

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Descripción Varietal de Tres Genotipos de Sorgo  
(*Sorghum bicolor* L. [Moench]) con Propósitos de Registro

Por:

**ANTONIO DE JESÚS LÓPEZ MANCILLA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2020.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Descripción Varietal de Tres Genotipos de Sorgo  
(*Sorghum bicolor* L. [Moench]) con Propósitos de Registro

Por:

**ANTONIO DE JESÚS LÓPEZ MANCILLA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Antonio Flores Naveda  
Asesor Principal

Dra. Norma Angélica Ruiz Torres  
Coasesor

Dr. Josué Israel García López  
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Febrero, 2020.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a **DIOS**

Ahora comprendo la razón del camino que me ha ofrecido para llegar hasta aquí y no pude ser mejor que este, por permitirme la salud y una familia **MARAVILLOSA** la cual **AMO**. Por haberme dado a los mejores padres, los cuales están aquí acompañándome a cumplir este nuevo sueño.

A mi **FAMILIA**

De la cual tuve el apoyo, motivación, comprensión y sus mejores deseos cada día, ahora tengo la fortuna de regresarles tan solo un poco de todo lo que me han ofrecido, que sin duda jamás podré pagarles con nada.

A mis **PADRES**

Ya que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello de una manera desinteresada y lleno de amor. Padres incansables, aferrados y llenos de felicidad. ¡**LOS AMO!**

A mis **HERMANOS**

Fatima “**Merry**”, victor “**peluche**”, Alfonso “**papirris**”, Caro “**merrys**” y pablo “**quesho**” por darme la oportunidad de crecer junto a ustedes, por esas palabras de motivación, por estar ahí en cada momento importante de mi vida y de igual manera hoy uno más y ser mejores día a día. Faty “**Merry**” eternamente agradecido fuiste mi segunda madre en todo este trayecto de preparación académica, estuviste ahí a pesar de las incontables veces de llamadas de atención, citatorios y casi bajas de

la escuela. Afortunadamente aquí estoy entregando los frutos de todo este incansable esfuerzo. “Si se pudo”

A mi **AMADÍSIMA ALMA MATER** por abrirme las puertas de esta increíble y tan acogedora universidad, la cual me forjó y dio su diversidad de conocimientos. Más no conforme con eso, viví momentos inolvidables dentro de ella. Una institución inigualable. **¡BUITRE POR SIEMPRE!**

Le debo un enorme agradecimiento al **DOC. ANTONIO FLORES NAVEDA**. De quien tuve el gusto y honor de recibir sus conocimientos en el aula de clase, en los trabajos y prácticas de campo, una persona dedicada, comprometida con su trabajo y aún más con la **UNIVERSIDAD**. Que no tan sólo puedo agradecerle, sino también “**FELICITARLO**” por el excelente académico, compañero y amigo. **Muchas gracias doc.** Fue la principal persona de apoyo para comenzar y lograr este sueño.

A los miembros de mi comité de **asesores**.

- Dra. Norma Angélica Ruíz Torres
- Dr. Josué Israel García López
- Dr. Neymar Camposeco Montejo

Muchas gracias por su tiempo, apoyo y solidaridad para hacer posible esto. Un gusto enorme poder trabajar con ustedes. **¡EXCELENTES PERSONAS!**

A mis **amigos**

Ricky “el Papirris”, al ahora Ing. Marcos “Gargamel”, a la Ing. Yaneth “Famosísima chakira”, en colaboración con su descendente Diana “la Chakirilla”, Paulina “De la mora” me hacen falta las palabras y más para describir cada momento vivido, personas muy importantes durante esta trayectoria y de las cuales he aprendido bastante, también no dejando sin mencionar a Misaelo, Tacho, Otxo, Oscar, Tocayo, Pistolas, Brody, paisa güero, Apus, Omar, Compa Pollo, Vic

Márquez entre tantos más que quisiera seguir mencionando saben el cariño y afecto que tengo por cada uno de ustedes, ¡ANIMOOO!

Una de las personas que sin duda debo agradecerle es al Ing. Raúl Gándara “El My Friend”, una excelente persona, de la cual aprendí bastante por esa solidaridad, humildad, compromiso y responsabilidad que siempre me demostró, Ing. Estaré siempre agradecido por abrirnos las puertas de su casa y no siendo suficiente, compartiendo un lugar en su mesa, persona que se quita el taco de la boca como suelen llamarle en mi pueblo. **MUCHAS GRACIAS POR TODO MY FRIEND.**

A esta lista de agradecimientos se incorpora y de la mejor manera una apersona muy importante ahora en mi vida, en el término de mi carrera y durante todo este proceso de titulación, estuvo ahí con ese **apoyo, aliento, motivación y AMOR** incondicional, Arizbeth Mendieta “**MI NOVIA**” eres la mejor, gracias, por **TANTO.**

## DEDICATORIA

### A dios

Dador de vida y por acompañarme en cada segundo de ella, por donarme la fortaleza divina en aquellos momentos en los que para algunos todo estaba perdido y consumado. A ti señor máxima razón de mi propósito en esta vida.

### A quienes más amo

Mis padres, motivación y origen de mi esfuerzo y sacrificio a lo largo de todos estos años. A mi padre **ELEAZAR LÓPEZ**, ejemplo de humildad, carisma, valentía, confianza para vencer las dificultades y ese AMOR incondicional de su parte. A mi madre **MARIA MANCILLA**, profunda admiración y respeto por su entrega incansable, ternura y amor; valores que ahora más que nunca se ven reflejados con esta meta alcanzada.

### A mis hermanos

Fatima “Merry”, victor “peluche”, Alfonso “papurris”, Caro “merrys” y pablo “quesho”, que han sido mi ejemplo y lucha para alcanzar mis metas, esto es para ustedes. ¡GRACIAS!

### A mis sobrinos

Briana, Ximena, Danna, Valentina, Victoria, Tadeo, Nivardo, Mateo, Jeremiah, Alexander, Diego, Evaristo, Por darme esa inspiración de poder concluir con esta carrera profesional y pudieran tener un claro ejemplo de que no importan las circunstancias de ningún tipo, la capacidad está en cada uno de nosotros. ¡LOS QUIERO!

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	11
1.1.	OBJETIVOS.....	12
1.1.1.	Objetivo general.....	12
1.1.2.	Objetivos específicos.....	12
1.2.	HIPÓTESIS.....	13
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1.	El cultivo de Sorgo .....	14
2.2.	Programa de semillas .....	14
2.3.	Mejoramiento genético.....	15
2.4.	Certificación de semillas .....	17
2.5.	Calidad de semillas.....	18
2.6.	Descripción varietal.....	19
2.7.	Condiciones para la concesión del derecho de obtentor.....	22
2.8.	Grupos de apoyo técnico .....	26
2.9.	Procedimiento para la elaboración de guías técnicas para la descripción varietal.....	27
2.10.	Especificación de las características .....	28
2.11.	Mantenimiento varietal.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1	Localización del sitio experimental.....	30
3.2	Material genético.....	30
3.3	Variables evaluadas.....	30
	Caracteres cualitativos.....	31
	Caracteres cuantitativos.....	41

3.4	Diseño experimental .....	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
V.	CONCLUSIONES.....	61
VI.	LITERATURA CITADA.....	62

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Descriptores cualitativos en planta de tres genotipos de sorgo. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. ----- 47
- Cuadro 2. Descriptores cuantitativos en planta de tres genotipos de sorgo. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad ----- 53
- Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas evaluadas en tres genotipos de sorgo (LES-5, LES-284, y LES-291), en el Campo Experimental UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, ciclo Otoño-Invierno, 2019.----- 57
- Cuadro 4. Comparación de medias para las variables agronómicas evaluadas en tres genotipos de sorgo (LES-5, LES-284 y LES-291), en el ciclo Otoño-Invierno 2019. En el campo experimental UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. - 60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona descolorida del nervio central .....	32
Figura 2. Representación de crecimiento del estigma de una planta de sorgo .	33
Figura 3. Desarrollo de la flor en una planta de sorgo .....	34
Figura 4. Desarrollo de arista en una planta de sorgo .....	35
Figura 5. Posición de panícula en una planta de sorgo .....	36
Figura 6. Longitud de gluma en una planta de sorgo .....	37
Figura 7. Forma en vista dorsal de un grano de sorgo.....	38
Figura 8. Tamaño de la marca de germen del grano de sorgo .....	38
Figura 9. Contenido de taninos en granos de sorgo .....	39
Figura 10. Tipos de endospermo en un grano de sorgo .....	40

## RESUMEN

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) tiene su centro de diversidad genética en Etiopía y Sudan, aunque se ha cultivado desde tiempos milenarios en diferentes culturas antiguas como Asia, India y China. Este grano es considerado como el quinto cereal que más se produce en el mundo después del trigo, maíz, arroz y cebada. Por lo tanto, es uno de los cultivos de gran importancia a nivel mundial, debido a sus mecanismos de tolerancia a calor y sequía.

En la actualidad, el mercado de semillas de sorgo para grano está posicionado por empresa transnacionales en donde aproximadamente el 90% de la semilla de sorgo que se siembra en campos mexicanos es semilla híbrida importada, principalmente de Estados Unidos de Norteamérica, lo cual genera un aumento en los costos de producción, por esta razón la agricultura ha direccionado sus esfuerzos en la búsqueda de alternativas más viables para la producción de este grano con gran importancia para nuestro país.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación planteó el objetivo de realizar la descripción varietal de genotipos de sorgo, mediante la evaluación de caracteres cualitativos y cuantitativos en Líneas Experimentales de Sorgo con denominación (LES-05, LES-284 y LES-291), durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2019, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Los resultados de los descriptores varietales en las diversas etapas fenológicas de la planta de sorgo, permiten determinar características de distinción, homogeneidad y estabilidad de los tres genotipos evaluados a nivel de planta y en etapa postcosecha en el grano de sorgo evaluado en sus 36 descriptores cualitativos y cuantitativos en el ambiente de evaluación.

## I. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor*) es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum* L.), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.). La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano, bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas y con distribución de lluvia errática (Suárez y Zeledón, 2003).

La correcta identificación del material vegetal es de gran importancia en la producción agrícola actual, por una parte, las importantes inversiones necesarias para el desarrollo de nuevas variedades vegetales, impulsan a los obtentores a disponer de métodos que dificulten la comercialización no autorizada de su material, por otro lado, es importante para el agricultor asegurarse de que la variedad adquirida presenta las características deseables de acuerdo a sus necesidades y exigencias, para garantizar un rendimiento adecuado.

