science Research*. 8:285-293.

- SNICS. (2004). Guía Técnica Para la Descripción Varietal. Cebada (*Hordeun vulgare* L). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- SNICS. (2005). Guía técnica para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Plant Physiology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusets. p: 764.
- Torres, R. (1995). Agrometeorología. México, D.F. Trillas, S.A de C.V. p: 154.
- UAAAN. (2011). Campo Agrícola Experimental. Por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah, México. Obtenido de [http://www.uaaan.mx/investigacion/comeaa/Campos\\_Experimentales\\_2011.pdf](http://www.uaaan.mx/investigacion/comeaa/Campos_Experimentales_2011.pdf) (25, enero, 2018).
- UPOV. (2000). Introducción general revisada a los principios rectores para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de las obtenciones vegetales. 54 p.
- UPOV. (2002). Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. TG/1/3.
- Villalpando, J., & A, R. (1993). Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. México: Editorial Lumusa. p: 133.
- Villalpando, J., & F, I. (1990). Metodología de la investigación en agroclimatología. SARH-INIFAP. Guadalajara, Jalisco.
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C., & Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Interciencia 34(5): 322-329.

Virgen V, J. (1991). Caracterización de genotipos de maiz y su utilidad en el mantenimiento varietal. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de postgraduados. Motecillo, Texcoco, Edo de México.

Wilkes, H. (1979). Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop improv*, 6(1): 1-18.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 8.1. Comparación de descriptores de líneas progenitoras de maíz.

Descriptores de la línea endogámica de maíz									
Des.	Características	Tep3		CS-8		ML		1819	
		Nivel	Nota	Nivel	Nota	Nivel	Nota	Nivel	nota
1	Color vaina 1ª hoja	Débil	3	Débil	3	Media	5	Fuerte	7
2	Longitud 1ª hoja	Larga	7	Media	5	Muy larga	9	Media	5
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	4	Media	3	Media	3	Ancha	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	5	Media	5	Grande	7	Media	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	4						
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	1	Erecto	1	Erecto	1	Erecto	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	3	Pequeño	3	Pequeño	3	Pequeño	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	1	Erecta	1	Erecta	1	Erecta	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	5	Ligeramente curvada	3	Curvada	5	Ligeramente curvada	3
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	2	Moderada	2	Moderada	2	Moderada	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	5	Débil	3	Media	5	Fuerte	7
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Media	5	Medio	5	Media	5	Media	5
14	Diámetro del tallo (mm)	Medio	3	Medio	3	Grande	4	Grande	4

15	Longitud media de entrenudos superiores	Corta	3	Corta	3	Corta	3	Corta	3
16	Grado de zigzaguo tallo-planta	Muy ligero	3	Muy ligero	3	Ausente	1	Muy ligero	3
17	Coloración por antocianinas en nudos	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Ausentes	1	Presente	9	Presentes	9	Presentes	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde medio	2	Verde medio	2	Verde oscuro	3	Verde medio	2
20	Coloración vaina, primeras tres hojas del tallo	Rojiza	4	Verde claro	1	Rojiza	4	Morada	5
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Muy débil	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde claro	1	Verde claro	1	Verde	2	Verde	2
23	Coloración aurícula, hoja-mazorca principal	Verde claro	2	Verde claro	2	Verde claro	2	Verde claro	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	3	Poca	3	Ausente	1	Muy poca	1
25	Floración masculina	Intermedio (97 días)	8	Intermedio (89 días)	7	Precoz (81 días)	6	Precoz (84 días)	6
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	3	Corta	3	Corta	3	Corta	3
27	Longitud de la espiga	Mediana	5	Corta	3	Mediana	5	Mediana	5
28	Longitud del eje principal, espiga	Larga	7	Media	5	Media	5	Larga	7
29	Ángulo de la espiga	Compacta	3	Compacta	3	Compacta	3	Compacta	3

