

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DESCRIPCIÓN VARIETAL DE TRES GENOTIPOS DE TRIGO FORRAJERO  
PARA EL NORESTE DE MÉXICO

**Tesis**

Que presenta MIGUEL ÁNGEL VALDEZ HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

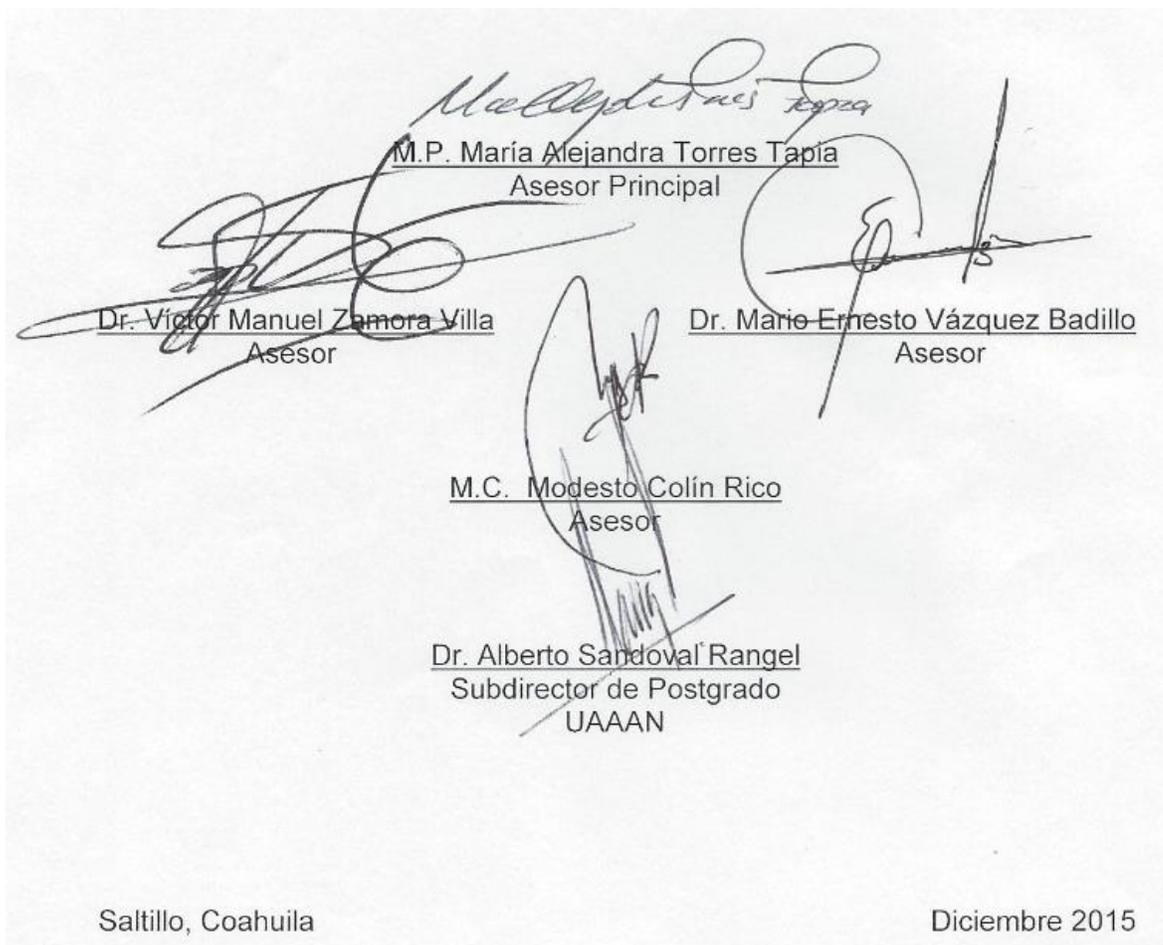
Saltillo, Coahuila

Diciembre 2015

DESCRIPCIÓN VARIETAL DE TRES GENOTIPOS DE TRIGO FORRAJERO  
PARA EL NORESTE DE MÉXICO

**Tesis**

Elaborada por MIGUEL ÁNGEL VALDEZ HERNÁNDEZ como requisito parcial  
para obtener el grado de MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y  
SEMILLAS con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



## **Agradecimiento**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo en la manutención durante la realización del postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por darme la oportunidad de seguir preparándome académicamente.

Mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas: M.P. María Alejandra Torres Tapia, Dr. Víctor Manuel Zamora Villa, Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo y M.C. Modesto Colín Rico, por su apoyo y consejos durante todo el proceso de realización del presente trabajo de investigación, porque como asesores, profesionistas y amigos son grandes personas.

Al personal de los diferentes campos experimentales por el apoyo en el establecimiento y desarrollo del cultivo.

A mis maestros del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS), por compartir y transmitir sus conocimientos, y la paciencia que me tuvieron.

A la Dra. Alma Patricia García Villanueva por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos de generación, y del CCDTS, por compartir momentos agradables, y su apoyo incondicional.

Y a todos mis amigos que de alguna forma u otra influyeron a que yo tomara la decisión de cursar la maestría, gracias!

## **Dedicatoria**

A Dios por prestarme esta maravillosa vida y guiarme por el mejor de los caminos, por su infinito amor que tiene por todos sus hijos.

A mi hija Elie Yolanda Valdez Gutiérrez que ha robado mi corazón y es mi gran amor para seguir adelante día con día.

A Alondra Jaqueline Gutiérrez López por su amor y paciencia durante el tiempo que hemos compartido.

A mi hermano Juan Carlos Valdez Hernández por su apoyo incondicional durante toda la vida.

A mis padres el señor Matías Valdez Hernández y la señora Maximina Hernández Olivares por darme lo mejor en esta vida, y motivarme a que día con día me supere.

A todos mis maestros, amigos y compañeros que compartimos momentos durante la realización de este proyecto.

## Índice general

Agradecimientos.....	iii
Dedicatorias.....	iv
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
Mejoramiento genético.....	3
Descripción varietal.....	4
Tipos de Expresión de los Caracteres.....	5
Protección de obtenciones vegetales.....	6
Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad (DHE).....	8
Registro de las Variedades.....	9
Certificación.....	10
Calidad de la Semilla.....	11
Imbibición de Semillas.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
Localización del área de estudio.....	14
Procedimiento Experimental.....	15
Metodología en la descripción varietal.....	16
Calidad de Semilla.....	20
Tasa de imbibición.....	21
Análisis Estadístico.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
Descriptores cuantitativos.....	23
Descriptores cualitativos.....	38
Características físicas de semilla.....	34
Características fisiológicas.....	36
V. CONCLUSIONES.....	46

REFERENCIAS..... 48  
ANEXOS..... 54

## Lista de cuadros

Cuadro	Descripción	Página
4.1	Resultados estadísticos del descriptor época de espigado de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.....	24
4.2	Resultados estadísticos del descriptor longitud de planta de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.....	25
4.3	Resultados estadísticos del descriptor longitud de espiga de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.....	26
4.4	Resultados estadísticos del descriptor longitud de la barba de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de dos localidades.....	27
4.5	Resultados estadístico del descriptor longitud del pico de la gluma inferior de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de dos localidades.....	28
4.6	Resultados de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.....	29
4.7	Comparación de medias (DMS) de las características físicas de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora.....	36
4.8	Análisis de varianza en la variable Tasa de Imbibición en semillas de Trigo Forrajero.....	37
4.9	Comparación de medias (DMS) a través del tiempo (h) de la Tasa de Imbibición.....	38
4.10	Regresión cuadrática y $R^2$ de la Tasa de Imbibición de los genotipos estudiados.....	40

4.11	Análisis de varianza en la variable Conductividad Eléctrica en semillas de Trigo Forrajero.....	41
4.12	Comparación de medias (DMS) a través del tiempo (h) de la Conductividad Eléctrica.....	42
4.13	Resultados de la conductividad eléctrica y germinación de los materiales estudiados.....	42
4.14	Regresión cuadrática, $R^2$ de la Conductividad Eléctrica y correlación entre las variables.....	44
4.15	Comparación de medias (DMS) de la capacidad de germinación y vigor de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora.....	45

## Lista de figuras

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
4.1	Tasa de Imbibición a través del tiempo, modeladas con la ecuación de Weibull (comparación de medias).....	39
4.2	Conductividad Eléctrica a través del tiempo (comparación de medias).....	43

Resumen

DESCRIPCIÓN VARIETAL DE TRES GENOTIPOS DE TRIGO FORRAJERO  
PARA EL NORESTE DE MÉXICO

POR

MIGUEL ÁNGEL VALDEZ HERNÁNDEZ

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

M.P. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA -ASESOR-

Saltillo, Coahuila

Diciembre 2015

Para poder obtener el registro ante el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, es necesario contar con una descripción varietal para demostrar que el genotipo es nuevo y distinto, este examen se realiza después de que el fitomejorador haya concluido su trabajo de mejoramiento. El presente trabajo tuvo como finalidad el obtener la descripción varietal de cuatro genotipos de trigo forrajero para el Noreste de México, siendo AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 generados por el programa de Cereales perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y comparados con la variedad comercial Bacanora. Se valoraron en tres localidades del Noreste del país (Navidad N.L., Zaragoza y Buenavista Coah.), bajo los lineamientos emitidos por la UPOV (1994), evaluando de manera aleatoria 50 plantas en campo y 20 en invernadero con tres repeticiones en diferente etapa fenológica. Los resultados de descriptores cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva y los cualitativos se reportaron en porcentaje de cada nivel de caracterización. Los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 se distinguieron en cuatro de cinco caracteres cuantitativos en comparación al testigo; AN-373-09 en seis de 21; AN-366-09 en nueve de 21 y AN-263-99 en cinco de 21 todos caracteres cualitativos relacionados con Bacanora (testigo). Los genotipos estudiados se diferencian en al menos una característica y con esto cumplen con el requisito de ser nueva y diferente. Los resultados de las características fisiológicas de los materiales estudiados muestran que el material Bacanora y AN-373-99 tienen mayor capacidad de hidratación en comparación de AN-366-09 y AN-263-99, pero estos tienen mayor velocidad en la germinación fisiológica, acumulando mayor peso seco (vigor) AN-366-09 y AN-373-09, y en la calidad física cumplen con los parámetros establecidos.