A nivel mundial, una estrategia para aumentar el rendimiento de los cultivos es desarrollar nuevas variedades de los principales cereales de grano, dentro de los cuales destaca el cultivo de sorgo. En este sentido, es indispensable la generación de nuevas variedades a través del mejoramiento genético, cruzamientos de líneas puras, incremento de semilla inicial, evaluación en diversos ambientes para la generación de nuevas variedades con potencial productivo y con adaptación a diversos entornos, ya que en la actualidad nos enfrentamos a diversos problemas relacionados con factores bióticos y abióticos que limitan la producción agrícola a nivel nacional.

Por lo tanto, es fundamental realizar investigación en programas de mejoramiento genético de sorgo, por su capacidad de adaptación a diversos ambientes, asimismo, por su alto grado de resistencia a enfermedades y su poca

demanda de agua, en algunas regiones del mundo, el cultivo del sorgo está sustituyendo el cultivo de maíz y otros cereales de grano pequeño (Hidalgo, 1997).

Los principales lugares de producción de sorgo se encuentran en las regiones áridas y semiáridas de los trópicos y subtrópicos (Pérez *et al.*, 2010). Por lo tanto, este importante generar nuevas variedades mejoradas con capacidad de adaptación a diversos ambientes para aumentar la rentabilidad del sector agropecuario en nuestro país.

Por lo antes mencionado, se presentan los siguientes objetivos del presente trabajo de investigación.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Realizar la descripción varietal de genotipos de sorgo con denominación: LES-05, LES-284 y LES-291 con propósitos de registro.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Realizar la descripción varietal en tres genotipos de sorgo, según las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de acuerdo a la guía técnica TG/122/4.
- Identificar las características de distintividad en tres genotipos de sorgo a través de la evaluación de caracteres cualitativos y cuantitativos.

## **1.2. HIPÓTESIS**

H1. La evaluación de los caracteres cualitativos y cuantitativos en los tres genotipos de sorgo, permitirá determinar los parámetros para su distinción, homogeneidad y estabilidad.

Ho. La obtención de los descriptores varietales de sorgo, no es factor determinante para determinar la uniformidad, estabilidad y distintividad de los tres genotipos de sorgo evaluados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de Sorgo

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), es una planta de metabolismo C4 que se adapta bien a un entorno agroecológico cálido y seco, en el cual es difícil cultivar otros cereales (Antonopoulou *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2009). Es una Poaceae originaria de las regiones tropicales y subtropicales de África (Pola *et al.*, 2009). Este cereal constituye un excelente alimento para la nutrición humana y animal; como alimento animal se utiliza en la nutrición porcina, ganadera y aves de corral (Pérez *et al.*, 2010). Su cultivo se ha generalizado, ocupando el quinto lugar entre los cereales, después del trigo (*Triticum aestivum* L.), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Zhao *et al.*, 2010).

### 2.2. Programa de semillas

Un programa de semillas tiene su origen en la investigación para el mejoramiento genético, y prospera cuando se introducen con regularidad variedades nuevas y mejoradas para su multiplicación. La investigación de cultivos es la base sobre la cual se construye un buen programa de semillas, este programa requiere de componentes esenciales para producir una semilla de alta calidad, uno de ellos es la calidad genética que puede ser evaluada mediante parámetros físicos, fisiológicos y bioquímicos; en este último se incluye un ensayo de patrones electroforéticos de proteínas e isoenzimas que edifican genotípicamente líneas, híbridos y variedades, con el fin de detectar mezclas, así como la naturaleza de los progenitores y la descripción de los mismos. La semilla de alta calidad muestra un alto grado de pureza genética, física, sanitaria y fisiológica (Delouche, 1975).

Dentro de un programa de producción de semillas se cuenta con las etapas de mejoramiento, multiplicación, suministro de semillas, control de calidad y mercadeo (Douglas, 1982). Por lo tanto, un programa de semillas exitoso, debe contemplar una serie de elementos entre los que destacan:

- Tener un diagnóstico de lo existente y las metas a alcanzar en un programa de semillas.
- Conocimiento de las fuentes de variedades mejoradas que se puedan incluir a un programa de semillas.
- Medios para incrementar semillas provenientes de los programas de investigación de los cultivos de interés agrícola.
- Mecanismos para aumentar la disponibilidad de semillas, mediante la importación y producción local.
- Programas eficaces de control de calidad interno y externo.
- Diversas estrategias para estimar el interés de las nuevas variedades y el mercadeo de la semilla, para que llegue hasta el agricultor.
- Capacitación y adiestramiento del personal.

### **2.3. Mejoramiento genético**

El mejoramiento genético es el arte y ciencia de dirigir la evolución de las especies. Arte porque el fitomejorador selecciona los mejores genotipos en base a su experiencia; ciencia porque aplica el método científico al combinar y evaluar los materiales (Chávez, 1993). Este mismo autor señala que el objetivo principal del fitomejoramiento genético es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie, en el menor tiempo, con el mismo esfuerzo y al menor costo posible.

La efectividad en los programas de investigación y mejoramiento, son la generación y desarrollo de nuevas variedades vegetales que produzcan impacto en la producción con mayores rendimientos. En la actualidad, es muy importante que las nuevas variedades posean mecanismos de resistencia genética a factores limitantes bióticos y abióticos. A su vez, es importante que el fitomejorador esté consciente de que su labor principal deben ser la generación de variedades mejoradas, fácilmente identificadas, las cuales se desempeñen mejor que las variedades existentes en el mercado de semillas (Douglas, 1982).

De acuerdo con Flores *et al.* (2011), mencionaron que, en todo programa de mejoramiento, después de obtener genotipos con características deseables se realiza la fase de la liberación de alguna variedad nueva, pero esta exige la realización de una descripción en donde se demuestre que es distinta, homogénea y estable.

Una vez que el fitomejorador, ha determinado que una variedad tiene potencial para ser liberada, posteriormente realiza los trámites para registro e inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SNICS, 2016). Previamente, al genotipo mejorado, se le deberá primeramente realizar una descripción varietal de sus características cuantitativas y cualitativas, en donde principalmente sean destacados los atributos de la nueva variedad, por los cuales, deberá ser considerada como una nueva variedad vegetal. Durante la descripción varietal, el fitomejorador deberá determinar si la variedad presenta variación en algún carácter, el genetista debe de establecer hasta donde le sea posible la amplitud de dicha variación o, en su caso, observar si presenta influencia inversa, debido a factores genéticos o ambientales en los lugares donde se establece la evaluación de las variedades sujetas con la finalidad de documentar esta variación dentro de la descripción y registro de la nueva variedad y avalar en su momento la autenticidad de la variedad y garantizar la calidad genética de la semilla. A lo anterior, se le denomina certificación de la semilla. Al certificar una variedad, se da por hecho que tiene las características y variaciones descritas por el fitomejorador, la certificación tiene sentido solamente cuando hay centros, instituciones de investigación o empresas dedicadas a la generación de semillas, y que estos las oferten para que los agricultores las utilicen (Douglas, 1982).

La Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (DOF, 2007) establece que el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) es un documento que enlista las variedades vegetales cuyos caracteres pertinentes, han sido descritos conforme a las guías técnicas para la descripción varietal de cada

especie, para garantizar su identidad genética y distinción; este catálogo cuenta con el registro de nuevas variedades de cultivo registradas en nuestro país.

#### **2.4. Certificación de semillas**

Un programa de certificación de semillas es un instrumento para producir semillas genéticamente puras y de buena calidad que reúna los atributos de calidad física, fisiológica, genética y sanitaria. Dicho programa debe incluir: 1) determinar la elegibilidad de las variedades; 2) verificar las fuentes de las semillas; 3) efectuar la inspección de campo; 4) tomar muestras de las semillas procesadas; 5) analizar y evaluar semillas según los estándares de calidad; 6) rotular; 7) establecer parcelas de control de variedades; y 8) educar e informar a los productores.

En el proceso de certificación de semillas, es importante realizar y controlar de manera eficiente, todos los componentes de calidad, desde la producción hasta el mercado (Douglas, 1982). Según el CIAT (1983), las responsabilidades de un programa de mejoramiento son: realizar el registro de la nueva variedad, promover la difusión de la nueva variedad, acelerar el proceso de multiplicación e incrementar la variedad y asesorar el mantenimiento de la pureza genética.

Asimismo, para el incremento de semilla calificada de sorgo se deberán cumplir satisfactoriamente los criterios y especificaciones de campo y laboratorio, de acuerdo con la Regla para la Calificación de Semilla de Sorgo, de acuerdo a los lineamientos que establece el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2018).

En lo que refiere al registro de la nueva variedad, deben incluir aspectos sobresalientes, tales como una descripción completa de sus características.

Si la variedad presenta variación en algún carácter, se debe establecer, hasta donde sea posible la amplitud de dicha variación o; en su caso, observar si se

presenta influencia inversa, debido a los factores genéticos o ambientales en donde se establecen la evaluación de las plantas.

Para poder establecer un programa de semillas certificadas y que este tenga éxito, es necesario tomar en cuenta lo siguiente: 1) comprender los factores que influyen en la adopción y uso de semillas certificadas por parte del agricultor; 2) establecer mecanismos eficaces para informar y educar a los productores en cuanto al mejor uso de las semillas certificadas y; 3) promover e impulsar el desarrollo de un sistema de mercado eficaz que permita suministrar a los agricultores semillas certificadas (Douglas, 1982).

## **2.5. Calidad de Semillas**

El CIAT (1991), define que la calidad de cualquier producto en su sentido amplio, es un conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el contexto de las semillas, la calidad de la semilla es el conjunto de atributos de calidad genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas.

El componente genético se refiere a las características que el fitomejorador, elige antes de liberar una nueva variedad (Bishaw *et al.*, 2007), el componente sanitario se define como la presencia o ausencia de organismos patógenos (hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos) que provocan enfermedades (ISTA, 2005).

El componente físico representa la apariencia de la semilla, de las cuales las principales características son: peso de 1000 semillas, que consta de determinar el peso que equivalen estas semillas para tener una referencia del peso promedio de cada una, están en función del tamaño y de la masa de estas; contenido de humedad que es la cantidad de agua contenida dentro de la semilla la cual es importante mantenerla lo más bajo posible para prologar su viabilidad, y evitar el deterioro de esta por agentes bióticos y abióticos (Castañeda *et al.*, 2009). El Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), establece

valores máximos de 13%, y el peso volumétrico que es el peso en determinado volumen y éste está en función de la masa, tamaño y longitud de cada una de las semillas (Moreno, 1996).