30	Posición de ramas laterales de las espigas	Rectilíneas	1	Rectilíneas	1	Rectilíneas	1	Rectilíneas	1
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Medio	4	Alto	5	Muy alto	6	Alto	5
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	9	Presente	9	Presente	9	Presente	9
33	Densidad de espiguillas	Laxa	3	Densa	7	Media	5	Densa	7
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Débil	3	Ausente	1	Fuerte	7	Muy fuerte	9
35	Coloración de las glumas	Débil	3	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
36	Coloración de anteras	Media	5	Ausente	1	Ausente	1	Fuerte	7
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Media	5	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
38	Floración femenina	Intermedia (87 días)	7	Intermedia (94 días)	7	Intermedia (90 días)	7	Intermedia (87 días)	7
39	Coloración de estigmas	Presente	9	Ausente	1	Ausente	1	Presente	9
40	Intensidad de coloración en jilote	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Muy débil	1
41	Desarrollo de filodios	Ausente	1	Poca	3	Ausente	1	Ausente	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Larga	7	Corta	3	Media	5	Larga	7
43	longitud de la planta completa	Baja	3	Muy baja	1	Baja	3	Baja	7
44	Altura de la mazorca	Muy baja	1						
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	3	Pequeña	3	Pequeña	3	Pequeña	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	5	Mediana	5	Mediana	5	Mediana	5
47	Número de mazorca por planta	81-100%	5	141-160	8	101-120%	6	121-140	7

48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	3	Muy corto	1	Corto	3	Corto	3
49	Longitud de la mazorca	Corta	3	Corta	3	Corta	3	Corta	3
50	Diámetro de la mazorca (cm)	Muy pequeño	1	Muy pequeño	1	Muy pequeño	1	Pequeño	3
51	Forma de la mazorca	Cónica-cilíndrica	2	Cónica-cilíndrica	2	Cónica-cilíndrica	2	Cónica-cilíndrica	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	1	Recta	1	Recta	1	Recta	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	3	Pocas	3	Pocas	3	Pocas	3
54	Número de granos por hilera	Pocos	3	Muy pocos	1	Muy pocos	1	Pocos	3
55	Tipo grano de la mazorca	Semicristalino	2	semicristalino	2	Semidentado	3	Semidentado	3
56	Forma de la corona del grano	Convexa	1	Convexa	1	Convexa	1	Convexa	1
57	Color del grano	Blanco cremoso	2						
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	2	Blanco cremoso	2	Blanco cremoso	2	Blanco	1
59	Color del endospermo del grano	Blanco	1	Blanco	1	Blanco	1	Blanco	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1	Ausente	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	5	Ninguna	5	Ninguna	5	Ninguna	5
63	Carácter braquítico	Ausente	1	Ausente	1	Presente	2	Presente	2
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtropical	4						

65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	3						
66	Estación de crecimiento principal	Primavera- Verano	2	Primavera- Verano	2	Primavera- Verano	2	Primavera- Verano	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	1	Otoño- Invierno	1	Otoño- Invierno	1	Otoño- Invierno	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	1	Riego completo	1	Riego completo	1	Riego completo	1

---

**[Anexo 8.2. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-Tep-3 (Tep-3)]**

Descriptores de la línea endogámica de maíz AN-Tep-3					
Des.	Características	Nivel	$\bar{X}$	$\pm DS$	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Débil	-	-	3
2	Longitud 1ª hoja	Larga	4.7	0.39	7
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	1.7	0.13	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	3.5	0.45	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	25.9	4.0	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	26.4	4.0	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	24.2	3.8	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	-	-	5
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	-	-	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Media	10.8	1.1	5
14	Diámetro del tallo (mm)	Medio	19.2	2.2	3
15	Longitud media de entrenudos superiores	Corta	9.7	1.1	3
16	Grado de zigzaguo tallo-planta	Muy ligero	-	-	3
17	Coloración por antocianinas en nudos	Ausente	-	-	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja- mazorca	Ausente	-	-	1
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde medio	-	-	2
20	Coloración vaina, primeras tres hojas del tallo	Rojiza	-	-	4
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde claro	-	-	1
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	-	-	3
25	Floración masculina	Intermedia (97 días)	-	-	8
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	4.2	1.7	3
27	Longitud de la espiga	Mediana	28.8	2.3	5
28	Longitud del eje principal, espiga	Larga	22.4	3.2	7