**Palabras claves:** Descripción varietal, cualitativos, cuantitativos, características físicas y fisiológicas.

Abstract

VARIETAL DESCRIPTION OF THREE FODDER WHEAT GENOTYPES FOR  
NORTHEAST MÉXICO

By

MIGUEL ÁNGEL VALDEZ HERNÁNDEZ

MASTER IN TECNOLOGÍA  
DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

M.P. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA -ADVISOR-

Saltillo, Coahuila

Diciembre 2015

To qualify for registration with the Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, it is necessary to have a variety description to show that the genotype is new and different, this test is performed after the breeder has completed its work of improvement. The present study was in order to obtain the varietal description of four genotypes of feed wheat to northeastern Mexico, with AN-373-09, 366-09 and AN-AN-263-99 generated by the program belonging to Cereal Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, and compared with the commercial variety Bacanora. They were assessed at three locations in the northeast (Navidad NL, Zaragoza and Buenavista Coah.), under the guidelines issued by the UPOV (1994), evaluating randomly 50 plants in the field and 20 in the greenhouse with three replications in different phenological stage. The results of quantitative descriptors were analyzed using descriptive statistics and qualitative were reported in percentage of each level of characterization. The AN-373-09, 366-09 and AN-AN-263-99 genotypes were distinguished in four of five quantitative traits compared to the control; AN-373-09 in six of 21; 366-09 in nine AN-21 and AN-21 263-99 in five of all qualitative characteristics related Bacanora (control). The genotypes analyzed differ in at least one characteristic and thereby meet the requirement of being new and different. The results of the physiological characteristics of the materials studied show that Bacanora and AN-373-99 material have greater capacity compared hydration of AN-AN-366-09 and 263-99, but these are more physiological speed germination accumulating more dry weight (vigour) AN-AN-366-09 and 373-09, the physical quality and meet the established parameters.

**Key words:** varietal description, qualitative, quantitative, physical and physiological quality.

## INTRODUCCIÓN

La utilidad de la descripción varietal hoy en día es de vital importancia, porque permite dar identificación propia a cada genotipo, esta cumple las funciones de proporcionar las características botánicas, agronómicas, pureza genética, física, y definir la identidad, uniformidad y estabilidad (herabilidad) de una variedad.

Los principales descriptores utilizados en la toma de datos son de tipo cualitativos y cuantitativos, estos caracteres deben ser fáciles de medir o evaluar para poder demostrar la autenticidad del genotipo.

Para poder solicitar los derechos de obtentor de alguna variedad desarrollada, se debe acudir a la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), y las principales condiciones para la concesión de la patente de alguna variedad es que deberá ser nueva, distinta, homogénea, estable y diferenciarle en al menos una característica.

En México, dentro del sistema nacional de semillas se integra por diferentes instituciones, entre las que destacan, el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), el Registro Nacional de Variedades y Plantas, y el Comité Calificador de Variedades y Plantas.

El registro de variedades vegetales está basado en la Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV) y coordinado por el SNICS, las variedades que se pretende calificar y/o verificar tienen que ser registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), y la regulación de las semillas, está regida por la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (2007), en el cual cuenta con el registro de tres categorías de semillas, las cuales son: calificada (básica, registrada, certificada), declarada y habilitada, estas dependerán de la calidad de sus procesos de producción.

A nivel nacional en el año agrícola 2014, se sembraron un total de 711,793.29 hectáreas, de las cuales 3,594.24 (0.5%) fueron destinadas a la producción de forraje con un rendimiento de 19.08 t ha<sup>-1</sup>, dicha producción es insuficiente para satisfacer la demanda teniendo que cubrirla con la importación (SIAP,

2014). Debido a esto, el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, llevó a cabo la descripción varietal conforme a la guía de descriptores del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), los genotipos de trigo forrajero: AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99, desarrollados por el programa de Cereales pertenecientes a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Por lo anterior el presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos.

### **Objetivo General**

- Obtener la descripción varietal de los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 de trigos forrajero.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora (Testigo) en dos localidades de Coahuila y una de Nuevo León.
- Comparar los descriptores varietales de los tres genotipos en relación al testigo comercial (Var. Bacanora), mediante los descriptores cualitativos y cuantitativos.
- Comparar las características físicas y fisiológicas de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora (Testigo), mediante pruebas de laboratorio.
- 

### **Hipótesis**

- La obtención de descriptores varietales de los trigos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 permitirán cumplir con los parámetros de su registro y determinar su identidad genética.
- Los genotipos de trigo presentan indicadores de distintividad en relación al testigo Bacanora.
- Los genotipos se diferencian en la calidad física y fisiológica del testigo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Mejoramiento genético**

Chávez (1993), define al mejoramiento genético como el arte y ciencia de dirigir la evolución de las especies. Arte porque el fitomejorador selecciona los mejores genotipos en base a su experiencia y ciencia porque aplica el método científico al combinar y evaluar los materiales.

Este mismo autor menciona 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 mínimo esfuerzo y al menor costo posible

Por su parte Quiroz *et al.* (2012), mencionan que el fitomejoramiento, también conocido como mejoramiento de las plantas, es la ciencia del desarrollo de plantas para producir nuevas variedades con características deseables, mientras que Rosas *et al.* (2003), señalan que las variedades vegetales se pueden diseñar acorde a las necesidades que el mercado demande.

El fitomejoramiento, utilizando la combinación de las tecnologías convencionales, fisiológicas, moleculares y de modificación genética, proporciona cultivos con mayor eficiencia en el uso del agua, nutrientes, tolerancia al calor y a la sequía, resistencia a enfermedades, mayor calidad nutricional, y capacidad para hacer frente al cambio climático (Reynolds *et al.*, 2013).

Flores *et al.* (2011) publicaron que 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 varietal en donde se demuestre que es distinta, homogénea y estable.

### **Descripción varietal**

La descripción varietal es el conjunto de observaciones que permiten distinguir e identificar las características propias de una población de plantas que constituyen a una variedad.

La descripción varietal es importante en cualquier tipo de cultivo, ya que permite dar identidad propia a cada genotipo, que mediante su uso se asegura la pureza genética de la semilla en los incrementos sucesivos que experimenta una variedad, en particular cuando las diferencias entre variedades son cada vez más sutiles, o cuando se trata de variedades nuevas con las cuales los encargados de mantener y controlar la pureza genética no están familiarizados, y permite el registro ante organismos oficiales (CIAT 1991).

IPGRI/IITA (1997) y Muñoz *et al.* (1993), mencionan que la utilidad de una descripción varietal está en función de sus objetivos; en los estudios genéticos y evolutivos se precisan los datos de las características botánicas. La empleada por los fitomejoradores realiza las de interés agronómico de mayor importancia económica para el agricultor. La utilizada por la industria de semillas, cuyos principales objetivos son controlar la pureza genética y física de cada variedad para infundir credibilidad en el comercio de semillas.

Poey (1982), dice que la descripción varietal debe de incluir un manejo amplio de los descriptores que permitan definir la identidad, uniformidad y estabilidad (heredabilidad) de una variedad. La identificación correcta del material vegetal garantiza que la variedad adquirida posee características deseables (Flores *et al.*, 2011).

El contar con una descripción adecuada a cada genotipo nos da una serie de ventajas en la liberación, producción y certificación de una variedad; Se garantiza la identidad genética de la variedad liberada para su reproducción, avala la pureza genética dentro de los lotes de producción de semillas y además permite la operación exitosa de esquemas nacionales para certificación de semillas mediante una adecuada identificación de la variedad (CIAT, 1987).

Por su parte Hidalgo *et al.* (2009), comentan que la descripción se efectúa en términos positivos de acuerdo con las atribuciones morfológicas que la planta

posee, por ej.: hábito erecto, flores azules. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de los caracteres debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, y el almacenamiento de la información del genotipo.

### **Tipos de Expresión de los Caracteres**

La UPOV (1994), explica tres tipos de expresiones con el fin de permitir el uso adecuado de los caracteres y que es importante entender las distintas maneras en que pueden expresarse, en cambio Franco e Hidalgo (2003), mencionan que un carácter es un descriptor cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar en alguna característica de la variedad.

#### **Caracteres cualitativos**

Los “caracteres cualitativos” son los que se expresan en niveles discontinuos (por ejemplo, el sexo de la planta: dioico femenino (1), dioico masculino (2), monoico unisexual (3), monoico hermafrodita (4)). Estos niveles de expresión se explican por sí mismos y tienen un significado independiente. Los caracteres no son influenciados por el medio ambiente (Poey, 1982)

#### **Caracteres cuantitativos**

En los “caracteres cuantitativos”, la expresión abarca toda la gama de variaciones, de un extremo a otro. La gama de expresión se divide en varios niveles de expresión a los fines de la descripción (por ejemplo, longitud del tallo: muy corto (1), corto (3), medio (5), largo (7), muy largo (9)). Los caracteres son influenciados por el medio ambiente (Muñoz *et al.*, 1993)

La importancia de la expresión de los caracteres radica en que nos proporcione información relevante del genotipo estudiado, como lo publica Hidalgo *et al.* (2009), al realizar la caracterización de trece genotipos de Jamaica con el objetivo de conocer la variabilidad morfológica, encontró que el 75% de los genotipos tuvo un porcentaje de similitud del 50 % en sus características cuantitativas y cualitativas.

## **Protección de obtenciones vegetales**

En décadas pasadas no se contaba con una reglamentación general para la descripción varietal, cada país tenía sus propios criterios técnicos para otorgar los derechos de la patente, la falta de concordancia entre los diferentes países causaba muchos problemas a nivel mundial, cuando un fitomejorador u obtentor solicitaba la patente en más de un país, los reglamentos eran distintos y se dificultaba la protección del genotipo.

Debido a la problemática anterior, se decidió estandarizar las reglas, y la responsabilidad la asumió la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), que 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 cual fue revisado en 1978 y 1991.

A partir de este año se unificaron los criterios a nivel mundial para la obtención de los derechos de propiedad, este convenio adaptado específicamente al proceso de fitomejoramiento y elaborado con el fin de alentar a los obtentores a desarrollar variedades vegetales (UPOV, 2000), y por su parte Haro (1992), menciona que tener un marco jurídico sobre protección de patente vegetales aporta muchísimas ventajas a un país.

El Artículo 1 del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, define al obtentor como: Primera definición, la persona que haya creado o desarrollado una variedad, segunda definición, la persona que sea el empleador de la persona antes mencionada o que haya encargado su trabajo, cuando la legislación de la Parte Contratante en cuestión así lo disponga, y tercera definición, el causahabiente de la primera o de la segunda persona mencionadas, según el caso;"

El sistema de la UPOV ofrece protección al "obtentor" de una variedad vegetal, mediante un "derecho de obtentor", si su "variedad" vegetal reúne las condiciones expuestas en el Convenio de la UPOV. El título de propiedad permite mantener el control del cultivar por parte del obtentor, que sumada a la

certificación de semillas, respalda la calidad genética que reciben los agricultores al momento de adquirir sus semillas (Boschi, 2014).

El Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, menciona que las principales condiciones para la concesión del derecho de obtentor de alguna variedad deberán de ser: nueva, distinta, homogénea y estable, Boschi e Ibarra (2012), mencionan que para poder otorgar el título de propiedad a un cultivar nuevo, este debe diferenciarse en al menos una característica relevante de los demás cultivares conocidos

### **Novedad**

El Artículo 6 del Acta de 1991, establece que para poder gozar de la patente de alguna variedad, “no debe haber sido vendida ni entregada a terceros en el territorio de los miembro de la Unión, durante más de un año antes de la presentación de la solicitud de concesión del derecho de obtentor, o más de cuatro años (seis años para los árboles o las vides) en un territorio distinto del territorio del miembro de la Unión en el que se hubiese presentado la solicitud”.

### **Distinción**

El Artículo 7 del Acta de 1991, 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, menciona que se considerará homogénea a la variedad si es suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible, tomando en cuenta la reproducción sexual o vegetativa.

### **Estabilidad**

El Artículo 9 del Acta de 1991, considerará estable la variedad si sus caracteres pertinentes se mantienen inalterados después de reproducciones o de

multiplicaciones sucesivas o, en caso de un ciclo particular de reproducciones o multiplicaciones, al final de cada ciclo.

En el convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales se indicó que la protección se considera después de un examen a la variedad. Para tal fin, la UPOV ha publicado los principios rectores o normas de ensayo (UPOV test GUIDELINES) para la comprobación y ejecución del examen de los caracteres distintivos, la homogeneidad y la estabilidad de las nuevas variedades vegetales.

### **Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad (DHE)**

De conformidad con el Artículo 7 de las Actas de 1961, 1978 y el Artículo 12 del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, únicamente podrá otorgarse la protección respecto de una obtención vegetal una vez que el examen de la variedad haya demostrado que cumple los requisitos de protección establecidos en estas Actas y, en particular, que la variedad es distinta (D), que es suficientemente homogénea (H) y estable (E) (“DHE”, de manera abreviada) (UPOV, 2002).

Ramírez *et al.* (2010) mencionan que las pruebas de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE), son un requerimiento a cumplir para obtener el título de obtentor, y con ello obtener la protección legal a este derecho; siendo hasta ahora los caracteres morfológicos la base para el examen DHE.

Las características del ensayo en la variedad u otros exámenes, en relación con aspectos como el número de ciclos de cultivo, la planeación del ensayo, el número de plantas que han de examinarse y el método de observación, quedan determinadas en gran medida por la naturaleza de la variedad que ha de examinarse (UPOV, 2002).

Las diferencias observadas entre variedades pueden ser tan evidentes que no sea necesario más de un ciclo de cultivo. Asimismo, en algunas circunstancias, el medio ambiente facilita la observación de los caracteres en un solo ciclo. Una manera de garantizar la diferencia de un carácter en un ensayo de alguna

variedad es constante, es examinar el carácter en al menos dos ciclos de cultivo independientes (UPOV, 1994).

Para la evaluación de la homogeneidad, en una muestra de 2000 plantas, deberá aplicarse una población estándar del 0.1% y una probabilidad de aceptación del 95%, como mínimo (UPOV, 1994).

Cuando corresponda, o en caso de duda, la estabilidad podrá evaluarse adicionalmente examinando un nuevo lote de semillas o plantas para asegurarse de que presentan los mismos caracteres que el material suministrado inicialmente, cumpliendo con este examen se podrá registrar la variedad (UPOV, 1994).

El examen de DHE es de vital importancia porque nos permite observar caracteres que son propios de cada genotipo, como los siguientes trabajos realizados:

Ramírez *et al.* (2010) valoraron procedimientos para la evaluación de distinción, homogeneidad y estabilidad en variedades vegetales con fines de protección a derechos del obtentor, utilizaron 10 variedades de amaranto para protección de autor, en el agrupamiento de variedades, resultó que ocho de diez variedades cumplen con la distinción, pero dos no cumplen porque resultan morfológicamente parecidas.

Por su parte Flores *et al.* (2011), realizaron análisis de la homogeneidad, distinción y estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate, los resultados mostraron que en los descriptores cuantitativos existieron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), 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.

### **Registro de las Variedades**

El registro de genotipos en México lo realiza el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), basándose en los lineamientos que

establece Artículo 33 de la Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV, 1996), las variedades que se pretenden calificar y/o verificar tienen que ser registradas, dicho registro se realiza en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), que está coordinado por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales.

Los materiales registrados ante el CNVV son considerados variedades de referencia, en aras de coadyuvar al trabajo que se realiza con las guías técnicas para la caracterización de variedades y que de forma complementaria se convierten en herramientas en la inspección de campo de los programas de certificación de semillas (SNICS).

### **Certificación**

El convenio de la UPOV nació en Ginebra en 1961 y entró en vigor para México el 9 de agosto de 1997, en este país la regulación de las semillas, está regida por la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas 2007. La cual en el Capítulo VI, en el Artículo 25, menciona que la calificación de semillas se realizará conforme a los métodos y procedimientos que se establezcan en las Reglas que expidan la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y el SNICS vigilará su cumplimiento.

La certificación de semillas es un proceso, en el cual se tiene el control de los parámetros de calidad establecidos en la producción de las diferentes categorías de semillas, cada categoría se rige por procedimientos y normas propias cuyo monitoreo se realiza mediante inspecciones (Louwaars, 2005).

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 emite la Secretaría.

En el caso de las semillas Habilitadas, el nivel de su calidad genética, fisiológica, física o fitosanitaria, permite su uso como semilla, pero no alcanza los estándares o su proceso de producción no fue verificado conforme lo establecido para la semilla Certificada, por lo que su calificación se realiza de acuerdo a las Reglas que para tal categoría emita la Secretaría.

Las semillas cuyas características sean informadas por el propio productor o comercializador, podrán ser comercializadas bajo la categoría de semilla Declarada, debiendo señalar dichas características en la etiqueta a que se refiere el artículo 33 de esta Ley.

El Artículo 26 menciona que en caso de variedades vegetales protegidas conforme a la Ley Federal de Variedades Vegetales, se deberá contar con el consentimiento del titular del derecho de obtentor para su explotación, calificación, propagación, comercialización o inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

De acuerdo con Copeland y McDonald (2001), las semillas de variedades mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético (la investigación) y el productor, la adopción de semillas mejoradas permite alcanzar niveles competitivos en la producción.

Mena *et al.* (2012) mencionan que la adopción de semilla mejorada es un proceso de cambio, por lo que conviene que los asesores técnicos e investigadores agrícolas se familiaricen con los factores que intervienen en el proceso, para poder apoyar y orientar con eficiencia a los productores y que todo proceso de adopción de tecnología implica toma de decisiones.

### **Calidad de la Semilla**

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 cualidades genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas, que dan a la semilla su capacidad para dar origen a nuevas plantas.

Castañeda *et al.* (2009) y Mendoza *et al.*, (2004), mencionan que la calidad de la semilla es un concepto agronómico múltiple que engloba a un conjunto de atributos o componentes físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios.

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 (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 en 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 prolongar la 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 estas (Moreno, 1996).

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

La viabilidad de las semillas 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), y 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). Y por su parte Méndez *et al.* (2008), Salisbury y Ross (1994) mencionan que el primer paso de la germinación es la imbibición.

### **Imbibición de Semillas**

Azcón y Talón, (2008) definen la imbibición como la toma de agua por una semilla seca debido a un proceso eminentemente físico. Por su parte Paiva *et al.* (2006) indicaron que el movimiento de agua dentro de la semilla se debe a la acción de difusión y capilaridad, el flujo hídrico es de un potencial mayor a uno menor.

Azcón y Talón, (2008) mencionan que la toma de agua por una semilla madura es trifásica: **toma rápida inicial**, fase de meseta y nuevo incremento en la absorción de agua, que corresponde al periodo de elongación del embrión o de la radícula. La duración de cada fase dependerá de las características de la semilla y de las condiciones externas en las que se produce la imbibición.

Moreno *et al.* (2006) publicaron que la hidratación de la semilla está directamente influenciada por la presencia de la testa y la permeabilidad que ésta tenga, el tejido de reserva absorbe agua a una velocidad intermedia hasta completar su hidratación, esta depende de la morfología y de la calidad de la semilla.

En la agricultura moderna la utilización de semilla de calidad es el principal insumo para elevar los rendimientos por unidad de superficie, ya que esta produce plantas resistentes a plagas, enfermedades, y a condiciones climáticas adversas (Bishaw *et al.*, 2007), y son el puente de la transferencia tecnológica (Mena *et al.*, 2012).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación consto con la descripción varietal de tres genotipos de trigo.

### **Localización del área de estudio**

Para el presente estudio, se llevó a cabo en dos etapas, la primera fue la obtención de los descriptores varietales en campo e invernadero, iniciándose esta desde la emergencia de las plántulas, crecimiento, desarrollo, hasta la producción de grano, la segunda etapa de evaluación de los descriptores varietales de espigas y semilla se realizó en laboratorio, además de evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla.

#### Etapa de campo

En la etapa de campo, se evaluaron los descriptores varietales, en tres ambientes, dos localidades a campo abierto y un ambiente semi controlado en invernadero. Las localidades fueron; el Campo Experimental del Norte de Coahuila (localidad 1), ubicado a 12 km de la ciudad de Zaragoza, Coahuila, localizada entre las coordenadas geográficas de 100° 55' de longitud Oeste y 28° 33' de latitud Norte y una altitud de 350 msnm. La temperatura media anual es de 18 a 20 °C, con una precipitación de 300 a 400 mm.

La Segunda localidad fue el Campo experimental Navidad "Ing. Humberto Treviño Siller" de Navidad, N.L (localidad 2); ubicada en la Colonia agrícola de Navidad, del municipio de Galeana, N.L. a 84 Km de la ciudad de Saltillo, Coahuila; por la carretera 57 (Saltillo - San Roberto); localizada entre las coordenadas geográficas 25° 04' de latitud norte y 100° 37' de longitud oeste; y a una altitud de 1895 msnm. La temperatura media anual es de 14.6°C, la precipitación media anual es de 492 mm.

El ambiente semi controlado fue en el Invernadero No. 8 (localidad 3), en las instalaciones del campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La cual se encuentra localidad a una

altura de 1,742 msnm; entre las coordenadas 25°23' N y 101°00' W; temperatura media anual es de 16.8 °C, con una precipitación media anual de 350 a 450 mm.

#### Laboratorio

La evaluación de los descriptores varietales de espigas después de cosecha y la calidad física y fisiológica de la semilla, se llevó a cabo en el laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila.

#### **Material Genético**

Se describieron tres nuevos genotipos de trigo y un testigo comercial; los cuales fueron: **AN-373-09**, **AN-366-09** y **AN-263-99**, estos fueron generados por el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El material **AN-366-09** proviene de la cruce de la AN-274-99/PELON COLORADO con la genealogía: CNARRO 0BV-0Z-0Z-0Z-0Z-0NV-64Z.