El componente fisiológico está determinado principalmente por la viabilidad y germinación de las semillas (González *et al.*, 2008).

La viabilidad de la semilla se refiere a la proporción de individuos vivos en un lote de semillas, y una prueba para determinar la viabilidad es la conductividad eléctrica, esta prueba evalúa indirectamente el grado de estructuración de las membranas celulares, mediante la determinación de la cantidad de iones lixiviados dentro de la solución de imbibición y estos son cuantificados para su evaluación (Soto y Valiengo, 2011).

La germinación de las semillas es una serie de procesos morfológicos y fisiológicos, en los cuales resulta la transformación del embrión en una plántula normal (Coll *et al.*, 1995); este proceso comprende tres fases sucesivas las cuales son: fase I (imbibición), es la hidratación de la semilla causando un hinchamiento, la fase II es el inicio de la actividad metabólica y fisiológica, la fase III comprende la división celular que provoca la emergencia de la radícula (Doria, 2010). A su vez Méndez *et al.*, 2008, mencionaron que la primera etapa de la germinación es la imbibición.

## **2.6. Descripción varietal**

La etapa inicial del mejoramiento genético de una especie es la selección, formación y evaluación de variedades con características deseables y la fase final para la liberación de una variedad nueva, exige realizar la descripción varietal, en donde se permite establecer que la variedad a liberar debe ser distinta, homogénea y estable en relación a las variedades que se encuentran en el mercado de semillas (UPOV, 2001).

Por lo anterior, es necesario utilizar las guías técnicas para la descripción varietal que expiden los organismos nacionales e internacionales como el SNICS y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Las guías técnicas, incluyen el conjunto de descriptores y observaciones que permiten caracterizar a una variedad vegetal para su identificación y distinción, que es parte esencial para la inscripción de variedades vegetales o para solicitar la expedición de título de obtentor, ante dependencias oficiales (SNICS, 2002; UPOV, 2002).

Lo anterior permite la adjudicación y establecimiento de los derechos de obtentor para un mejor control del comercio de semillas, donde el atributo de calidad es básico, además permite realizar estudios de interés agronómico en la especie y se evita la biopiratería de materiales vegetales (Keefe y Draper, 1986). En lo que respecta a la calidad física y genética de una semilla en una variedad vegetal se observan patrones de distinción, uniformidad y estabilidad que la identifican como poseedora de una alta pureza varietal, lo cual es sinónimo de una semilla con calidad en el componente genético. Estos patrones se encuentran basados en características morfológicas que muestra la población, clasificándose de acuerdo a la forma de evaluación en caracteres cualitativos y cuantitativos (Kelly, 1988).

Una variedad mejorada se define como el conjunto de plantas uniformes, producto de la aplicación de una técnica de mejoramiento genético con características definidas y que reúne la condición de ser diferente a otras, estable y uniforme. Generalmente, presentan mayor potencial de rendimiento, así como diversas condiciones favorables de calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades (Tadeo y Espinosa, 2004).

De acuerdo con Eberhart y Russell (1966), consideran que un genotipo es estable cuando el coeficiente de regresión ( $b_i$ ) es igual a 1 y las desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) iguales a cero. Por lo tanto, los genotipos que no interaccionan con los factores ambientales mostrarán pendiente cero y podrían ser estables. Los genotipos que muestren respuesta media a los cambios ambientales tendrán

pendientes iguales a 1, y el genotipo más estable será el que muestre el valor de  $S^2_{di}$  más próximo a cero.

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 vegetal.

La UPOV es el organismo encargado de emitir los principios para su elaboración, de la cual México es miembro desde el año 1997, con lo que asumió el compromiso de armonizar los elementos que utiliza en la descripción de variedades vegetales con fines de registro y calificación.

La UPOV (2000) asumió la responsabilidad de estandarizar las reglas de protección. Adoptó el convenio internacional de 1961 para la protección de nuevas variedades de plantas, que fue revisado en 1978 (UPOV, 1991), donde publicó las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en caracteres cualitativos y cuantitativos. Estos principios son de utilidad para los mejoradores al momento de solicitar la concesión de los derechos de obtentor de una nueva variedad vegetal.

Nuestro país tiene ventajas comparativas para la producción y exportación de semillas y como miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), debe generar las equivalencias en materia de calificación de semillas para siembra y en los esquemas de certificación que faciliten el comercio internacional (NOM-001-SAG/FITO 2013).

Un elemento fundamental para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales y para la calificación de la calidad de las semillas, es una adecuada descripción varietal. Adicionalmente, se requiere que esta descripción se encuentre armonizada con los estándares internacionales.

La Ley Federal de Variedades Vegetales y la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, establecen que sea a través de una Norma

Oficial Mexicana el instrumento normativo en la que se establezcan los criterios, procedimientos y especificaciones para la elaboración de guías para la descripción varietal y las reglas para determinar la calidad de las semillas para siembra.

Un elemento fundamental para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales y para la calificación de la calidad de las semillas, es una adecuada descripción varietal armonizada con los equivalentes internacionales (NOM-001-SAG/FITO, 2013).

## **2.7. Condiciones para la concesión del derecho de obtentor**

### **Condiciones de la protección**

El artículo 5, en el apartado de condiciones de la protección del Acta de 1991 del convenio de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), considera como criterios a cumplir para otorgar el derecho de obtentor cuando la variedad vegetal sea:

- i) Nueva,
- ii) Distinta,
- iii) Homogénea y
- iv) Estable.

Asimismo, menciona otras condiciones como la concesión del derecho de obtentor, la cual no podrá depender de condiciones suplementarias o diferentes de las antes mencionadas, a reserva de que la variedad sea designada por una denominación conforme a lo dispuesto en el artículo 20, o que el obtentor haya satisfecho las formalidades previstas en la presente Ley y que haya pagado las cuotas establecidas.

## **Novedad**

El Artículo 6 del Acta de 1991 del convenio de UPOV, considera a una variedad como nueva si, en la fecha de presentación de la solicitud del derecho de obtentor, el material de reproducción o de multiplicación vegetativa o un producto de cosecha de la variedad, no ha sido vendido o entregado a terceros de otra manera, por el obtentor o con su consentimiento, a los fines de la explotación de la variedad.

## **Distinción**

El Artículo 7 del Acta de 1991 del convenio de UPOV, considera distinta una variedad, si se distingue claramente de cualquier otra variedad cuya existencia en la fecha de presentación de la solicitud sea notoriamente conocida.

## **Homogeneidad**

El Artículo 8 del Acta de 1991 del convenio de la UPOV, considera homogénea a una variedad, si es suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible a través de las particularidades de su reproducción sexual o de su multiplicación vegetativa.

## **Estabilidad**

El Artículo 9 del Acta de 1991 del convenio de la UPOV, considera estable a una variedad, 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.

## **Derechos del obtentor**

En el artículo 14 del acta-convenio de la UPOV, 1991, se menciona el alcance del derecho de obtentor, respecto a la reproducción o multiplicación de material vegetal. El artículo antes mencionado, establece que se requerirá de la autorización del obtentor para los actos siguientes realizados respecto de material de reproducción o de multiplicación de la variedad protegida; i) la producción o la reproducción (multiplicación), ii) la preparación a los fines de la reproducción o de la multiplicación, iii) la oferta en venta, iv) la venta o cualquier otra forma de comercialización, v) la exportación y vi) la importación.

## **Denominación de la variedad**

El Artículo 20 del acta-convenio UPOV (1991), menciona los siguientes criterios para denominación de una variedad:

1) [Designación de las variedades por denominaciones; utilización de la denominación]. La variedad será designada por una denominación destinada a ser su designación genérica. Ningún derecho relativo a la designación registrada como la denominación de la variedad, obstaculizará la libre utilización de la denominación en relación con la variedad, incluso después de la expiración del derecho de obtentor.

2) [Características de la denominación]. La denominación deberá permitir identificar la variedad. No podrá componerse únicamente de cifras, salvo cuando sea una práctica establecida para designar variedades. No deberá ser susceptible de inducir en error o de prestarse a confusión sobre las características, el valor o la identidad de la variedad o sobre la identidad del obtentor. Concretamente, deberá ser diferente de toda denominación que designe en el territorio de cualquier miembro

de la UPOV, una variedad existente de la misma especie vegetal o de una especie vecina.

3) [Registro de la denominación]. La denominación de la variedad será propuesta por el obtentor al [nombre de la autoridad]. Si, se comprueba que esa denominación no responde a las exigencias del párrafo [2)], la [nombre de la autoridad] denegará el registro y exigirá que el obtentor proponga otra denominación en un plazo prescrito. La denominación será registrada por la [nombre de la autoridad] al mismo tiempo que se conceda el derecho de obtentor.

4) [Derechos anteriores de terceros]. Los derechos anteriores de terceros no serán afectados. Si, en virtud de un derecho anterior, la utilización de la denominación de una variedad está prohibida a una persona que está obligada a utilizarla, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo [7)], la [nombre de la autoridad] exigirá que el obtentor proponga otra denominación para la variedad.

5) [Misma denominación en todos los miembros de la UPOV]. Toda variedad objeto de solicitud de concesión de un derecho de obtentor, deberá ser presentada bajo la misma denominación en todos los miembros de la UPOV. El [nombre de la autoridad] deberá registrar la denominación así propuesta, a menos que considere que la denominación es inadecuada. En tal caso, exigirá que el obtentor proponga otra denominación.

6) [Información en materia de denominación de variedades]. El [nombre de la autoridad], deberá asegurar la comunicación a las autoridades de los miembros de la UPOV de las informaciones relativas a las denominaciones de variedades, concretamente, de la propuesta, el registro y la cancelación de denominaciones.

Toda autoridad, podrá transmitir sus observaciones eventuales sobre el registro de una denominación a nombre de la autoridad.

7) [Obligación de utilizar la denominación]. Quien, en el territorio de [Estado/ Organización Intergubernamental], proceda a la puesta en venta o a la comercialización del material de reproducción o de multiplicación vegetativa de una variedad protegida en dicho territorio, estará obligado a utilizar la denominación de esa variedad, incluso después de la expiración del derecho de obtentor relativo a esa variedad, a condición de que, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo [4)], no se opongan derechos anteriores a esa utilización.