29	Ángulo de la espiga	Compacta	12.2	2.3	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Rectilíneas	-	-	1
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Medio	6.7	1.8	4
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguillas	Laxa	-	-	3
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Débil	-	-	3
35	Coloración de las glumas	Débil	-	-	3
36	Coloración de anteras	Media	-	-	5
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Media	-	-	5
38	Floración femenina	intermedia (87 días)	-	-	7
39	Coloración de estigmas	Presente	-	-	9
40	Intensidad de coloración en jilote	Ausente	-	-	1
41	Desarrollo de filodios	Ausente	-	-	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Larga	19.05	2.1	7
43	longitud de la planta completa	Baja	141.9	9.2	3
44	Altura de la mazorca	Muy baja	45.45	4.1	1
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.315	0.02	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	9.5	0.7	5
47	Número de mazorca por planta	81-100%	-	-	5
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	5.95	1.6	3
49	Longitud de la mazorca	Corta	11.5	2	3
50	Diámetro de la mazorca (cm)	Muy pequeño	3.9	0.2	1
51	Forma de la mazorca	Cónica- cilíndrica	-	-	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	12.3	1.4	3
54	Número de granos por hilera	Pocos	21.2	2.7	3
55	Tipo grano de la mazorca	Semicristalino	-	-	2
56	Forma de la corona del grano	Convexa	-	-	1
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	-	-	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Ausente	-	-	1

64	Área de adaptación principal	Bajío ó subtropical	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera-Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X}$ : Representa el valor promedio de los descriptores.

DS:  $\pm$  Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

### Anexo 8.3. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-CS-8 (CS-8)

Descriptores de la línea endogámica de maíz AN-CS-8					
Des.	Características	Nivel	$\bar{X}$	$\pm$ DS	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Débil	-	-	3
2	Longitud 1ª hoja	Media	4.4	0.3	5
3	Ancho 1ª hoja	Media	1.2	0.2	3
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	3.8	0.2	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	25.6	3.8	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	26.7	4.3	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	23.7	4.1	1
9	Forma características de la hoja	Ligeramente curvada	-	-	3
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Débil	-	-	3
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Medio	8.9	0.8	5
14	Diámetro del tallo	medio	15.5	1.8	3
15	Longitud media de entrenudos superiores	Corta	8.0	1.1	3
16	Grado de zigzagueo tallo-planta	Muy ligero	-	-	3
17	Coloración por antocianinas en nudos	Ausente	-	-	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Presente	-	-	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde medio	-	-	2

20	Coloración vaina, primeras 3 hojas del tallo	Verde claro	-	-	1
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde claro	-	-	1
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	-	-	3
25	Floración masculina	Intermedio (89 días)	-	-	7
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	5.1	1.1	3
27	Longitud de la espiga	Corta	24.0	1.7	3
28	Longitud del eje principal, espiga	Media	17.5	1.4	5
29	Ángulo de la espiga	Compacta	19.8	3.6	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Rectilíneas	-	-	1
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Alto	12.1	1.6	5
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguilla	Densa	-	-	7
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Ausente	-	-	1
35	Coloración de las glumas	Ausente	-	-	1
36	Coloración de anteras	Ausente	-	-	1
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Ausente	-	-	1
38	Floración femenina	Intermedia (94 días)	-	-	
39	Coloración de estigmas	Ausente	-	-	1
40	Intensidad de coloración en jilote	Ausente	-	-	1
41	Desarrollo de filodios	Poca	-	-	3
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Corta	12.3	1.2	3
43	longitud de la planta completa	Muy baja	123.8	5.8	1
44	Altura de la mazorca	Muy baja	37.0	3.7	1
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.3	0.0	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	8.6	0.5	5
47	Número de mazorca por planta	101-120%	-	-	6
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Muy corto	5.1	1.6	1
49	Longitud de la mazorca	Corta	10.1	1.9	3
50	Diámetro de la mazorca (cm)	Muy pequeño	3.5	0.3	1
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	-	-	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	12.4	2.2	3
54	Número de granos por hilera	Muy pocos	16.8	4.4	1

55	Tipo grano de la mazorca	semicristalino	-	-	2
56	Forma de la corona del grano	Convexa	-	-	1
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	-	-	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Ausente			
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtrópico	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera-Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X}$ : Representa el valor promedio de los descriptores.