De este mismo cruzamiento proviene el material genético **AN-373-09** cuya genealogía es: CNARRO 0BV-0Z-0Z-0Z-0Z-0NV-81Z.

El material genético tipo forrajero **AN- 263-99** proviene de la cruce entre materiales mejorados.

Como testigo, se utilizó la variedad Bacanora liberada por el INIFAP, debido a sus características contrastantes.

#### **Procedimiento Experimental**

##### Siembra en campo

Se inició con la preparación del terreno que consistió en un barbecho y rastreo, en las localidades de Zaragoza y Navidad, posteriormente se diseñó la ubicación de las parcelas experimentales, las cuales consistieron de 10 surcos de 3 metros de longitud, por 0.3 metros de ancho, realizando la siembra en seco a una densidad de 120 kg de semilla por hectárea.

En la localidad de Zaragoza, Coah., la fecha de siembra fue el 17 de diciembre del 2014, con una dosis de fertilización de 40-40-00 a la siembra y al segundo riego de auxilio aplicando 60-00-00, teniendo una dosis total de 100-40-00, el experimento recibió tres riegos de auxilio, con una lámina total de 400 mm.

En la localidad de Navidad N.L., la fecha de siembra fue el 11 de febrero del 2015, con una dosis de fertilización de 32-52-00 a la siembra y al segundo riego de auxilio con 46-00-00, teniendo en total de 78-58-00 de fertilización, el experimento recibió tres riegos de auxilio, con una lámina total de 400 mm.

#### Siembra en invernadero

En el invernadero No. 8, la fecha de siembra fue el 11 de diciembre del 2014, se utilizó una cama para la siembra, en la cual se sembraron 6 surcos por material de 0.5 m de largo y 0.3 m entre surcos, a una densidad de 120 kg de semilla por hectárea, con una dosis de fertilización de 30-60-00 a la siembra, en la etapa de embuche se le aplicó una segunda de 30-00-00, teniendo al final un total de 60-60-00, el experimento recibió los riegos en base a su necesidad.

En algunos resultados se omite los datos de la tercera localidad, debido a que en el invernadero no se pudo concretar el ciclo del cultivo por diversos factores.

#### **Metodología en la descripción varietal**

La caracterización se realizó a través de los descriptores recomendados por la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales), que establece en México el Registro de Variedades y Plantas, para el cultivo de trigo harinero. Los descriptores cuantitativos y cualitativos se evaluaron en 50 plantas en campo y 20 en invernadero en competencia completa, por repetición, cada tratamiento constó de tres repeticiones, de acuerdo a la etapa fenológica, se apoyó con la escala Zadoks *et al.*, (1974).

#### Caracteres Evaluados

Los parámetros fueron de acuerdo a la guía de la UPOV para el cultivo del trigo harinero, a cada descriptor de la guía técnica se denominó por la letra “D” seguido del número del descriptor y para los descriptores cuantitativos se le proporcionó una abreviatura para un mejor reconocimiento de este.

### Descriptores cuantitativos

D5. Época de espigado (EE) (primera espiguilla visible en el 50% de las espigas). Observado en la etapa 50-52, esta característica se contabilizó en días hasta alcanzar las 50% de espiguillas visibles en las espigas. Los niveles clasificados fueron: 1= Muy temprana; 3= Temprana; 5= Media; 7= Tardía; 9= Muy tardía.

D9. Planta: longitud (LP) (tallo, espiga, barbas y aristas). Observado en la etapa 72-95, la longitud de la planta comprende el tallo, la espiga y la barba, y se mide desde la base de la planta hasta el extremo de la arista más alta, se midió en centímetros a partir de la madurez fisiológica. Los niveles clasificados fueron: 1= Muy corto; 3= corto; 5; Medio; 7; Largo; 9; Muy largo.

D13. Espiga: longitud (LE) (excluidas las barbas o aristas). Observada en la etapa 80-92, se midió en centímetros desde la base del raquis hasta la cima de la espiga a partir de la madurez fisiológica, se excluyeron las aristas. Los niveles clasificados fueron: 1= Muy corta; 3= Corta; 5= Media; 7= Larga; 9= Muy larga.

D15. Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (LB). Observada en la etapa 80-92, se midieron en centímetros las barbas de la punta de la espiga. Los niveles clasificados fueron: 1= Muy corta; 3= Corta; 5= Media; 7=Larga; 9= Muy larga.

D20. Gluma inferior: longitud del pico (como en el 18) (LPGI). Observada en la etapa 80-92, se midió en milímetros el pico que forma la gluma inferior. Los niveles clasificados fueron: 1= Muy corto; 3= Corto; 5= Medio; 7= Largo; 9= Muy largo.

### Descriptores cualitativos

La evaluación de las presentes descriptores se realizó con el apoyo del manual de caracterización de trigos.

D1. Coleóptilo: pigmentación antociánica. Observada en la etapa 9-11, se pusieron a germinar 100 semillas por repetición en cajas Petri a 20 °C bajo oscuridad, después de 7 días se dejaron a la luz del día y se observó la

pigmentación que adquirieron. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D2. Planta: porte. Observada en la etapa 25-29, el porte se determinó visualmente a partir de las hojas y los hijuelos en la fase de ahijamiento. Deberá partirse del ángulo formado por las hojas exteriores y los hijuelos con un eje central imaginario. Los niveles clasificados fueron: 1= Erecto; 3= Semierecto; 5= Intermedio; 7= Semipostrado; 9= Postrado.

D3. Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas. Observada en la etapa 45-51, se observó directamente las aurículas de cada hoja bandera. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D4. Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvada. Observada en la etapa 47-51, esta característica se realizó observando directamente cada una de las hojas banderas de las plantas. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D6. Hoja bandera: glaucescencia de la vaina. Observada en la etapa 60-65, la medición se realizó a simple vista a cada una de las plantas. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D7. Espiga: glaucescencia. Observada en la etapa 60-69, la medición se realizó a simple vista en cada una de las plantas. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D8. Tallo: glaucescencia del cuello de la espiga. Observada en la etapa 60-69, la medición se realizó a simple vista en cada uno de los tallos de las plantas. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy débil; 3= Débil; 5= Media; 7= Fuerte; 9= Muy fuerte.

D10. Tallo: médula en la sección transversal (espiguillas en el tercio medio de la espiga). Observada en la etapa 80-92, para esta medición se cortaron los pedúnculos de cada una de las plantas y con el apoyo del manual se calificó. Los niveles clasificados fueron: 1= Delgada; 3= Media; 5= Gruesa.

D11. Espiga: forma del perfil. Observada en la etapa 92, se observó cada espiga de la planta y con el apoyo del manual se calificaron. Los niveles clasificados fueron: 1= Piramidal; 2= Paralela; 3= Semiclavada; 4= Clavada; 5= Fusiforme.

D12. Espiga: densidad. Observada en la etapa 80-92, los niveles clasificados fueron: 1= Muy laxa; 3= Laxa; 5= Media 7= Densa 9= Muy densa.

D14. Barbas o aristas: presencia. Observada en la etapa 80-92, los niveles clasificados fueron: 1= Ambas ausentes; 2= Aristas presentes; 3= Barbas presentes.

D16. Espiga: color. Observada en la etapa 90-92, los niveles clasificados fueron: 1= Blanca; 2= Coloreada.

D17. Segmento apical del raquis: vellosidad en la superficie convexa. Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles de clasificación fueron:

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

D18. Gluma inferior: anchura del hombro (espiguillas en el tercio medio de la espiga). Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles clasificados fueron: 1= Ausente o muy estrecho; 3= Estrecho; 5= Medio; 7= Ancho; 9= Muy ancho.

D19. Gluma inferior: forma del hombro (como en 18). Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles de clasificación fueron: 1= Inclinado; 3= Ligeramente inclinado; 5= Recto; 7= Elevado; 9= Fuertemente elevado.

D21. Gluma inferior: forma del pico (como en el 18). Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles de clasificación fueron: 1= Recto; 3= Ligeramente curvado; 5= Moderadamente curvado; 7= Fuertemente curvado; 9= Muy fuertemente curvado.

D22. Gluma inferior: extensión de vellosidad interna. Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles de clasificación fueron: 1= Débil; 5= Medio; 7= Fuerte.

D23. Lema inferior: forma del pico (como en 18). Observada en la etapa 80-92, la evaluación se realizó con el apoyo del manual. Los niveles de clasificación fueron: 1= Recto; 3= Ligeramente curvado; 5= Moderadamente curvado; 7= Fuertemente curvado; 9= Muy fuertemente curvado.

D24. Grano: color. Observada en la etapa 92, los niveles de clasificación fueron: 1= Blanco; 2= Rojo.

D25. Grano: coloración con fenol. Observada en la etapa 92, se pusieron a remojar 100 granos por repetición durante 20 horas, después se escurrieron y se pusieron en cajas Petri, se les agrego solución de fenol al 1% de forma que quedaran cubiertos, se dejaron reposar 4 horas a 20°C y se cuantificó la coloración. Los niveles de clasificación fueron: 1= Ausente o muy ligero; 3= Ligero; 5= Medio; 7= Oscuro; 9= Muy oscuro.

D26. Tipo de estacionalidad. Los niveles de clasificación fueron. Esta clasificación se realizó conforme el desarrollo del cultivo en cada localidad. 1= Invernal; 2= Intermedio; 3= Primavera.

A fin de complementar la información de los descriptores varietales obtenidos de los materiales utilizados, se procedió a determinar la calidad de la semilla

### **Calidad de Semilla**

Una vez obtenida la semilla de cada material se procedió a realizar las pruebas de calidad física y fisiológica basadas en las reglas internacionales de la ISTA (2010), así como la tasa de imbibición como una información adicional de los materiales genéticos estudiados.

#### Calidad Física

Se determinó la calidad física de la semilla producida mediante el porcentaje de contenido de humedad y el peso volumétrico mediante el equipo Dicky-John modelo GAC 2100, se realizaron tres repeticiones por genotipo.

#### Peso de mil semillas

Se pesaron ocho repeticiones al azar de 100 semillas, se tomó el promedio de las repeticiones y se calcula el peso de las 1000 semillas en gramos.

Calidad Fisiológica. Germinación y Vigor

Se pusieron a germinar cuatro repeticiones 50 semillas por material en papel anchor mediante la técnica del taco, se dejaron reposar en la cámara germinadora a 25<sup>0</sup>C durante 7 días, se procedió a la evaluación de la germinación y posteriormente se determinó la longitud (cm) de las plántulas y sus respectivos pesos secos (mg).

### **Tasa de imbibición**

Se evaluó la tasa de imbibición de las semillas de cada tratamiento, cada cuatro horas hasta obtener el 50% más 1 de germinación fisiológica de las semillas.