8) [Indicaciones utilizadas en asociación con denominaciones]. Cuando una variedad se ofrezca en venta o se comercialice, estará permitido asociar una marca de fábrica o de comercio, un nombre comercial o una indicación similar a la denominación de variedad registrada. Si tal indicación, se asociase de esta forma, la denominación deberá ser, no obstante, fácilmente reconocible.

## **2.8. Grupos de apoyo técnico**

Son órganos colegiados integrados por personal técnico de las dependencias competentes, según la materia que corresponda al comité, organizaciones de industriales, prestadores de servicios, comerciantes, productores agropecuarios y forestales; centros de investigación científica o tecnológica, colegios de profesionales y consumidores. Todos ellos expertos en variedades vegetales que opinan sobre: la identificación de cualquier variedad vegetal; su distinción, homogeneidad y estabilidad, así como la determinación de la calidad de las semillas (NOM-001-SAG/FITO 2013; Ostle,1983).

La participación de los Grupos de Apoyo Técnico (GAT) en forma periódica y sistemática estarán tomando en cuenta los avances tecnológicos y científicos en busca de nuevas especificaciones y mejores técnicas de análisis, en materia de semillas y variedades vegetales.

Los GAT, analizarán, evaluarán y tomarán una decisión por consenso y en segundo término por mayoría, basándose en los siguientes criterios de inclusión, modificación o exclusión:

- a) Que se refiera a cultivos de los que no existan los criterios, procedimientos y especificaciones para la descripción varietal o para determinar la calidad de las semillas para siembra.
- b) Que exista demanda de estos procesos, ya sea para protección o calificación.
- c) Cuando las innovaciones, avances tecnológicos o el desarrollo de experiencias, justifiquen la incorporación, eliminación o modificación de características, factores o niveles que ocasionen que los procedimientos, criterios y especificaciones para la descripción varietal o para determinar la calidad de las semillas para siembra se vuelvan obsoletas (NOM-001-SAG/FITO 2013) (Ostle, 1983).

## **2.9. Procedimiento para la elaboración de las guías técnicas para la descripción varietal**

El objetivo es describir la elaboración del contenido de las guías necesarias para la descripción de variedades vegetales, a fin de garantizar la identidad genética y su distinción de una nueva variedad vegetal (NOM-001-SAG/FITO, 2013).

En razón de la variación morfológica de los caracteres de cada género y especie susceptibles de registro, los criterios y especificaciones para la elaboración del contenido de cada guía, incluyendo las características del ensayo para la descripción varietal y el instructivo de llenado de la guía.

Las guías técnicas para la descripción varietal, deben conformarse con los siguientes apartados:

- a) Notas técnicas;
- b) Tabla de características;
- c) Explicaciones y métodos;
- d) Otras especificaciones que contribuyan a la descripción de la variedad.

### **2.10. Especificación de las características**

Cuando una variedad vegetal, ha sido descrita e identificada a través de la descripción correspondiente, se imparte a conocer su mecanismo de reproducción y los efectos ambientales que influyen sobre ellos, así como manejar sistemas apropiados de apareamiento y pruebas de progenies, para poder dar el mantenimiento adecuado y preciso de sus características genéticas (Carballo, 1993).

### **2.11. Mantenimiento varietal**

Cuando una variedad vegetal, ha sido descrita e identificada a través de la descripción correspondiente, es importante conocer su mecanismo de reproducción y los efectos ambientales que influyen sobre ellos, así como manejar sistemas apropiados de apareamiento y pruebas de progenies para poder dar el mantenimiento adecuado y preciso de sus características (Carballo, 1993).

De acuerdo con (Delouche, 1969), señaló que la organización entre el mejorador y el productor de semilla, debe reflejarse en una planeación conjunta para la multiplicación inicial de las categorías de semilla original y básica, que responda a la demanda real del sistema de mercadeo, promoción y difusión de la empresa, cumpliendo en el requisito de conservar al máximo la pureza genética.

También, es importante considerar los parámetros de calidad genética durante los procesos de mantenimiento y multiplicación de las semillas, ya que la calidad genética, es obtenida a través de los trabajos de fitomejoramiento, los cuales tienen como finalidad preservar la pureza genética del genotipo a través de sus procesos de multiplicación e incremento (Carballo, 1993).

Por su parte, Douglas (1982) hace referencia a la participación que el fitomejorador debe tener al organizar la multiplicación y mantenimiento inicial de semillas, la cual consta de tres aspectos fundamentales:

- I. Mantener la población mejorada en etapas anteriores a la obtención de semillas básicas.
- II. Trabajar con un equipo que se encargue de mantener las variedades que se generan, con incrementos intermedios y producción de semilla básica.
- III. Asesorando en la supervisión a otra unidad independiente que se encargue de todas las etapas intermedias de la semilla básica.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se estableció durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2019, bajo condiciones de campo abierto en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en el Campo Experimental en Buenavista, Saltillo, Coahuila, el cual se encuentra ubicado a una latitud de 25° 21'33" N, longitud de 101°02'20" W y a una altitud de 1,731 msnm (Google Earth, 2019).

#### **3.2 Material genético**

En la presente investigación, se caracterizaron tres genotipos de sorgo para grano con denominación LES-5, LES-284 y LES-291, del Programa de Mejoramiento de Sorgo del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### **3.3 Variables evaluadas**

En los tres genotipos de sorgo, se evaluaron caracteres cualitativos y cuantitativos conforme a la guía técnica para la descripción varietal de sorgo TG/122/4, de acuerdo a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad que recomienda la UPOV y que en México es avalado por el SNICS, para el cultivo del sorgo. En cada descriptor de la guía técnica se denominó por la letra "D" seguido del número del descriptor y para su identificación corta se le dio una abreviación.

A continuación, se mencionan los caracteres cualitativos evaluados en tres genotipos de sorgo durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2019, en el Campo Experimental Buenavista de la UAAAN en Saltillo, Coahuila.

### **Caracteres cualitativos**

La evaluación visual de los caracteres cualitativos, se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) TG/122/4, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad de la UPOV.

#### **D1. Plántula: pigmentación antociánica del coleóptilo**

La evaluación se realizó sobre la presencia o ausencia de la pigmentación en las plántulas de sorgo evaluadas a los siete días después de emergencia.

#### **D2. Hoja: pigmentación antociánica del limbo**

Las observaciones se efectuaron en la tercera hoja, contada desde el extremo inferior en las plantas de sorgo.

#### **D3. Planta: número de macollos**

Únicamente se contaron aquellos macollos cuya altura sea, como mínimo, un tercio de la altura de la planta.

#### **D4. Hoja: intensidad del color verde**

La evaluación visual se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo en sorgo (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) TG/122/4, conforme a las

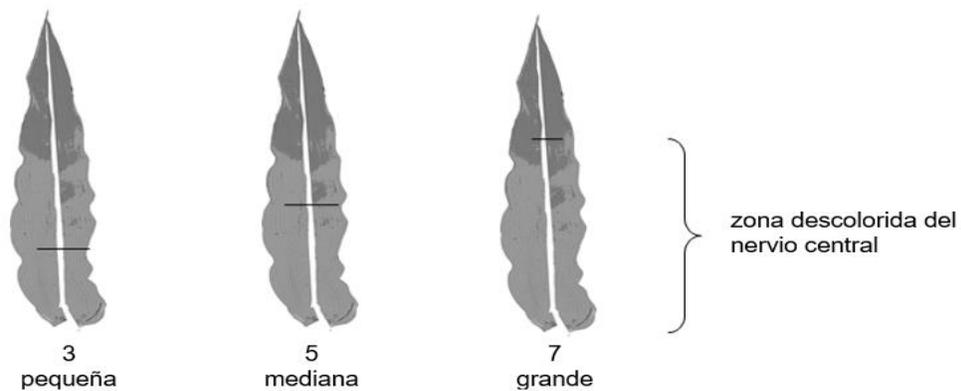
directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad.

#### **D5. Hoja: color del nervio central**

La evaluación visual se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo en sorgo (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) TG/122/4, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad.

#### **D6. Hoja: zona descolorida del nervio central**

La evaluación visual se realizó de acuerdo a la guía técnica TG/122/4, para la descripción varietal en sorgo.



**Figura 1. Zona descolorida del nervio central.**

#### **D7. Planta: época de aparición de las panículas**

La evaluación se realizó de manera visual en aquellas en la que la punta de la panícula sobresalió de la vaina de la hoja bandera en el 50% de las plantas.

La caracterización de los descriptores cualitativos D8, D9, D10 y D11, se realizó en forma visual, conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) TG/122/4, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad.

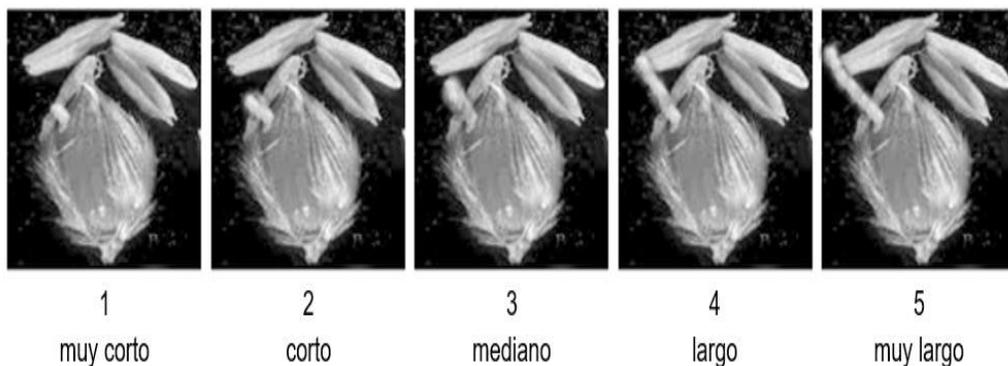
**D8. Gluma: pigmentación antociánica**

**D9. Estigma: pigmentación antociánica**

**D10. Estigma: color**

En el caso particular de este descriptor, no sería posible efectuar la observación si la pigmentación antociánica es intensa. Para el caso de los tres genotipos evaluados del presente trabajo, si fue posible evaluar.

**D11. Estigma: longitud**



**Figura 2. Representación de crecimiento del estigma de una planta de sorgo.**

## D12. Flor con pedicelo: longitud de la flor

La evaluación visual se realizó de acuerdo a la guía técnica TG/122/4 para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench).