DS:  $\pm$  Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

#### Anexo 8.4. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-ML-S<sub>4</sub>-1 (ML)

Descriptores de la línea endogámica de maíz AN-ML-S <sub>4</sub> -1					
Des	Características	Nivel	$\bar{X}$	$\pm$ DS	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Media	-	-	5
2	Longitud 1ª hoja	Muy larga	6.8	0.4	9
3	Ancho 1ª hoja	Media	1.3	0.1	3
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Grande	4.8	1.1	7
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada- espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	30.7	2.9	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	32.4	3.2	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	30.1	3.3	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	-	-	5

10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	-	-	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Media	8.5	1.4	5
14	Diámetro del tallo	Grande	21.1	1.7	4
15	Longitud media de entrenudos superiores	Corta	8.9	1.0	3
16	Grado de zigzagado tallo-planta	Ausente	-	-	1
17	Coloración por antocianinas en nudos	Ausente	-	-	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Presente	-	-	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde oscuro	-	-	3
20	Coloración vaina, primeras 3 hojas del tallo	Rojiza	-	-	4
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde	-	-	2
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Ausentes	-	-	1
25	Floración masculina	Precoz (81 días)	-	-	6
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	4.1	1.0	3
27	Longitud de la espiga	Mediana	31.1	1.6	5
28	Longitud del eje principal, espiga	Media	21.4	3.6	5
29	Ángulo de la espiga	Compacta	21.2	3.2	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Rectilíneas	-	-	1
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Muy alto	15.0	2.8	6
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguillas	Media	-	-	5
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Fuerte	-	-	7
35	Coloración de las glumas	Ausente	-	-	1
36	Coloración de anteras	Ausente	-	-	1
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Ausente	-	-	1
38	Floración femenina	Intermedia (90 días)	-	-	7
39	Coloración de estigmas	Ausente	-	-	1

40	Intensidad de coloración en jilote	Ausente	-	-	1
41	Desarrollo de filodios	Ausente	-	-	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Media	16.5	1.7	5
43	longitud de la planta completa	Baja	136.5	6.0	3
44	Altura de la mazorca	Muy baja	35.4	3.2	1
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.3	0.02	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	9.8	0.6	5
47	Número de mazorca por planta	101-120%	-	-	6
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	6.3	1.5	3
49	Longitud de la mazorca	Corta	11.2	2.0	3
50	Diámetro de la mazorca	Muy pequeño	3.8	1	1
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	-	-	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	14	1.2	3
54	Número de granos por hilera	Muy pocos	14.5	3.4	1
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	-	-	3
56	Forma de la corona del grano	Convexa	-	-	1
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	-	-	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Presente	-	-	2
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtrópico	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera-Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X}$ : Representa el valor promedio de los descriptores.

DS:  $\pm$  Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

**Anexo 8.5. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para AN-255-18-19 (18.19)**

Descriptores de la línea endogámica de maíz AN-255-18-19					
Des.	Características	Nivel	$\bar{X}$	$\pm DS$	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Fuerte	7	0	7
2	Longitud 1ª hoja	Media	4.5	0.3	5
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	1.4	0.8	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	3.2	0.2	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	25.5	3.9	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	23.4	3.6	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	20.0	4.2	1
9	Forma características de la hoja	Ligeramente curvada	-	-	3
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Fuerte	-	-	7
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Media	10.1	1.4	5
14	Diámetro del tallo	Grande	21.6	2.1	4
15	Longitud media de entrenudos superiores	Corta	8.0	1.4	3
16	Grado de zigzaguo tallo-planta	Muy ligero	-	-	3
17	Coloración por antocianinas en nudos	Ausentes	-	-	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja- mazorca	Presentes	-	-	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde medio	-	-	2
20	Coloración vaina, primeras tres hojas del tallo	Morada	-	-	5
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Muy débil	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde	-	-	2
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Muy poca	-	-	1
25	Floración masculina	Precoz (84 días)	-	-	6
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	3.4	1.3	3
27	Longitud de la espiga	Mediana	30.1	2.6	5
28	Longitud del eje principal, espiga	Larga	26.8	3.3	7