Se determinó mediante la ecuación de Weibull  $Add = \frac{Wf - Wi}{Wi \left(1 - \frac{Hi}{100}\right)}$  (Domínguez *et al.*, 2007), se utilizaron tres repeticiones de 100 semillas para cada variedad; se colocó la semilla en vasos de polietileno con capacidad de 250 ml, se le agregaron 150 ml de agua desionizada por repetición, dejando reposar a temperatura ambiente y evaluando cada cuatro horas, se registró el incremento de peso en cada lote, del que previamente se había obtenido su peso inicial y su contenido de humedad (*Hi*).

Así, se registró el tiempo de inmersión de la semilla en el agua, su peso inicial (*Wi*) y su peso final (*Wf*) y se estimó la cantidad de agua adsorbida (*Add*) con la ecuación, hasta alcanzar el 50 % más uno de germinación fisiológica mediante la cuantificación de las semillas.

### **Conductividad Eléctrica (CE)**

La conductividad eléctrica se midió mediante un voltímetro de la marca Mettler Toledo, la evaluación se realizó cada cuatro horas, a partir de la hora cero, el electrodo se sumergió en el vaso con agua que contenía la semilla, hasta cubrirlo completamente sin tocar la semilla y se procedía a tomar su lectura en  $\mu S \text{ cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

### **Peso Adquirido (PA)**

Se pesó con una balanza analítica de 0.001 gr de precisión de la marca Ohaus, la evaluación se realizó cada cuatro horas a partir de la cuarta hora, a la semilla

se le retiró el exceso de agua mediante toallas secantes, para posteriormente realizar la lectura del peso.

#### Volumen de Agua gastado (VAG)

Se midió mediante una probeta de 200 ml de capacidad, la evaluación se realizó cada cuatro horas, a partir de la cuarta hora, se escurrió el agua en la probeta y se procedía a tomar la lectura.

#### **Análisis Estadístico**

Los caracteres cuantitativos se analizaron mediante el programa Microsoft Excel, en el cual se determinaron los valores máximos, mínimos, la media, desviación estándar y el coeficiente de variación, para los descriptores cualitativos, se obtuvieron por medio de los porcentajes de cada nivel de caracterización en base al número de plantas muestreadas.

En cuanto al análisis estadístico de la tasa de imbibición y conductividad eléctrica se usó un parcelas divididas en arreglo completamente al azar, considerando las lecturas realizadas como parcela grande y los genotipos como parcela chica, adicionalmente se analizó la tendencia de estas variables mediante regresiones y su asociación mediante correlaciones, para la calidad de la semilla se realizó una comparación de medias mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0 (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las observaciones en campo e invernadero se obtuvieron los resultados de la descripción varietal de los tres genotipos de trigo, datos que fueron agrupados en descriptores cuantitativos y cualitativos; mientras que las evaluaciones de la semilla cosechada en laboratorio se agruparon en características físicas y fisiológicas.

### Descriptores cuantitativos

#### D5. Época de espigado (EE)

La información obtenida para la época de espigado muestra que los genotipos AN-366-09, AN-263-99 y el testigo Bacanora tienen en promedio de las tres localidades 91 días, el material AN-373-09 es quien varía con 98 días a espigado. Los días a espigado de cada localidad se muestran en el Cuadro 4.1. Los resultados mostraron una diferencia de 15 a 20 días entre localidades para cada genotipo estudiado; sin embargo los días a espigado en estos materiales genéticos se consideraron de tipo medio en similitud al testigo Bacanora que esta de 84 a 105 días.

Los genotipos son estrechamente influenciados por condiciones del medio ambiente, basado en la conclusión de Villaseñor y Espitia (2000), quienes evaluaron la variabilidad causada por las diferencias entre áreas de cultivo de trigo y encontraron que la iniciación del espigamiento está fuertemente influenciada por la temperatura y el fotoperiodo.

Así mismo, las plantas deben de acumular cierta cantidad de unidades calor en todo el ciclo, tal cantidad es aproximadamente constante para cada especie, como afirma García y Chaires (2010), reflejándose en el desarrollo de la planta y por ende en los días a espigamiento, lo que era de esperarse en este estudio, el tener algunas diferencias en días entre los materiales y las localidades de estudio, por existir diferencias en las condiciones climáticas.

**Cuadro 4.1** Resultados estadísticos del descriptor época de espigado de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.

Descriptor	D5. Época de espigado (EE). Medido en días											
Genotipo	AN-373-09			AN-366-09			AN-263-99			Bacanora		
Localidad	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3
Días prom	112	93	89	105	84	84	105	81	88	105	79	88

L1: localidad 1 Zaragoza, L2: localidad 2 Navidad, L3: localidad 3 invernadero, D5: Descriptor recomendado por el SNICS.

### **D9. Planta: longitud (LP)**

La información obtenida para este descriptor muestra que los genotipos AN-373-09 y AN-263-99 son muy similares, porque tienen alturas de 77.7 y 79.2 cm en promedio de las localidades respectivamente, AN-373-09 es el material con la mayor altura con 96.6 cm en comparación de su testigo Bacanora, que tiene una altura de 65.3 cm. En el Cuadro 4.2 se observan las alturas para cada localidad.

Los genotipos AN-373-09 y AN-263-99 son de porte medio, su altura varía entre los 70 y 80 cm, estos resultados son similares a los reportados por Chávez *et al.* (2012), en el que describió un material genético de trigo y lo clasifico de porte medio porque la altura comprendía entre los 70 y 90 cm. El testigo Bacanora es de porte bajo por presentar altura de 65cm aproximadamente, este resultado no concuerda con el realizado por Martínez *et al.* (1989), publicaron en el folleto de liberación que cuenta con una altura entre los 84 y 94 cm.

Mientras que el genotipo AN-366-09 se consideró de porte alto al presentar 96.6 cm, resultados similares a los publicados por Fuentes *et al.* (2012b), en la liberación de una variedad de trigo, la clasificaron de porte alto porque comprendía los 90-100 cm.

Cabe señalar que en este estudio se encontró que las condiciones climáticas tuvieron una influencia en las características de altura de planta, por presentar

los máximos valores en el municipio de Zaragoza, Coahuila (Localidad 1), este ambiente cuenta con las características idóneas para el establecimiento del cultivo.

Las diferencias observadas entre genotipos son debido al ambiente en donde se desarrollaron, como lo menciona Machado *et al.* (2006), la temperatura es uno de los factores del ambiente que influyen en los procesos de crecimiento y desarrollo de las variedades.

**Cuadro 4.2** Resultados estadísticos del descriptor longitud de planta de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.

Descriptor	D9. Planta: longitud (LP). Medido en cm.											
Genotipo	AN-373-09			AN-366-09			AN-263-99			Bacanora		
Localidad	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3
Media	87.94	83.76	61.52	91.69	107.18	91.09	88.14	75.45	74.01	74.41	52.16	69.38
Máxima	118	108	79	119	134	113	110	101	85	95	69	87
Mínima	62	64	44	11	74	62	62	53	58	45	37	57
DE	11.50	9.54	6.76	14.62	12.28	10.79	9.37	7.36	6.24	9.43	5.74	7.88
CV	13.08	11.40	10.98	15.94	11.45	11.85	10.63	9.76	8.43	12.67	11.01	11.36

L1: localidad 1 Zaragoza, L2: localidad 2 Navidad, L3: localidad 3 invernadero, D9: Descriptor recomendado por el SNICS, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación (%).

### D13. Espiga: longitud (LE)

Los valores promedio de las localidades para el material AN-373-09 es de 8.9 cm, AN-366-09 de 8.2 cm, AN-263-09 de 8.6 cm y el testigo Bacanora es de 7.9 cm, las diferencias con el testigo varían entre los 3 y 10 cm. Las longitudes de cada localidad se muestran en el Cuadro 4.3.

Los primeros tres genotipos cuentan con una espiga de tamaño mediano, sus longitudes varían entre los 8 y 9 cm, estas longitudes son similares al trabajo realizado por Fuentes *et al.* (2012a), en la liberación de un genotipo de trigo

clasificaron a la espiga de tamaño medio, porque las longitudes comprendían los 8 a 8.5 cm.

Y el testigo Bacanora tiene una longitud corta, la cual varía entre 7 y 8 cm, datos similares a los publicados por Solís *et al.* (2012), en la descripción varietal de una variedad de trigo, clasificaron la longitud de la espiga como corta, debido a que varió entre 7 y 8 cm.

**Cuadro 4.3** Resultados estadísticos del descriptor longitud de espiga de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.

Descriptor	D13. Espiga: longitud (LE). Medida en cm.							
Genotipo	AN-373-09		AN-366-09		AN-263-99		Bacanora	
Localidad	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2
Media	9.78	8.09	8.37	8.03	8.47	8.80	8.42	7.53
Máxima	14	10.7	10.8	10.6	10.4	10.3	10.4	9.9
Mínima	7.1	5.1	6.2	6.1	6.1	6.6	5	6.2
DE	1.37	1.02	0.89	0.90	0.87	0.73	0.77	0.79
CV	14.00	12.67	10.65	11.29	10.33	8.39	9.25	10.55

L1: localidad 1 Zaragoza, L2: localidad 2 Navidad, D9: Descriptor recomendado por el SNICS, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación (%).

#### **D15. Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (LB)**

Los resultados de este carácter muestran que para el genotipo AN-373-09 tiene una longitud promedio 1.8 cm de las localidades, AN-366-09 de 1.5 cm, AN-263-99 no presenta barbas y el testigo Bacanora tiene 5 cm en promedio, los materiales evaluados se diferencian en este carácter en comparación del testigo. Las longitudes de espiga de las localidades se muestran en el Cuadro 4.4.

Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 presentan una barba corta, el genotipo AN-263-99 no presenta barbas, y Bacanora presenta una barba media. Las mediciones se hacen en relación al tamaño de la espiga (Fuentes *et al.*, 2012b).

En los dos primeros genotipos el un coeficiente de variación es alto, debido a que un porcentaje de espigas no presentó barbas y las demás solo presentaron dos o tres barbas en el total de la espiga.

**Cuadro 4.4** Resultados estadísticos del descriptor longitud de la barba de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de dos localidades.

Descriptor	D15. Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (LB) Mediad en cm.							
Genotipo	AN-373-09		AN-366-09		AN-263-99		Bacanora	
Localidad	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2
Media	1.30	2.27	1.33	1.71	1	1	4.6	5.44
Máxima	3.3	5.6	3.4	5.9	1	1	8.2	7.5
Mínima	0.5	0.7	0.6	0.7	1	1	1.9	3.8
DE	0.47	1.05	0.68	0.79	0	0	0.78	0.71
CV	36.46	46.31	50.78	46.52	0	0	17.12	13.07

L1: localidad 1 Zaragoza, L2: localidad 2 Navidad, D9: Descriptor recomendado por el SNICS, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación (%).