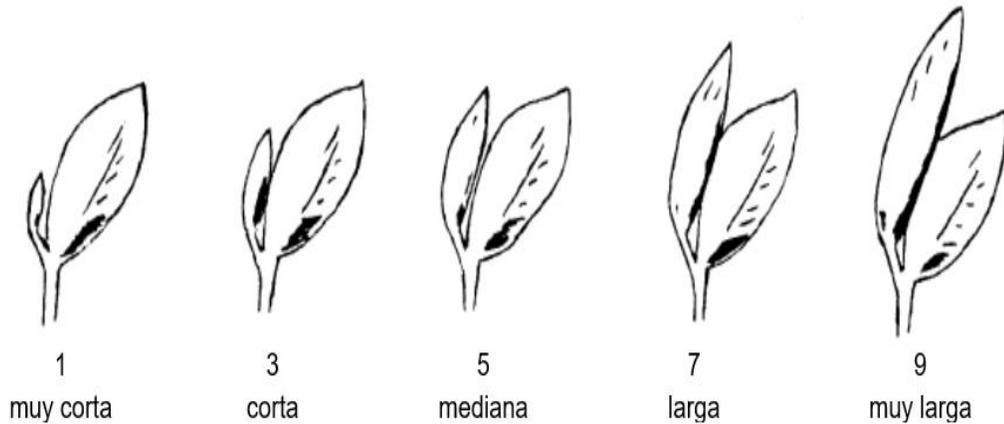


Figura 3. Desarrollo de flor de una planta de sorgo.

## D13. Flor: autofertilidad

Con este descriptor, se observaron 50 plantas de sorgo. Las espigas se cubrieron con bolsas de autopolinización, previo a la floración. Una vez alcanzada la madurez, se retiraron las bolsas de las espigas y se registró la cantidad estimada de semillas, expresada como porcentaje respecto del número total de flores. En donde se tomaron los siguientes criterios:

Panícula: autofertilidad

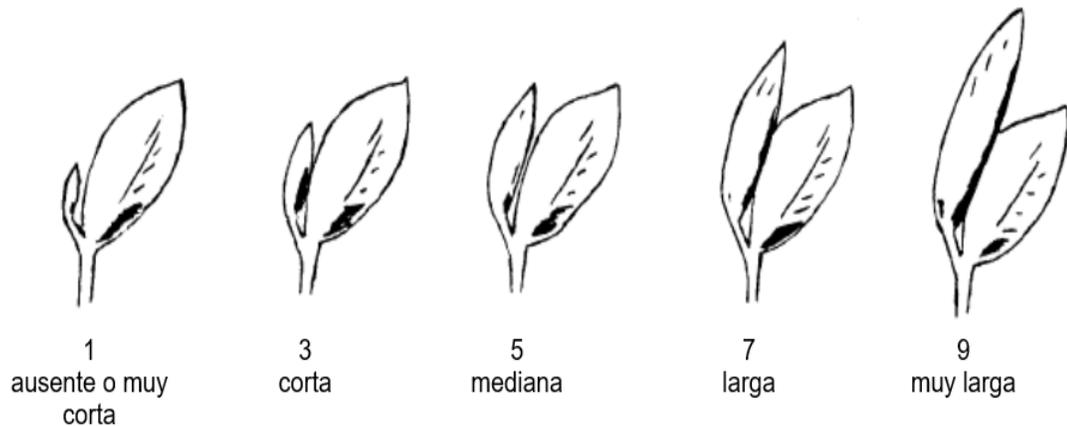
- 1 ausente o muy baja: 0% - 10%
- 2 media: 11% - 70%
- 3 alta: 71% - 100%

#### **D14. Gluma: color al final de la floración**

La caracterización de los descriptores cualitativos D14, D15 y D16, se realizó en forma visual conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) TG/122/4, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad.

#### **D15. Panícula: densidad al final de la floración**

#### **D16. Lema: longitud de la arista**



**Figura 4. Desarrollo de arista en una planta de sorgo.**

#### **D17. Antera seca: color**

La evaluación visual se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo TG/122/4.

### D25. Panícula: densidad en la madurez

La evaluación visual se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo. De acuerdo a la guía técnica TG/122/4, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.

### D26. Panícula: posición de la parte más ancha

La evaluación visual se realizó de acuerdo a la guía técnica TG/122/4, para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench).

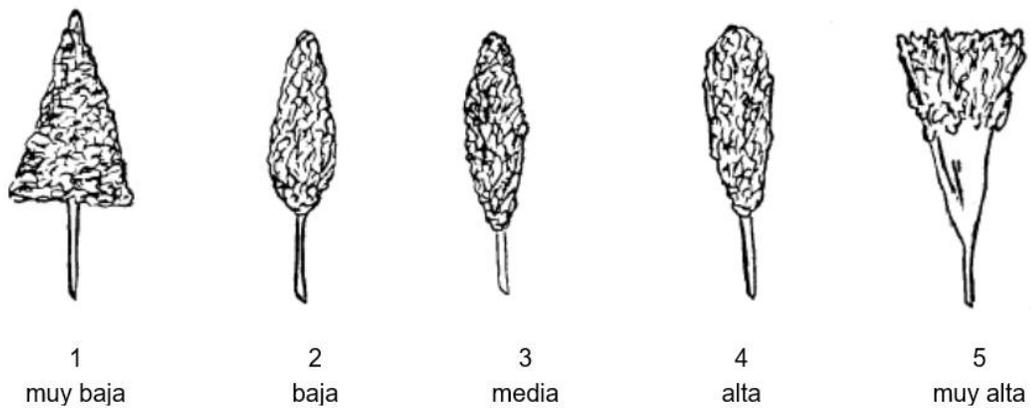
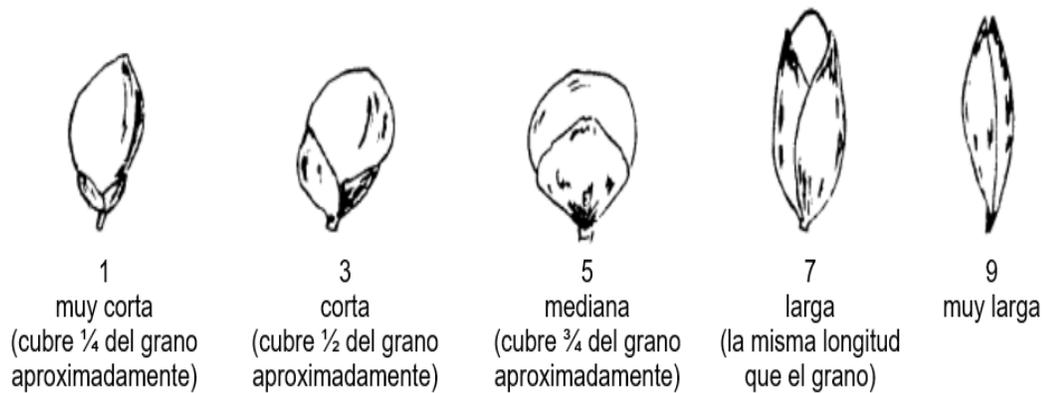


Figura 5. Posición de panícula en una planta de sorgo.

Los descriptores D27 y D28, se evaluaron en forma visual, conforme a la guía técnica TG/122/4, para la descripción varietal en sorgo.

**D27. Gluma: color en la madurez**

**D28. Gluma: longitud**



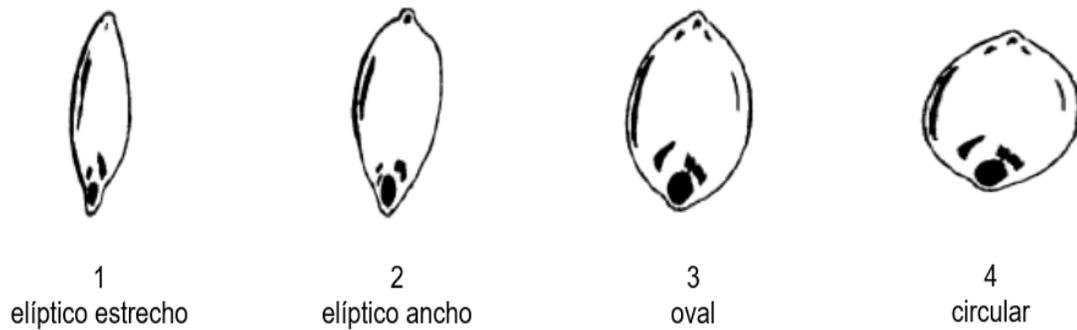
**Figura 6. Longitud de gluma en una planta de sorgo.**

Los descriptores D29 y D31 se evaluaron en forma visual, conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo.

**D29. Grano: color**

Para la evaluación de este descriptor, la guía recomienda observar el grano después de la trilla.

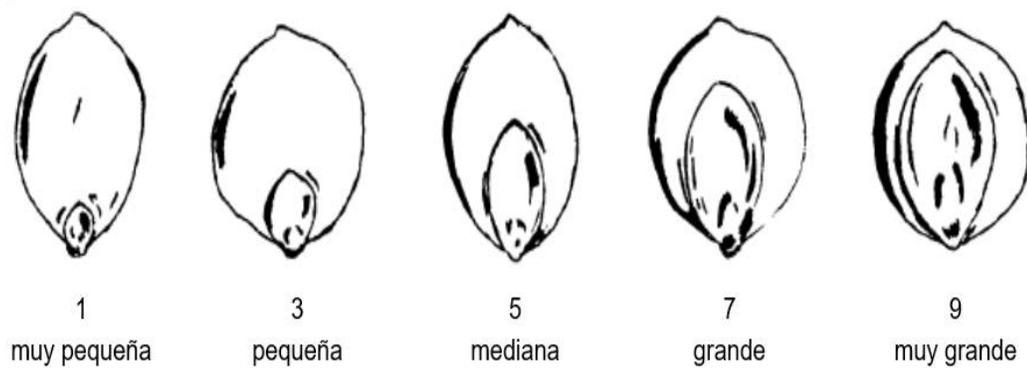
**D31. Grano: forma en vista dorsal**



**Figura 7. Forma en vista dorsal de un grano de sorgo.**

**D32. Grano: tamaño de la marca del germen**

En este descriptor, se realizó la evaluación visual de acuerdo a la guía técnica TG/122/4, para la descripción varietal en sorgo.



**Figura 8. Tamaño de la marca de germen de un grano de sorgo.**

### D33. Grano: contenido de taninos

Los granos de algunas variedades de sorgo, contienen proantocianidinas (comúnmente denominadas “taninos” o, con mayor propiedad, “taninos condensados”) en la testa, que es el tegumento seminal que se encuentra bajo el pericarpio. Dichas variedades, reciben diversas denominaciones como sorgos “con taninos”, “de alto contenido en taninos”, “pardos”, “antipájaros”, “resistentes a las aves” o “amargos”.