29	Ángulo de la espiga	Compacta	30.4	4.5	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Rectilíneas	-	-	1
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Alto	10.4	2.2	5
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguillas	Densa	-	-	7
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Muy fuerte	-	-	9
35	Coloración de las glumas	Ausente	-	-	1
36	Coloración de anteras	Fuerte	-	-	7
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Ausente	-	-	1
38	Floración femenina	Intermedia (87 días)	-	-	7
39	Coloración de estigmas	Presente	-	-	9
40	Intensidad de coloración en jilote	Muy débil	-	-	1
41	Desarrollo de filodios	Ausente	-	-	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Larga	24.1	1.9	7
43	longitud de la planta completa	Baja	165.7	6.2	7
44	Altura de la mazorca	Muy baja	59.6	5.9	1
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.4	0.0	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	9.2	0.8	5
47	Número de mazorca por planta	121-140%	-	-	7
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	7.7	1.4	3
49	Longitud de la mazorca	Corta	13.6	1.8	3
50	Diámetro de la mazorca	Pequeño	4.4	0.3	3
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	2	0	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	12.9	1.4	3
54	Número de granos por hilera	Pocos	23.9	2.9	3
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	-	-	3
56	Forma de la corona del grano	Convexa	-	-	1
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco	-	-	1
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Presente	-	-	2

64	Área de adaptación principal	Bajío ó subtropical	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera-Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño- Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X}$ : Representa el valor promedio de los descriptores.

DS:  $\pm$  Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

### Anexo 8.6. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruz simple (AN-CS-8 x AN-ML-S<sub>4</sub>-1). Representado en el texto como (CSn-1).

Descriptores de la cruz simple de maíz "CSn-1".					
Des.	Características	Nivel	$\bar{X} \pm$	DS	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Débil	-	-	3
2	Longitud 1ª hoja	Muy larga	6.2	0.5	9
3	Ancho 1ª hoja	Media	1.35	0.1	3
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	4.45	0.5	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	25.5	3.4	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	31.25	3	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	30.1	3.3	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	-	-	5
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	-	-	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Muy larga	18.9	1.6	9
14	Diámetro del tallo	Medio	18.45	2.55	3
15	Longitud media de entrenudos superiores	Larga	16.85	1.2	7
16	Grado de zigzaguo tallo-planta	Ligero	-	-	5
17	Coloración por antocianinas en nudos	Media	-	-	5
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Presente	-	-	9

19	Coloración de la lámina de hoja	Verde oscuro	-	-	3
20	Coloración vaina, primeras tres hojas del tallo	Verde claro	-	-	1
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde claro	-	-	1
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	-	-	3
25	Floración masculina	Precoz (76 días)	-	-	5
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Media	14	2.85	5
27	Longitud de la espiga	Mediana	28.65	3.7	5
28	Longitud del eje principal, espiga	Larga	23.2	4.2	7
29	Ángulo de la espiga	Compacta	23.1	4.2	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Ligeramente curvadas	-	-	3
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Muy alto	16.8	2.85	6
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguillas	Densa	-	-	7
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Media	-	-	5
35	Coloración de las glumas	Débil	-	-	3
36	Coloración de anteras	Medio	-	-	5
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Ausente	-	-	1
38	Floración femenina	Precoz (79 días)	-	-	5
39	Coloración de estigmas	Ausente	-	-	1
40	Intensidad de coloración en jilote	Ausente	-	-	1
41	Desarrollo de filodios	Muy poco	-	-	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Media	19.15	2.05	5
43	longitud de la planta completa	Alta	273.7	6.5	7
44	Altura de la mazorca	Media	113.6	6.45	5
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.4	0.01	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Mediana	10.5	0.85	5
47	Número de mazorca por planta	81 – 100%	-	-	5
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	7.9	1.55	3
49	Longitud de la mazorca	Media	17.9	1.45	5
50	Diámetro de la mazorca	Medio	5.3	0.3	5
51	Forma de la mazorca	Cilíndrica	-	-	3
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1

53	Número de hileras de grano	Pocas	15.6	1.4	3
54	Número de granos por hilera	Medio	38.7	3.35	5
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	-	-	3
56	Forma de la corona del grano	Hendida	-	-	2
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	-	-	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Ausente	-	-	1
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtropical	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Tropical seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera - Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño - Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X} \pm$  Representa el valor promedio de los descriptores.