#### **D20. Gluma inferior: longitud del pico (LPGI)**

Los resultados para este descriptor muestran que los primeros tres materiales genéticos presentan una longitud promedio de 1mm, clasificándose como muy corta, en comparación del testigo Bacanora que presenta en promedio de las localidades una longitud de 4.2 mm clasificándose como media. Las longitudes de cada localidad de muestran en el Cuadro 4.5.

**Cuadro 4.5** Resultados estadísticos del descriptor longitud del pico de la gluma inferior de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de dos localidades.

Descriptor	D20. Gluma inferior: longitud del pico (LPGI). Medida en mm.							
Genotipo	AN-373-09		AN-366-09		AN-263-99		Bacanora	
Localidad	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2	L.1	L.2
Media	1	1	1	1	1	1	4.18	4.31
Máxima	1	1	1	1	1	1	12	11
Mínima	1	1	1	1	1	1	2	2
DE	0	0	0	0	0	0	1.76	1.45
CV	0	0	0	0	0	0	42.2	33.77

L1: localidad 1, L2: localidad 2, D9: Descriptor recomendado por el SNICS, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación (%).

### Descriptores cualitativos

En el Cuadro 4.6, se muestran los resultados obtenidos de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de las tres localidades. Se analizará cada carácter del cuadro por separado.

#### D1. Coleóptilo: pigmentación antociánica.

Solo el genotipo AN-263-99 presentó pigmentación antociánica fuerte, con 92 % en promedio de las localidades, los demás materiales presentaron un nivel ausente o muy débil. La pigmentación hoy en día nos ayuda a diferenciar genotipos unos de otros, Ferrer *et al.* (2008), en su trabajo de investigación con antocianinas menciona que, han surgido evolutivamente en el curso de adaptación de las plantas, y por su parte Lykholay *et al.* (2014) publican que hay dos grupos de genes encargados de la pigmentación por antocianinas.

Posteriores investigaciones revelaron que las antocianinas inhiben el desarrollo de hongos como el *Ustilago tritici* (Khlestkina *et al.*, 2011), *Fusarium nivale* y *Ophiobolus graminis* y mayor tolerancia a estrés salino (Izdebski, 1992).

**Cuadro 4.6** Resultados de los descriptores cualitativos de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora de tres localidades.

Genotipo			AN-373-09			AN-366-09			
Localidad			Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3		Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3
Descriptor	Etapa	Nivel	%	%	%	Nivel	%	%	%
D.1	09-11 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Fuerte	84.5	99	---
D.2	25-29 VG	Intermedio	100	100	100	Intermedio	100	100	100
D.3	49-51 VG	Ausente o muy débil	99	99	100	Ausente o muy débil	98	100	100
D.4	47-51 VG	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	98	35	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	98	35
D.6	60-65 VG	Fuerte	97	96	99	Medio	95	94	97
D.7	60-69 VG	Débil	94	97	98	Ausente o muy débil	97	97	100
D.8	60-69 VG	Fuerte	96	94	96	Débil	95	94	97
D.10	80-92 VS	Delgada	100	100	---	Delgada	100	100	---
D.11	92 VS	Fusiforme	100	100	---	Fusiforme	100	100	---
D.12	80-92 VS-M	Media	100	100	---	Media	100	100	---
D.14	80-92 VG	Aristas presentes	76.6	96.6	---	Aristas presentes	70.6	52	---
D.16	90-92 VG	Coloreada	100	100	---	Coloreada	100	100	---
D.17	80-92 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.18	80-92 VS	Medio	97	98	---	Medio	96	98	---
D.19	80-92 VS	Inclinado	98	97	---	Inclinado	99	97	---
D.21	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.22	80-92 VS	Débil	100	100	---	Débil	100	100	---
D.23	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.24	92 VG	Blanco	100	100	---	Blanco	100	100	---
D.25	92 VS	Oscuro	94	82	---	Oscuro	94	87.5	---
D.26	-- VG	Primaveral	100	100	---	Primaveral	100	100	---

VG= Evaluación visual mediante una observación única de un grupo de plantas o partes de ellas.

M= Medición propiamente dicha.

VS= Evaluación visual mediante observación individual de cierto número de plantas o parte de ellas.

D1... D26= son los descriptores de trigo recomendados por el SNICS (1994) para el registro.

Cuadro 4.6. .... Continuación

Genotipo			AN-263-99			Bacanora			
Localidad			Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3		Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3
Descriptor	Etapas	Nivel	%	%	%	Nivel	%	%	%
D.1	09-11 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.2	25-29 VG	Semierecto	100	100	98	Semierecto	100	100	100
D.3	49-51 VG	Ausente o muy débil	99	100	100	Ausente o muy débil	100	100	100
D.4	47-51 VG	Muy alto (localidad 1 y 2) Baja (localidad 3)	100	99.3	35	Muy alto (localidad 1 y 2) Muy baja (localidad 3)	99	100	3
D.6	60-65 VG	Fuerte	94	95	99	Fuerte	100	100	100
D.7	60-69 VG	Débil	95	97	100	Fuerte	99	99	100
D.8	60-69 VG	Fuerte	98	98	100	Fuerte	100	99	100
D.10	80-92 VS	Delgada	100	100	---	Delgada	100	100	---
D.11	92 VS	Fusiforme	100	100	---	Fusiforme	100	100	---
D.12	80-92 VS-M	Media	100	100	---	Densa	100	100	---
D.14	80-92 VG	Ambas ausentes	100	100	---	Barbas presentes	100	100	---
D.16	90-92 VG	Blanca	100	100	---	Blanca	100	100	---
D.17	80-92 VS	Ausente o muy débil	100	100	---	Ausente o muy débil	100	100	---
D.18	80-92 VS	Ancho	95	97	---	Medio	98	99	---
D.19	80-92 VS	Recto	96	95	---	Inclinado	98	99	---
D.21	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.22	80-92 VS	Débil	100	100	---	Débil	100	100	---
D.23	80-92 VS	Ligeramente curvado	100	100	---	Ligeramente curvado	100	100	---
D.24	92 VG	Blanco	100	100	---	Blanco	100	100	---
D.25	92 VS	Oscuro	97.5	93	---	Oscuro	89.5	79.5	---
D.26	-- VG	Primaveral	100	100	---	Primaveral	100	100	---

VG= Evaluación visual mediante una observación única de un grupo de plantas o partes de ellas.

M= Medición propiamente dicha.

VS= Evaluación visual mediante observación individual de cierto número de plantas o partes de ellas.

D1... D26= son los descriptores de trigo recomendados por el SNICS (1994) para el registro.

**D2. Planta: porte**

Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 son de porte intermedio, y los genotipos AN-263-99 y el testigo Bacanora son de tipo semierecto. El porte se determinó visualmente a partir del porte de las hojas y los hijuelos en la fase de ahijamiento (niveles de desarrollo 25-29), y deberá partirse del ángulo formado por las hojas exteriores y los hijuelos con un eje central imaginario (UPOV, 1994).

Publicaciones por el CIAT (1983), mencionan que los genotipos de porte intermedio deben presentar un ángulo mayor a 30° pero menor de 45°.

**D3. Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas**

En este carácter ningún genotipo presentó pigmentación, todas las variedades se les considero un nivel ausente o muy débil.

**D4. Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvada**

Este carácter fue fuertemente influenciado por el medio ambiente, debido a las corrientes de aire de los lugares donde se establecieron los cultivos, los genotipos establecidos a campo abierto presentaron muy alto porcentaje de hojas bandera curvadas y en el invernadero (localidad 3) los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 presentaron nivel bajo y el testigo Bacanora presentó nivel muy bajo, esto se debió a que dentro del invernadero no existen corrientes de aire.

En el trabajo de investigación de Jennings *et al.* (2002), sobre estrategias de mejoramiento en arroz, menciona, que la hoja bandera contribuye en gran medida en el llenado del grano, porque dicha hoja es una de las más importantes en realización de los procesos de asimilación de CO<sub>2</sub> y fotosíntesis.

**D6. Hoja bandera: glaucescencia de la vaina**

Los genotipos AN-373-09, AN-263-99 y Bacanora presentaron un nivel fuerte, mientras que AN-366-09 presentó un nivel medio. Hoy en día la cercocidad de las variedades nos ayuda a caracterizarlos y poderlos diferenciar entre ellos, en

el trabajo de investigación de Close y Beadle (2003), publicaron que la producción de cera en la planta cumple con la función de foto protección, al momento de reflejar el exceso de luz.

#### **D7. Espiga: glauescencia**

Las líneas AN-373-09 y AN-263-99 presentaron un nivel débil, AN-366-09 presentó un nivel ausente o muy débil y el testigo Bacanora presentó un nivel fuerte.

#### **D8. Tallo: glauescencia del cuello de la espiga**

Los materiales AN-373-09, AN-263-99 y Bacanora presentaron un nivel fuerte, el genotipo AN-366-09 presentó un nivel débil.

#### **D10. Tallo: médula en la sección transversal (espiguillas en el tercio medio de la espiga)**

En este descriptor todos los materiales presentaron una médula delgada.

#### **D11. Espiga: forma del perfil**

Todos los materiales presentan una espiga tipo fusiforme, este tipo de espiga es cuando la parte media es más amplia que las demás.

#### **D12. Espiga: densidad**

Los materiales AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 presentan un tipo de espiga de nivel media y el testigo Bacanora presenta un tipo de espiga densa.

#### **D14. Barbas o aristas: presencia**

Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 presentan el nivel de clasificación de aristas presentes, el material AN-263-99 presenta ambas ausentes y el testigo presenta barbas.

**D16. Espiga: color**

Los genotipos AN-373-09 y AN-366-09 presentan espiga coloreada y los materiales AN-263-99 y Bacanora presentan espiga blanca.

**D17. Segmento apical del raquis: vellosoidad en la superficie convexa**

Todos los materiales presentaron un nivel ausente o muy débil.

**D18. Gluma inferior: anchura del hombro (espiguillas en el tercio medio de la espiga).**

Los genotipos AN-373-99, AN-366 y Bacanora presentaron un nivel medio, y el material AN-263-99 presentó un nivel ancho.

**D19. Gluma inferior: forma del hombro (como en D18)**

Los genotipos AN-373-99, AN-366 y Bacanora presentaron un nivel inclinado, y el material AN-263-99 presentó un nivel recto.

**D21. Gluma inferior: forma del pico (como en el D18)**

Todos los materiales presentaron el nivel de ligeramente curvado.

**D22. Gluma inferior: extensión de vellosoidad interna**

Todos los materiales presentaron el nivel débil.

**D23. Lema inferior: forma del pico (como en D18)**

Todos los genotipos presentaron el nivel de ligeramente curvado.

**D24. Grano: color**

Todos los materiales presentan color de grano blanco.

**D25. Grano: coloración con fenol**

Todos los genotipos presentan un nivel de coloración fuerte.