Las variedades que no contienen taninos, también reciben diversas denominaciones, como sorgos “sin taninos”, “de bajo contenido en taninos”, “sin taninos condensados” o “dulces”.



Figura 9. Contenido de taninos en granos de sorgo.

#### Niveles de expresión

Número de granos que han de examinarse: 100 granos

- 1 nulo o muy bajo:  $\leq 5\%$  con taninos
- 2 medio:  $>5\% - <95\%$  con taninos

3 muy alto:  $\geq 95\%$  con taninos

La estimación del contenido de taninos, se realizó conforme a las recomendaciones de la guía técnica para la descripción varietal en sorgo.

#### **D34. Grano: tipo de endospermo**

La evaluación visual se realizó de acuerdo a la guía técnica TG/122/4, para la descripción varietal en sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench).



**Figura 10. Tipos de endospermo de un grano de sorgo.**

La evaluación visual de los descriptores D35 y D36, se realizó conforme a la guía técnica para la descripción varietal en sorgo (TG/122/4), conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.

#### **D35. Grano: color de la porción vítrea del endospermo**

#### **D36. Planta: sensibilidad al fotoperíodo**

Nota. En las variedades insensibles al fotoperíodo, el desarrollo floral no depende de la duración de la luz diurna.

Las variedades sensibles al fotoperíodo, no iniciarán el desarrollo floral hasta que la duración del fotoperíodo sea inferior a 12 horas aproximadamente.

## **Caracteres cuantitativos**

### **D18. Planta: altura**

La altura de la planta se evaluó desde el nivel del suelo, hasta el extremo superior de la panícula de sorgo. La medición se realizó con una cinta métrica y el resultado se expresó en centímetros.

### **D19. Tallo: diámetro**

La evaluación se realizó de este descriptor cuantitativo, midiendo la parte intermedia de las plantas de sorgo con un vernier digital, el resultado se expresó en milímetros.

Para la evaluación de los descriptores cuantitativos D20 y D21, se realizaron mediciones de la parte intermedia de las hojas en las plantas de sorgo con una cinta métrica, el resultado se expresó en centímetros.

### **D20. Hoja: longitud del limbo**

### **D21. Hoja: anchura del limbo**

Para la evaluación de los descriptores cuantitativos D22, D23 y D24, se realizaron mediciones en la inflorescencia (panícula) de las plantas de sorgo con una cinta métrica, el resultado se expresó en centímetros.

### **D22. Panícula: longitud**

### **D23. Panícula: longitud del cuello**

Nota. El cuello se encuentra entre la hoja panicular y la primera ramificación de la panícula. La determinación de la longitud de la panícula, deberá efectuarse sin tener en cuenta el cuello.

**D24. Panícula: longitud de las ramificaciones primar**

**D30. Peso de 1000 granos**

Para la evaluación de este descriptor cuantitativo, se utilizó una balanza analítica (Ohaus) con precisión de  $310 \text{ g} \times 0.001 \text{ g}$ , en donde se pesaron 8 repeticiones de 1000 semillas, se dividió entre el mismo número de repeticiones y se multiplicó por 10, después se procedió a registrar su peso en gramos para los tres genotipos de sorgo.

### 3.4. Diseño experimental

Para las variables cuantitativas en la descripción varietal, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres genotipos de sorgo en tres repeticiones. Para el análisis estadístico de los datos de campo en cada uno de los caracteres cuantitativos, se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por Tukey ( $P \leq 0.05$ ), con el paquete estadístico SAS, siendo el modelo el siguiente:

El diseño de bloques al azar es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = es la observación del tratamiento  $i$  en el bloque  $j$ .

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = es el error experimental.

Se supone que:

- Los errores ( $\varepsilon_{ij}$ ) se distribuyen normal e independientemente con la media cero y la varianza igual a  $\sigma^2$ .

No hay interacción entre los tratamientos y bloques, o sea que el efecto  $\tau_i$  es el mismo en todos los bloques.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las observaciones realizadas bajo condiciones de campo abierto, se obtuvieron los resultados de la descripción varietal en tres genotipos de sorgo evaluados, dichos datos fueron agrupados en descriptores cualitativos y cuantitativos.

##### **Caracterización de 23 descriptores cualitativos en planta y 5 descriptores cualitativos en grano durante la etapa de postcosecha**

Las frecuencias relativas de los descriptores cualitativos en planta, de las variedades de sorgo estudiadas (LES 5, LES 284, LES 291), se presentan en el Cuadro 1. La evaluación se llevó a cabo de manera visual, de acuerdo a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad TG/122/4 (UPOV, 2015). Los valores de las variables están expresados de acuerdo a los parámetros asignados en el examen antes mencionado, los cuales se observaron con el mismo nivel de caracterización.

En el Cuadro 1 se muestran los valores obtenidos de 23 de los 28 descriptores cualitativos de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/122/4), los cuales fueron evaluados en la planta de sorgo para los tres genotipos (LES 5, LES 284 y LES 291), como también en esta tabla se presentan los 5 caracteres cualitativos evaluados en laboratorio con respecto a los descriptores de grano de los tres genotipos antes mencionados. Como se pudo observar, los descriptores (D2) hoja. pigmentación antociánica del limbo (ausente o muy débil), (D3) número de macollos (alto), (D4) intensidad del color verde (claro), (D9) estigma. Pigmentación antociánica (ausente o muy débil, (D10) estigma. Color (amarillo claro), (D12) flor con pedicelo. Longitud de la flor (corta), (D13) flor. Autofertilidad (alta), (D16) lema. Longitud de la arista (corta), (D26) panícula. Posición de la parte más ancha (media), (D28) gluma. Longitud (corta), (D33) grano.

La evaluación de la estimación del contenido de taninos en los tres genotipos de sorgo evaluados en la descripción varietal, se realizó a nivel de laboratorio. De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó un nivel de expresión para los tres genotipos de tipo medio, este resultado puede atribuirse a que los genotipos evaluados presentan testa pigmentada. Para el descriptor (D36) planta. Sensibilidad al fotoperiodo (insensible), no mostraron variabilidad entre estos genotipos, ya que el 100% de las plantas muestreadas, fueron de un solo nivel de caracterización, lo cual podemos decir que estas características son intrínsecas de las variedades.

En lo que respecta a los genotipos LES 5 y LES 284, en los caracteres (D5) hoja. Color del nervio central (amarillo claro), (D11) estigma. Longitud (muy corto), (D15) panícula. Densidad al final de la floración (densa), (D31) grano. Forma en vista dorsal (oval), no hubo diferencia en el nivel de caracterización de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/122/4), con respecto al genotipo LES 291 (D5) hoja. Color del nervio central (verde claro), (D11) estigma. Longitud (corto), (D15) panícula. Densidad al final de la floración (media), (D31) grano. Forma en vista dorsal (circular).

Para los genotipos LES 284 y LES 291, los caracteres (D6) hoja. Zona descolorida del nervio central (ausente o muy pequeña), (D14) gluma. Color al final de la floración (verde claro), (D25) panícula. Densidad de la madurez (media), (D32) tamaño de la marca del germen (media), los cuales no tuvieron variabilidad en los niveles de caracterización de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/122/4), con respecto al genotipo LES 5 (D6) hoja. Zona descolorida del nervio central (mediana), (D14) gluma. Color al final de la floración (verde amarillento), (D25) panícula. Densidad de la madurez (densa), (D32) tamaño de la marca del germen (pequeña).

En los descriptores observados para los genotipos LES 5 y LES 291, los caracteres (D7) planta. Época de aparición de la panícula (temprana), (D17) antera

seca. Color (naranja), (D34) grano. Tipo de endospermo (farináceo en sus  $\frac{3}{4}$  partes), (D35) grano. Color de la porción vítrea del endospermo (amarillo), los niveles de caracterización no fueron variables de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/122/4), con respecto al genotipo LES 284 (D7) planta. Época de aparición de la panícula (media), (D17) antera seca. Color (rojo naranja), (D34) grano. Tipo de endospermo (farináceo en su totalidad), (D35) grano. Color de la porción vítrea del endospermo (naranja).

Para los descriptores cualitativos de los genotipos LES 5, LES 284 y LES 291, los caracteres (D1) plántula. Pigmentación antociánica del coleóptilo (ausente o muy débil, débil, media), (D8) gluma. Pigmentación antociánica (débil, ausente o muy débil, media), (D27) gluma. Color de la madurez (marrón oscuro, amarillo medio, marrón claro), (D29) grano. Color (marrón oscuro, rojo anaranjado, marrón rojizo), mostraron variabilidad entre sus niveles de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (TG/122/4).

Cumpliendo con lo estipulado por la UPOV (SNICS-SAGARPA, 2015), ya que para ser objeto de registro se establece que al menos en una característica tiene que diferir con las variedades de referencia para dar cumplimiento con el parámetro de distintividad, en lo que se refiere a la estabilidad y uniformidad, estos ya fueron discutidos en secciones anteriores.