DS: Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

### Anexo 8.7. Valores promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruz simple – (AN-255-18-19 x AN-Tep-3). Representado en el texto como (CSn-2).

Descriptores de la cruz simple de maíz "CSn-2"					
Des.	Características	Nivel	$\bar{X} \pm$	DS	Nota
1	Color vaina 1ª hoja	Media	-	-	5
2	Longitud 1ª hoja	Larga	5.4	0.6	7
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	1.5	0.2	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	3.4	0.5	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	25.1	4.8	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	24	4.3	3

8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	24	3.5	1
9	Forma características de la hoja	Ligeramente curvada	-	-	3
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	-	-	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Muy larga	19.05	1.45	9
14	Diámetro del tallo	Grande	24.5	1.9	4
15	Longitud media de entrenudos superiores	Larga	15.75	1.25	7
16	Grado de zigzagueno tallo-planta	Ligero	-	-	5
17	Coloración por antocianinas en nudos	Media	-	-	5
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja-mazorca	Presente	-	-	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde medio	-	-	2
20	Coloración vaina, primeras 3 hojas del tallo	Morada	-	-	5
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde claro	-	-	1
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja-mazorca principal	Media	-	-	5
25	Floración masculina	Precoz (71 días)	-	-	4
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	8.4	1.5	3
27	Longitud de la espiga	Larga	38.15	1.65	7
28	Longitud del eje principal, espiga	Muy larga	33.45	2.55	9
29	Ángulo de la espiga	Compacta	26.5	4.3	3
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Ligeramente curvadas	-	-	3
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Alto	11.15	2.3	5
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguillas	Media	-	-	5
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Media	-	-	5
35	Coloración de las glumas	Débil	-	-	3
36	Coloración de anteras	Medio	-	-	5
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Poca	-	-	3
38	Floración femenina	Precoz (73 días)	-	-	4
39	Coloración de estigmas	Presente	-	-	9

40	Intensidad de coloración en jilote	Media	-	-	5
41	Desarrollo de filodios	Poco	-	-	3
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Muy larga	28.9	2.35	9
43	longitud de la planta completa	Alta	271.1	6.9	7
44	Altura de la mazorca	Medio	115.9	5.3	5
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.42	0.01	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	mediana	10.9	0.7	5
47	Número de mazorca por planta	101 – 120%	-	-	6
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	9.6	2.4	3
49	Longitud de la mazorca	Media	16.7	1.3	5
50	Diámetro de la mazorca	Medio	5.3	0.3	5
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	2	0	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Pocas	13.1	1	3
54	Número de granos por hilera	Medio	35.6	6.9	5
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	-	-	3
56	Forma de la corona del grano	Hendida	-	-	2
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco cremoso	-	-	2
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5
63	Carácter braquítico	Ausente	-	-	1
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtropical	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera -Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño - Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X}$ :  $\pm$  Representa el valor promedio de los descriptores.

DS: Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.

**Anexo 8.8. Valor promedio y desviación estándar de los 68 descriptores para la cruz simple AN-255-18-19 x AN-ML-S<sub>4</sub>-1. Representado en el texto como (CS ORIGINAL)**