## **D26. Tipo de estacionalidad**

Todos los genotipos mostraron un tipo de estacionalidad primavera.

## **Características físicas de semilla**

En el Cuadro 4.7, se muestra el resultado de la prueba de comparación de medias de las características físicas de la semilla en los cuatro genotipos estudiados, resultando tres grupos estadísticos, destacando a los materiales AN-263-99, AN-366-09 por encontrarse en el último grupo y presentar menor porcentaje que los demás, aún a pesar de que los porcentajes del contenido de humedad de todos los genotipos estuvieron por debajo del 12 %, considerados aceptables por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) donde se establece valores máximo de 13 %, además de ser óptimos para la conservación de la semilla, pues a contenidos de humedad bajos se evitan el deterioro de los compuestos de reserva, causado por agentes bióticos y abióticos coincidiendo con Castañeda *et al.*, (2009) y así mismo se prolonga la viabilidad por que al tener baja humedad disminuye la actividad metabólica de la semilla como menciona Moreno (1996).

La densidad, otra de las características evaluadas se encontró que en la prueba de comparación de medias, el genotipo AN-373-09 resultó con menor valor (76.24 kg/HL) estando en el último grupo estadístico, seguidos los genotipos AN-263-99, AN-366-09 en el segundo grupo, y como mejor densidad se encontró a Bacanora, aún a pasar de que estos últimos tres genotipos presentaran densidades por arriba del 77 Kg/HL (Cuadro 4.7), el peso volumétrico o densidad de un lote de semillas, está en función de los componentes estructurales que conforman la masa, tamaño en longitud y espesor de cada semilla, por lo que este parámetro está estrechamente relacionado con su calidad fisiológica, lo cual se puede decir que a menor peso volumétrico, la calidad fisiológica es menor debido a que los carbohidratos y lípidos son desdoblados para ser utilizados como energía en la fisiología de la semilla, coincidiendo con Sosa *et al.*, (2015), quienes afirman que la densidad de la semilla es un indicador de la calidad en campo en relación al manejo

agronómico y las condiciones ambientales que se presentan durante el desarrollo del cultivo.

En otro aspecto, el SNICS establece, que la semilla de trigo debe de contar con una densidad estándar de 80 kg/HL, lo cual puede reflejar que los materiales estudiados, no cumplen con las características físicas para la comercialización de semilla, sin embargo, debido a que la semilla del presente trabajo provino directamente de campo y no paso por un acondicionamiento o clasificación, pudieron estar interfiriendo otros factores que no se consideraron al momento de realizar el análisis, por ejemplo los tamaños de semilla, pureza física de la semilla (semillas maduras e inmaduras) que todo ello pudiera enmascarar la característica de los materiales.

En cuanto a peso de mil semillas, como se muestra en el Cuadro 4.7, el resultado de la prueba de comparación de medias, reflejo cuatro grupos estadísticos, indicando que existe una diferencia significativa entre los materiales en esta característica física, destacandose el genotipo AN-263-99 con el mayor peso de la semilla, lo que puede ser que el grano no es muy grande pero si contiene mayor peso en sus constituyentes, a diferencia de AN-366-09 quien tuvo un valor menor en el peso y tal vez se debio a que el tamaño de la semilla era más grande, sin embargo ambos se encontraron en el mismo grupo estadístico de densidad; mientras el testigo Bacanora resulto en el siguiente grupo y por último el material AN-373-99 quien presentó el menor peso con 29.96 gramos, marcando la tendencia en la respuesta y relación de estos dos parámetros, materiales que presentaron mayor peso de mil semillas tienden a tener una mayor densidad, y al contrario los materiales con menor peso de mil semillas presentan menor densidad, debido a que estos parámetros están en función de la masa y longitud de cada una de las semillas.

**Cuadro 4.7** Comparación de medias (DMS) de las características físicas de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora.

Genotipos	Características físicas		
	Contenido de Humedad (%)	Densidad (kg/HL)	Peso de mil semillas (g)
AN-373-09	11.46 ab	76.24 c	29.96 d
AN-366-09	11.26 c	77.78 a	36.06 b
AN-263-99	11.33 bc	77.78 a	38.63 a
Bacanora	11.56 a	77.27 b	31.37 c

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ( $P < 0,01$ )

### Características fisiológicas

#### Tasa de imbibición (TI)

En el Cuadro 4.8, se muestran los resultados del análisis de varianza, en que la variable Tasa de imbibición resultó altamente significativa en las fuentes de variación genotipos y tiempos de evaluación, mostrando que al menos uno de los materiales estudiados tiene diferente tasa de imbibición, reflejando su velocidad fisiológica diferente a través de sus etapas del proceso de germinación, hidratación y emergencia, así como la respuesta a la TI en los tiempos evaluados fue diferente en al menos uno de ellos; mientras que la interacción genotipos por tiempo de evaluación fueron estadísticamente iguales. Esto se debe que cada genotipo tiene una velocidad e hidratación particular, que depende de su calidad al momento de ser puesto a imbibir, y de la estructura anatómica y morfológica del material genético.

**Cuadro 4.8** Análisis de varianza en la variable Tasa de Imbibición en semillas de Trigo Forrajero.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Tasa de Imbibición</b>
Genotipos	3	72.64**
Genotipos*Tiempos	21	1.079 NS
Tiempos	7	959.77**
Tiempos*Repetición	16	0.593 NS
Error Experimental		1.372
% CV		2.78

\*\* =Nivel de significancia (0.01 %), NS =No Significativo, CV = Porcentaje del Coeficiente de variación.

En el Cuadro 4.9, se muestra la prueba de la comparación de medias de la tasa de imbibición a través del tiempo, marcando una tendencia en el aumento de la tasa de imbibición a media que pasa el tiempo, esto se debe a que los materiales al estar expuestos al agua, inician el proceso de hidratación de las semillas y la activación de los procesos celulares implicados en la germinación. El testigo Bacanora es quien presenta una mayor tasa de imbibición, a comparación de las líneas generadas por el programa de Cereales donde se observa que el genotipo AN-373-09 y AN-263-09 le siguen al testigo, el material AN-263-99 es quien absorbió menor cantidad de agua y estas diferencias se puede considerar en cuanto a la fisiología de la semilla por que dependerá de cada material genético absorber la cantidad de agua suficiente para la activación de los procesos metabólicos.

Los materiales Bacanora y AN-373-09 muestran la misma tendencia, al igual que los genotipos AN-366-09 y AN-263-99 en cuanto a la Tasa de Imbibición.

**Cuadro 4.9** Comparación de medias (DMS) a través del tiempo (h) de la Tasa de Imbibición.

Gen/Tiem	4	8	12	16	20	22	24	26
AN-373-09	26.6a	34.3a	40.4a	44.7ab	48.4a	48.3ab	50.6ab	
AN-366-09	23.8 b	32.4 b	38.3 b	42.0 c	44.8 b	45.3 c	47.9 c	
AN-263-99	23.2 b	31.8 b	37.7 b	43.0 bc	46.2 b	46.3 bc	48.5 bc	50.6 b
Bacanora	26.1a	35.5a	41.2a	45.8a	48.8a	49.8a	51.9a	52.8a

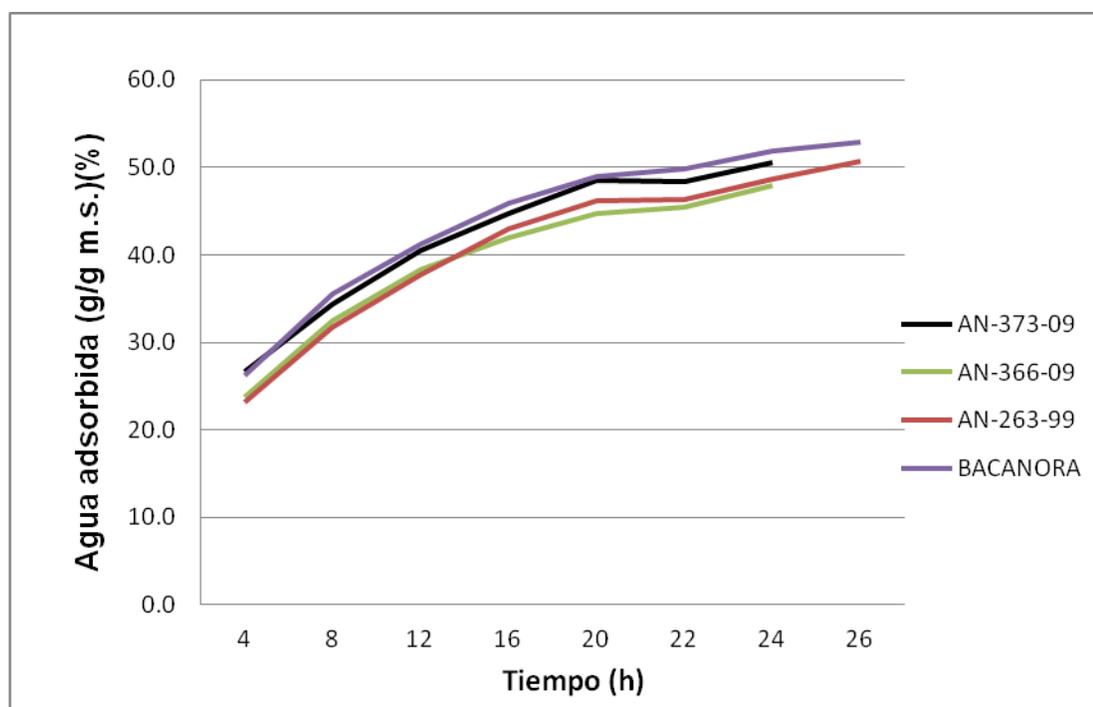
Gen = Genotipo. Tiem = Tiempo Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (P<0,01)

En la Figura 4.1, se muestra de manera gráfica la respuesta de la tasa de imbibición de las semillas de trigo modeladas con la ecuación de Weibull; logrando percibir la velocidad de hidratación de las semillas y en consecuencia el tiempo previo a la germinación fisiológica debido a que las características morfológicas de la semilla de cada variedad podrían explicar el modo particular de hidratación, donde tal vez el grosor del pericarpio y las células que lo constituyen sean parte de la respuesta de la velocidad y volumen de agua de absorción como lo menciona Nobel (1999), quien estableció que el grosor de testa y el número de capas de células que la componen juegan un papel importante en el proceso de imbibición, la cual no es uniforme en toda la superficie de la semilla; siendo más elevada en las inmediaciones del micrópilo y el embrión; además que como las semillas no son cuerpos geométricos uniformes, la velocidad de transferencia de agua hacia el interior de las mismas es diferente (Sánchez *et al.*, 2008).