Cuadro 1. Descriptores cualitativos en planta de los tres genotipos de sorgo evaluados, de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>1.</b>	<b>12-14 VG</b>	<b>Plántula: pigmentación antocianica del coleóptilo</b>				
<b>QN</b>		ausente o muy débil	1	X		
		Débil	3		x	
		Media	5			X
		Intensa	7			
		muy intensa	9			
<b>2.</b>	<b>15 VG</b>	<b>Hoja: pigmentación antocianica del limbo</b>				
<b>QN</b>		ausente o muy débil	1	X	x	X
		Débil	3			
		Media	5			
		Intensa	7			
		muy intensa	9			
<b>3.</b>	<b>41-49 MS/ MG/ VG</b>	<b>Planta: número de macollos</b>				
<b>QN</b>		nulo o muy bajo	1			
		Bajo	2			
		Medio	3			
		Alto	4	X	x	X
		muy alto	5			
<b>4.</b>	<b>45-59 VG</b>	<b>Hoja: intensidad del color verde</b>				
<b>QN</b>	<b>(a)</b>	muy claro	1			
		Claro	2	X	x	X
		Medio	3			
		Oscuro	4			
		muy oscuro	5			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>5. (*)</b>	<b>45-59 VG</b>	<b>Hoja: color del nervio central</b>				
<b>PQ</b>	<b>(a)</b>	Blanco	1			
		blanco amarillento	2			
		verde claro	3			X
		amarillo claro	4	X	x	
		amarillo medio	5			
		amarillo oscuro	6			
		Amarronado	7			
<b>6. (+)</b>	<b>45-59 VG</b>	<b>Hoja: zona descolorida del nervio central</b>				
<b>QN</b>	<b>(a)</b>	ausente o muy pequeña	1		x	X
		Pequeña	3			
		Mediana	5	X		
		Grande	7			
		muy grande	9			
<b>7. (*) (+)</b>	<b>51 MG/ MS</b>	<b>Planta: época de aparición de las panículas</b>				
<b>QN</b>		muy temprana	1			
		Temprana	3	X		X
		Media	5		x	
		Tardía	7			
		muy tardía	9			
<b>8.</b>	<b>65-69 VG</b>	<b>Gluma: pigmentación antociánica</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	ausente o muy débil	1		x	
		Débil	3	X		
		Media	5			X
		Intensa	7			
		muy intensa	9			
<b>9.</b>	<b>65-69 VG</b>	<b>Estigma: pigmentación antociánica</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	ausente o muy débil	1	X	x	X

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
		Débil	3			
		Media	5			
		Intensa	7			
		muy intensa	9			
<b>10. (*) (+)</b>	<b>65-69 VG</b>	<b>Estigma: color</b>				
<b>PQ</b>	<b>(b)</b>	Blanco	1			
		amarillo claro	2	X	x	X
		amarillo medio	3			
		amarillo oscuro	4			
		Gris	5			
<b>11. (+)</b>	<b>65-69 VG</b>	<b>Estigma: longitud</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	muy corto	1	X	x	
		Corto	2			X
		Mediano	3			
		Largo	4			
		muy largo	5			
<b>12. (+)</b>	<b>65-69 VG</b>	<b>Flor con pedicelo: longitud de la flor</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	muy corta	1			
		Corta	3	X	x	X
		Mediana	5			
		Larga	7			
		muy larga	9			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>13.</b> <b>(*)</b> <b>(+)</b>	<b>65-69</b> <b>VG</b>	<b>Flor: autofertilidad</b>				
<b>QN</b>		ausente o muy baja	1			
		Media	2			
		Alta	3	X	x	X
<b>14.</b>	<b>69</b> <b>VG</b>	<b>Gluma: color <u>al final de la floración</u></b>				
<b>PQ</b>	<b>(b)</b>	verde claro	1		x	X
		verde medio	2			
		verde amarillento	3	X		
		amarillo claro	4			
		amarillo medio	5			
<b>15.</b>	<b>69</b> <b>VG</b>	<b>Panícula: densidad <u>al final de la floración</u></b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	muy rala	1			
		Rala	3			
		Media	5			X
		Densa	7	X	x	
		muy densa	9			
<b>16.</b> <b>(*)</b> <b>(+)</b>	<b>69-75</b> <b>VG</b>	<b>Lema: longitud de la arista</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	ausente o muy corta	1			
		Corta	3	X	x	X
		Mediana	5			
		Larga	7			
		muy larga	9			
<b>17.</b> <b>(*)</b>	<b>69-75</b> <b>VG</b>	<b>Antera seca: color</b>				
<b>PQ</b>	<b>(b)</b>	amarillo claro	1			
		rosa grisáceo	2			
		Naranja	3	X		X
		rojo anaranjado	4		x	
		Rojo	5			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
		marrón rojizo	6			
<b>25. (*)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Panícula: densidad en la madurez</b>				
<b>QN</b>		muy rala	1			
		Rala	3			
		Media	5		x	X
		Densa	7	X		
		muy densa	9			
<b>26. (*) (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Panícula: posición de la parte más ancha</b>				
<b>QN</b>		muy baja	1			
		Baja	2			
		Media	3	X	x	X
		Alta	4			
		muy alta	5			
<b>27. (*)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Gluma: color en la madurez</b>				
<b>PQ</b>		Blanco	1			
		amarillo claro	2			
		amarillo medio	3		x	
		marrón claro	4			X
		marrón rojizo	5			
		marrón oscuro	6	X		
		Negro	7			
<b>28. (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Gluma: longitud</b>				
<b>QN</b>		muy corta	1			
		Corta	3	X	x	X
		Mediana	5			
		Larga	7			
		muy larga	9			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>29. (*) (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Grano: color</b>				
<b>PQ</b>		Blanco	1			
		blanco amarillento	2			
		blanco grisáceo	3			
		amarillo claro	4			
		Naranja	5			
		rojo anaranjado	6		x	
		marrón claro	7			
		marrón rojizo	8			X
		marrón oscuro	9	X		
		Púrpura	10			
		Negro	11			
<b>31. (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Grano: forma en vista dorsal</b>				
<b>PQ</b>		elíptico estrecho	1			
		elíptico ancho	2			
		Oval	3	X	x	
		Circular	4			X
<b>32. (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Grano: tamaño de la marca del germen</b>				
<b>QN</b>		muy pequeña	1			
		Pequeña	3	X		
		Mediana	5		x	X
		Grande	7			
		muy grande	9			
<b>33. (+)</b>	<b>92-93 MG</b>	<b>Grano: contenido de taninos</b>				
<b>QN</b>		nulo o muy bajo	1			
		Medio	2	X	x	X
		muy alto	3			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>34. (* (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Grano: tipo de endospermo</b>				
<b>QN</b>		vítreo en su totalidad	1			
		vítreo en sus ¾ partes	2			
		la mitad vítreo	3			
		farináceo en sus ¾ partes	4	X		X
		farináceo en su totalidad	5		x	
<b>35. (* (+)</b>	<b>92-93 VG</b>	<b>Grano: color de la porción vítrea del endospermo</b>				
<b>PQ</b>		Blanco	1			
		Amarillo	2	X		X
		Naranja	3		x	
		Violeta	4			
<b>36. (* (+)</b>	<b>MG/MS</b>	<b>Planta: sensibilidad al fotoperíodo</b>				
<b>QL</b>		Insensible	1	X	x	X
		Sensible	9			

Cuadro 2. Descriptores cuantitativos en planta de los tres genotipos de sorgo evaluados, conforme a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>18. (* (+)</b>	<b>75-85 MS</b>	<b>Planta: altura</b>				
<b>QN</b>		Enana	1			
		enana a extremadamente baja	2			
		extremadamente baja	3			
		extremadamente baja a muy baja	4			
		muy baja	5			
		muy baja a baja	6			
		Baja	7			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
		baja a mediana	8			X
		Mediana	9	X		
		mediana a alta	10		x	
		Alta	11			
		alta a muy alta	12			
		muy alta	13			
		muy alta a extremadamente alta	14			
		extremadamente alta	15			
		extremadamente alta a gigante	16			
		Gigante	17			
<b>19.</b>	<b>69-85 MS</b>	<b>Tallo: diámetro</b>				
<b>QN</b>	<b>(c)</b>	Pequeño	3			
		Mediano	5	X	x	X
		Grande	7			
<b>20.</b>	<b>75-85 VG/MS</b>	<b>Hoja: longitud del limbo</b>				
<b>QN</b>	<b>(a)</b>	muy corto	1			
		Corto	3			
		Mediano	5	X	x	X
		Largo	7			
		muy largo	9			
<b>21.</b>	<b>75-85 VG/MS</b>	<b>Hoja: anchura del limbo</b>				
<b>QN</b>	<b>(a)</b>	muy estrecho	1			
		Estrecho	3	X	x	X
		Medio	5			
		Ancho	7			
		muy ancho	9			

Carácter	Método de observación	Descriptor TG/122/4 (Nivel)	Nota	Genotipo		
				LES 5	LES 284	LES 291
<b>22. (*) (+)</b>	<b>75-85 VG/ MS</b>	<b>Panícula: longitud</b>				
<b>QN</b>		muy corta	1			
		Corta	3			
		Mediana	5	X	x	X
		Larga	7			
		muy larga	9			
<b>23. (+)</b>	<b>75-85 VG/ MS</b>	<b>Panícula: longitud del cuello</b>				
<b>QN</b>		ausente o muy corto	1			
		Corto	3	X		X
		Mediano	5		x	
		Largo	7			
		muy largo	9			
<b>24.</b>	<b>75-85 VG/ MS</b>	<b>Panícula: longitud de las ramificaciones primarias</b>				
<b>QN</b>	<b>(b)</b>	Cortas	3	X		
		Medianas	5		x	X
		Largas	7			
<b>30.</b>	<b>92-93 MG</b>	<b>Peso de 1000 granos</b>				
<b>QN</b>		muy pequeño	1			
		Pequeño	3			
		Medio	5	X	x	
		Grande	7			X
		muy grande	9			

## **Resultados de los análisis cuantitativos**

En el Cuadro 3, los resultados del análisis de varianza para las variables agronómicas indican que en la fuente de variación bloques no se obtuvieron diferencias significativas para las variables consideradas en este estudio. En contra parte, se observa que para la fuente de variación líneas se obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para las variables AP (0.0022), DT (0.0249) y ALH (0.0282). Lo anterior se debe a que cada genotipo o línea presenta características particulares en cuanto al desarrollo de los parámetros agronómicos, los cuales están determinados por la constitución genética de cada línea. Existen otros factores que influyen el tamaño de la planta, entre ellos se pueden mencionar diversos factores abióticos como temperatura, humedad, disponibilidad de nutrientes y época de siembra (López y Galleato, 1982).

A continuación, se presentan los resultados de los cuadrados medios del análisis de varianza (Cuadro 3) para las variables agronómicas en descriptores cuantitativos evaluados en tres genotipos de sorgo, bajo condiciones de campo abierto.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas (descriptores cuantitativos) evaluados en tres genotipos de sorgo (LES 5, LES 284, LES 291), en el Campo Experimental UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, ciclo agrícola Otoño-Invierno 2019.

FV	GL	AP (cm)	DT (cm)	LLH (cm)	ALH (cm)	LP (cm)	LCP (cm)	LRPP (cm)
Bloques	2	12.1111 NS	1.0800 NS	1.8611 NS	0.0833 NS	2.5277 NS	5.3611 NS	1.1377 NS
Líneas	2	1878.1111 **	6.5100 *	169.4444 NS	4.0833 *	7.8611 NS	44.7777 NS	5.6544 NS
Error	4	46.4444	0.6100	30.6944	0.4166	3.0278	40.7777	1.6544
C.V		5.95	4.36	9.29	9.01	6.59	80.95	13.34

\*, \*\* = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente; NS= no significativo; AP= altura de planta; DT= diámetro de tallo; LLH= longitud de limbo de hoja; ALH= anchura de limbo de hoja; LP= longitud de panícula; LCP= longitud de cuello de panícula; LRPP= longitud de las ramificaciones primarias de panícula.