<b>Descriptores de la cruz simple de maíz “CS ORIGINAL”</b>					
<b>Des.</b>	<b>Características</b>	<b>Nivel</b>	<b><math>\bar{X} \pm</math></b>	<b>DS</b>	<b>Nota</b>
1	Color vaina 1ª hoja	Media	-	-	5
2	Longitud 1ª hoja	Muy larga	6.4	0.6	9
3	Ancho 1ª hoja	Ancha	1.5	0.2	4
4	Relación larga/ancho 1ª hoja	Media	4.2	0.2	5
5	Forma de la punta 1ª hoja	Redondeada a espatulada	-	-	4
6	Ángulo de la inserción de las hojas abajo mazorca principal	Erecto	26.9	4.6	1
7	Ángulo entre la lámina y el tallo	Pequeño	28.9	3.2	3
8	Ángulo entre la lámina y el tallo por arriba mazorca principal	Erecta	24.5	3.8	1
9	Forma características de la hoja	Curvada	-	-	5
10	Ondulación del margen laminar	Moderada	-	-	2
11	Coloración en raíces adventicias del tallo	Media	-	-	5
12	Número de hijuelos por planta	Ausente	-	-	1
13	Longitud media de entrenudos inferiores	Muy larga	15.6	1.6	9
14	Diámetro del tallo	Medio	20.2	2.7	3
15	Longitud media de entrenudos superiores	Larga	14.9	2.0	7
16	Grado de zigzaguo tallo-planta	Muy ligero	-	-	3
17	Coloración por antocianinas en nudos	Muy débil	-	-	1
18	Presencia de arrugas longitudinales hoja- mazorca	Presente	-	-	9
19	Coloración de la lámina de hoja	Verde oscuro	-	-	3
20	Coloración vaina, primeras 3 hojas del tallo	Rojiza	-	-	4
21	Coloración vaina, parte media de la planta	Ausente	-	-	1
22	Coloración vaina, hoja-mazorca principal	Verde	-	-	2
23	Coloración aurícula, hoja- mazorca principal	Verde claro	-	-	2
24	Pubescencia sobre el margen de la vaina, hoja- mazorca principal	Poca	-	-	3
25	Floración masculina	Precoz (76 días)	-	-	5
26	Longitud del pedúnculo de la espiga	Corta	7.0	2.4	3
27	Longitud de la espiga	Larga	40.9	2.1	7

28	Longitud del eje principal, espiga	Muy larga	33.9	2.3	9
29	Ángulo de la espiga	Semiabierta	39.3	9.2	5
30	Posición de ramas laterales de las espigas	Curvadas	5	0	5
31	Número de ramas laterales primarias de la espiga	Muy alto	14.6	3.2	6
32	Ramas secundarias de la espiga	Presente	-	-	9
33	Densidad de espiguilla	Media	-	-	5
34	Coloración de la base de las glumas (espiga)	Fuerte	-	-	7
35	Coloración de las glumas	Ausente	-	-	1
36	Coloración de anteras	Medio	-	-	5
37	Cubrimiento de la espiga por la hoja bandera	Muy débil	-	-	1
38	Floración femenina	Precoz (78 días)	-	-	5
39	Coloración de estigmas	Ausente	-	-	1
40	Intensidad de coloración en jilote	Débil	-	-	3
41	Desarrollo de filodios	Muy poco	-	-	1
42	Longitud de ramas laterales de la espiga	Larga	22.8	2.0	7
43	longitud de la planta completa	Alta	248.4	11.2	7
44	Altura de la mazorca	Baja	95.3	8.4	3
45	Relación altura mazorca superior/altura planta	Pequeña	0.4	0.0	3
46	Ancho de la lámina de la hoja	Ancha	11.3	1.2	7
47	Número de mazorca por planta	101 – 120%	-	-	6
48	Longitud del pedúnculo de la mazorca	Corto	9.0	1.3	3
49	Longitud de la mazorca	Media	17.8	2.3	5
50	Diámetro de la mazorca	Medio	5.4	0.3	5
51	Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	-	-	2
52	Arreglos de hileras de granos	Recta	-	-	1
53	Número de hileras de grano	Poca	14.0	1.1	3
54	Número de granos por hilera	Medio	33.4	5.0	5
55	Tipo grano de la mazorca	Semidentado	-	-	3
56	Forma de la corona del grano	Hendida	-	-	2
57	Color del grano	Blanco cremoso	-	-	2
58	Color dorsal del grano	Blanco	-	-	1
59	Color del endospermo del grano	Blanco	-	-	1
60	Coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
61	Intensidad de coloración en las glumas del olote	Ausente	-	-	1
62	Tipo de androesterilidad	Ninguna	-	-	5

63	Carácter braquítico	Ausente	-	-	1
64	Área de adaptación principal	Bajío o subtrópico	-	-	4
65	Área de adaptación secundaria	Trópico seco	-	-	3
66	Estación de crecimiento principal	Primavera -Verano	-	-	2
67	Estación de crecimiento secundario	Otoño - Invierno	-	-	1
68	Régimen hídrico	Riego completo	-	-	1

Des: Número de descriptor.

$\bar{X} \pm$  Representa el valor promedio de los descriptores.

DS: Desviación estándar correspondientes a cada descriptor.

Nota: Calificación correspondiente al descriptor, en base al manual gráfico para la descripción varietal de maíz.