Para la prueba de comparación de medias, los resultados indican que el genotipo LES 284, fue el que presentó la mayor AP; superando en 30.5% y 30% al genotipo LES 291 y LES 5, respectivamente (Cuadro 3). Por otra parte, se puede observar que el genotipo LES 5, fue el que presentó el mayor desarrollo para la variable DT, ya que superó en 13.3% y 12.7% a los genotipos LES 284 y LES 291, respectivamente. En cuanto a la variable ALH, se obtuvo un patrón similar al obtenido en la variable AP, ya que los resultados indican que el genotipo LES 284 obtuvo el mejor resultado; con incrementos del 27.1% y 4.3% en comparación con el genotipo LES 5 y LES 291, respectivamente. Además, es importante señalar que a pesar de que no se obtuvieron diferencias significativas para las variables LLH y LCP, se presenta una tendencia similar, ya que el genotipo LES 284 superó numéricamente a los otros genotipos (LES 5 y LES 291).

Es importante señalar, que a pesar de que los resultados cuantitativos para el peso de 1000 granos no fueron presentados, los resultados indicaron que el genotipo LES 291 obtuvo el mayor peso con un valor de 26.6 g, seguido del genotipo LES 284 con 20.19 g, y con un menor peso el genotipo LES 5 con 19.21 g, respectivamente. La diferencia numérica que presentaron los genotipos LES 284 y LES 5, los cuales mostraron resultados similares, puede atribuirse a que los genotipos recibieron el mismo manejo agronómico en campo, por lo que todos mostraron una buena calidad de grano y pesos considerablemente iguales. En este sentido, Valdez (2015) reportó diferencias en los genotipos estudiados de trigo al realizar un examen DHE en al menos una característica y con esto resultado se cumple con el requisito de ser una variedad nueva, distinta y estable.

Por otra parte Flores *et al.* (2011), realizaron análisis de homogeneidad, distinción y estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate, los resultados mostraron que en los descriptores cuantitativos existieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.001$ ), así mismo, mencionaron que los descriptores cuantitativos son fuertemente influenciados por el medio ambiente, no encontraron diferencias estadísticas en los otros caracteres, indicando con esto que las variedades son

estables por su menor interacción genotipo ambiente, cumpliendo los requisitos para su registro.

La evaluación de descriptores cuantitativos, contribuye al mejoramiento genético, ya que se pueden seleccionar los mejores genotipos en base a los resultados. Donde el principal objetivo es incrementar la producción y la calidad de los productos en el menor tiempo, con el mismo esfuerzo y al menor costo posible. (Chávez, 1993). Al evaluar el comportamiento de distintas variedades y los parámetros agronómicos de interés en cada uno de los genotipos experimentales, el investigador podrá seleccionar el que mejor presente las características deseadas.

Cuadro 4. Comparación de medias para las variables agronómicas (descriptores cuantitativos) evaluados en tres genotipos de sorgo (LES 5, LES 284, LES 291), en el Campo Experimental UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, ciclo agrícola Otoño-Invierno 2019.

Genotipo	AP (cm)	DT (cm)	LLH (cm)	ALH (cm)	LP (cm)	LCP (cm)	LRPP (cm)
LES 5	100.33 b	19.60 a	51.83 a	5.83 b	25.00 a	6.00 a	8.50 a
LES 284	143.33 a	17.10 b	66.83 a	8.00 a	26.00 a	12.33 a	9.26 a
LES 291	99.67 b	17.00 b	60.17 a	7.66 ab	28.16 a	5.33 a	11.16 a
Media	114.44	17.90	59.61	7.16	26.38	7.88	9.64
Tukey ( $P \leq 0.05$ )	19.83	2.27	16.12	1.87	5.06	18.58	3.74

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales Tukey ( $P \leq 0.05$ ). AP= altura de planta; DT= diámetro de tallo; LLH= longitud de limbo de hoja; ALH= anchura de limbo de hoja; LP= longitud de panícula; LCP= longitud de cuello de panícula; LRPP= longitud de las ramificaciones primarias de panícula.

## **V. CONCLUSIONES**

La evaluación de los caracteres cualitativos y cuantitativos en los tres genotipos de sorgo evaluados, permitió determinar los parámetros para su distinción, homogeneidad y estabilidad, según la guía técnica para la descripción varietal TG/122/4.

Los resultados de los descriptores varietales en las diversas etapas fenológicas de la planta de sorgo, determinan características agronómicas de distinción, homogeneidad y estabilidad en los tres genotipos evaluados a nivel de planta y, en la etapa postcosecha en el grano de sorgo se logró determinar 36 descriptores cualitativos y cuantitativos para el ambiente de evaluación.

## VI. LITERATURA CITADA

- Antonio, B. A. 2005. Descripción varietal de la variedad de sorgo VANSB2000 con propósito de registro. Tesis de Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Antonopoulou, G., Gavala, H., Skiadas, I., Angelopoulos, K. and Lyberatos, G. 2008. Biofuels generation from sweet sorghum: Fermentative hydrogen production and digestion of the remaining biomass. *Bioresour Technology*, 99: 110-119.
- Bishaw, Z., A. A. Niane, & Y. Gan. 2007. Quality seed production. Springer. Holanda. 349-383 pp.
- Carballo C., A. 1993. La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. En Mendoza O., L. E. E. Fabela Ch., P. Cano R. y J.H. Esperanza M. (Ed.). Situación actual de la producción, investigación y comercio de semilla en México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 80-110.
- Castañeda, M. C., C. López., M. T. Colinas, J. Molina, & A. Hernández. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*. 34(4). 286-292 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Producción de semilla genética y básica. Programa de mejoramiento. Memorias del curso avanzado sobre producción de semilla básica, del 27 de abril al 29 de mayo. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Metodología para obtener semillas de calidad arroz, frijol, maíz, sorgo. Ed. Unidad de semillas CIAT. Cali, Colombia. 198 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Control de calidad en campo, beneficio y almacenamiento de semilla. CIAT, Cali, Colombia, 12 al 13 de agosto de 1991, 221 p.
- Chávez, J. L. 1993. Mejoramiento de plantas 1. Editorial Trillas. México. 136 p.
- Coll, J. B., G. N. Rodrigo, B. S. García and R. S. Tamés. 1995. Fisiología vegetal. Madrid. Ediciones Pirámide. 662 p.

- Delouche, J. C. 1969. Programas de semillas genética y básica. Universidad de Mississippi. USA.
- Delouche, J. C. 1975. Programas de Semillas. Mejoramiento en la Producción de semillas, FAO, Roma, Italia. 2-7 p.
- DOF. (Diario Oficial de la Federación). 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. 2007 México. D.F 17 p.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales. 31(1). 74-85 p.
- Douglas, J. E. 1982. Programa de Semillas. Guía de Planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.
- Eberhart, S. A. and Russel, W. A. 1966. Stability parameters in comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.
- Flores, N. A., Vázquez M. E., F. Borrego, y D. Sánchez. 2011. Análisis de la homogeneidad, distinción y estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (1). 5-16 p.
- González, G., F. M. Mendoza, J. Covarrubias, N. Morán, & J. A. Acosta. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. Agricultura Técnica en México. 34(4). 421-430 p.
- Hidalgo, J., 1997. Evaluación del control químico de cuatro malezas en sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.), en el Valle del Zamorano.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2005. International rules for seed testing. Seed Sci. And Technol.
- Keffe, P. D. and Draper, S. R. 1986. The measurement of new characters for cultivar identification in wheat using machine vision. Seed Sci. Technol. 14:715-724.
- Kelly, A. F. 1988. Seed production of agricultural crops. Ed. Longman Scientific & Technical. New York, USA. 226 p.
- Liu, L., Xingrong, W., Yin, X., Morrard, J., Chen X., Folk, W.R. and Zhang, Z.J. 2009: Development of marker-free transgenic sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using standard binary vectors with bar as a selectable marker. Plant Cell Tiss Organ Cult. 99: 97-108.

- López, A. Galleato. 1982. Efecto de competencia de maleza en distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicación técnica N° 25. INTA Argentina. 30 p.
- Méndez, N. N. P. J. Merazo, & M.N. Montaña. 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mayz* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) Revista UDO Agrícola. 8(1). 61-62 p.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y fisiológico de semillas agrícolas. Tercera edición, UNAM. Ciudad Universitaria, México, DF. 393 p.
- Ostle, B. 1983. Estadística aplicada. Editorial LIMUSA, México, D. F.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H., Reyes, F., Oquendo, G. y Milán, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Pastos y Forrajes, 33: 1-17.
- Pola, S.; Sarada, M.N. and Ramana, T. 2009. Mature embryos as source material for efficient regeneration response in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Sjemenartvo, 26: 93-104.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT ® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 1521 p.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas). 2018. Regla para la calificación de semilla de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). SADER-SNICS. Ciudad de México.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas). 2016 catálogo Nacional de Variedades Vegetales 2016 (10). SAGARPA-SNICS. México.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas). 2015. Reglas para la calificación de semillas. México.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas). 2002. Guía técnica para la descripción varietal para sorgo (*Sorghum bicolor*) México 15 p.

- Soto, J. L., & S. Valiengo. 2011. Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*. Bosque, Valdivia. 32(2). 197-202 p.
- Suarez, MM.; Zeledón, J. L. 2003. Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench) en el Municipio de San Ramón, Matagalpa Universidad Nacional Agraria. 2-105 p.
- Tadeo, R. M. y Espinosa, C. A. 2004. Producción y tecnología de semillas. Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, México. 106 p.
- UPOV. (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 1991. Convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales, revisado el 2 de diciembre de 1961, 10 de noviembre de 1972, 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991. Ginebra, Suiza.
- UPOV. (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 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. Ginebra, Suiza. 54 p.
- UPOV. (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2001. Directrices para la ejecución del examen de distinción, la homogeneidad y la estabilidad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) TG/44/10. Ginebra, Suiza. 49 p.
- UPOV. (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2015. Sorgo. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento TG/122/4. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Ginebra. 4-6 p.
- Valdez H. M. A. Descripción varietal de tres genotipos de trigo forrajero para el norte de México. Tesis de Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 2015.

Zhao, L., Liu, S. and Song, S. Optimization of callus induction and plant regeneration from germinating seeds of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). African Journal of Biotechnology, 9: 2367-2374, 2010.