En la misma Figura se observa que a partir de las 16 h hasta las 24 h, el testigo Bacanora tiene mayor capacidad de hidratación que los genotipos AN-373-99 y AN-263-09 quienes le siguieron al testigo; mientras que AN-366-99 resultó con menor capacidad de hidratación, en comparación de otras especies como semillas de Jamaica donde su máxima hidratación fue a las primeras 12 horas transcurridas (Domínguez *et al.*, 2007).

Sin embargo, esta capacidad de hidratación es parte del proceso de la germinación, lo que marcó una diferencia en los materiales genéticos ya que

AN-373-09 y AN-366-09 presentaron su germinación fisiológica a las 24 horas, antes que Bacanora y AN-263-99 quienes la presentaron dos horas después, lo que viene a reflejar que los primeros materiales tienen una mayor actividad metabólica dando una emergencia inicial de la radícula en menor tiempo con menos cantidad de agua absorbida, mientras que el testigo Bacanora y AN-263-99 tienen una actividad metabólica más lenta y con mayor cantidad de agua, como se observa en la Figura 4.1, percibiendo el material genético Bacanora con mayor capacidad de hidratación, pero generando su germinación fisiológica hasta las 26 h; donde la capacidad de hidratación se refleja en la semilla por su hinchamiento, seguido de ruptura del pericarpio, dando inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de las reservas alimentarias en las regiones en crecimiento del embrión, crecimiento y división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula, como lo explica Doria (2010).



**Figura 4.1** Tasa de Imbibición a través del tiempo, modeladas con la ecuación de Weibull (comparación de medias).

En la misma Figura 4.1, también se permite ver el comportamiento de los materiales estudiados con una tendencia de regresión de tipo cuadrática, donde los valores de la  $R^2$  de los genotipos fue superior a 99 % en cada caso, debido a que el modelo matemático explica con alto nivel de confianza la variación de la Tasa de Imbibición en función del tiempo (Cuadro 4.10), esto debido a que conforme las horas de hidratación transcurren los materiales genéticos absorben mayor cantidad de agua por la activación de su metabolismo fisiológico.

**Cuadro 4.10** Regresión cuadrática y  $R^2$  de la Tasa de Imbibición de los genotipos estudiados.

Genotipo	Regresión Cuadrática	$R^2$
AN-373-09	$18.027 + 2.361X - 0.0427X^2$	99.7
AN-366-09	$15.782 + 2.339X - 0.0429X^2$	99.2
AN-263-09	$14.948 + 2.349X - 0.039X^2$	99.3
Bacanora	$17.811 + 2.441X - 0.0429X^2$	99.5

En el ANVA de la variable Conductividad Eléctrica, resultaron altamente significativos las fuentes de variación Genotipos y los tiempos de evaluación, así como en la interacción Genotipos por los tiempos de evaluación mostró una diferencia significativa como se muestra en el Cuadro 4.11, quiere decir que al menos un genotipo tuvo un comportamiento diferente en la respuesta de la conductividad eléctrica a los periodos de los tiempos evaluados, indicando que la concentración de electrolitos en la solución de los tres materiales genéticos es diferente y el exudado aumenta en el agua conforme se incrementa tiempo, debido a que la semilla incrementa su metabolismo por la actividad fisiológica que desarrolla la semilla y por consecuencia tiende a liberar iones en la solución de imbibición, a mayor cantidad de iones liberados la calidad de la semilla es menor y a menor cantidad de iones liberados la calidad de la semilla es mayor, reflejándose en la germinación.

**Cuadro 4.11** Análisis de varianza en la variable Conductividad Eléctrica en semillas de Trigo Forrajero.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Conductividad Eléctrica $\mu\text{s/cm}$
Genotipos	3	153.12**
Genotipos*Tiempos	21	6.23*
Tiempos	7	767.30**
Tiempos*Repetición	16	0.247NS
Error Experimental		2.77
% CV		5.43

\*\* =Nivel de significancia (0.01 %), \* =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No Significativo, CV = Coeficiente de variación CV = Porcentaje del Coeficiente de variación.

En la prueba de comparación de medias de la conductividad eléctrica a través del tiempo, los resultados muestran que en cada tiempo se agrupan en más de dos grupos estadísticos, conforme pasan las horas, la conductividad eléctrica tiende a aumentar, de manera general se observa que a partir de las 16 horas muestran la misma tendencia de lixiviación de electrólitos, donde el genotipo Bacanora presenta una mayor conductividad eléctrica, lo que significa que este material presenta menor calidad fisiológica porque los iones liberados son inversamente proporcionales a la germinación; en comparación de los genotipos de AN-373-09 y AN-366-09, y la de menor conductividad es el material AN-263-09 (Cuadro 4.12), por lo tanto el material de mayor calidad fisiológica es este último.

En los resultados de la evaluación de conductividad eléctrica a las 24 horas puede ser un reflejo de la germinación, de manera inversa ya que a mayor valor de  $\mu\text{s/cm}$  de Conductividad Eléctrica, desencadena menor porcentaje de germinación, esto se observa en el Cuadro 4.13, debido posiblemente a que la conductividad mide de manera indirecta el grado de estructuración de las membranas celulares, a través de la cantidad de iones lixiviados en la solución de imbibición, los iones lixiviados son inversamente proporcionales a la integridad de las membranas celulares. Esta tendencia fue similar a lo encontrado por Mora *et al.* (2012) y Soto y Valiengo (2011), quienes evaluaron la conductividad eléctrica a las 24 h y la germinación en semillas de *Zeyheria*

*tuberculosa* y Judía, observando un aumento en la conductividad eléctrica y por consecuencia una disminución en la germinación.

**Cuadro 4.12** Comparación de medias (DMS) a través del tiempo (h) de la Conductividad Eléctrica.

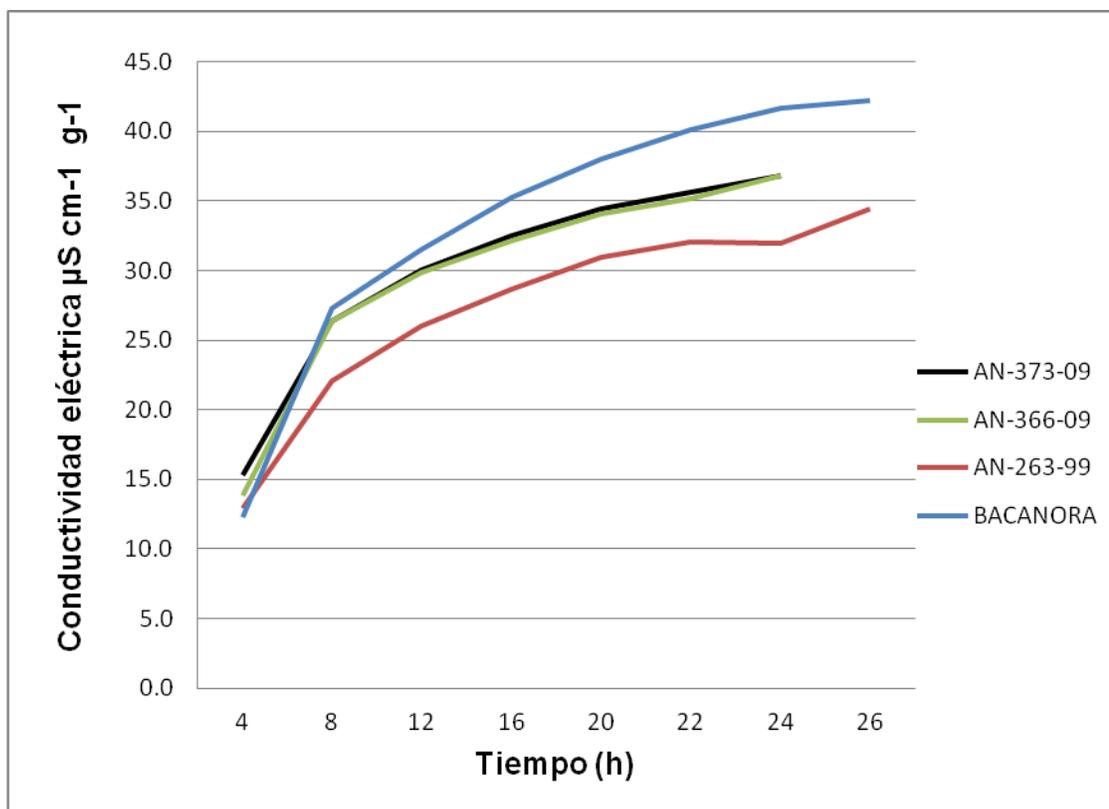
Gen/Tiem	4	8	12	16	20	22	24	26
AN-373-09	15.2a	26.4a	30.0a	32.5 b	34.4 b	35.6 b	36.8 b	
AN-366-09	13.8 b	26.3a	29.8a	32.2 b	34.1 b	35.2 b	36.8 b	
AN-263-99	12.9 bc	22.1 b	25.9 b	28.7 c	31.0 c	32.0 b	31.9 c	34.4 b
Bacanora	12.3 c	27.3a	31.5a	35.3a	37.9a	40.1a	41.7a	42.2a

Gen = Genotipo. Tiem = Tiempo Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (P<0,01)

**Cuadro 4.13** Resultados de la conductividad eléctrica y germinación de los materiales estudiados.

Genotipo/variable	Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	Germinación (%)
AN-373-09	36.8	86
AN-366-09	36.8	86
AN-263-99	31.9	85
Bacanora	41.7	87

En la Figura 4.2, se muestran la tendencia de la conductividad eléctrica (comparación de medias) de los materiales estudiados, observando claramente que conforme incrementa el tiempo, la conductividad aumenta, presentando al testigo Bacanora con mayor conductividad, seguidos los materiales AN-373-09 y AN-366-09, mientras que AN-263-99 presentó la menor conductividad eléctrica, esto se debió posiblemente a que la liberación de electrolitos en la solución está en función de la calidad del genotipo y el tiempo, un material de mayor calidad tiende a liberar menor cantidad de electrolitos al momento de ser imbibidos.



**Figura 4.2** Conductividad Eléctrica a través del tiempo (comparación de medias).

En la misma Figura 4.2, se observa que el comportamiento de la conductividad tiende a ser una regresión tipo cuadrática, en donde los valores de  $R^2$  superan al 95% en cada análisis, el modelo matemático explica la variación de la conductividad eléctrica en función del tiempo, como se muestra en el Cuadro 4.14, además de describir la regresión cuadrática en cada análisis.

Al obtener la correlación entre la tasa de imbibición y la conductividad eléctrica para cada genotipo, se encontró un valor positivo y significativo de  $r$  cercano al 1 en cada correlación para los genotipos estudiados (Cuadro 4.14). En base a los resultados obtenidos de las correlaciones entre las variables estudiadas, cualquiera de las dos puede usarse para calcular indirectamente el comportamiento de la otra variable con un alto grado de confiabilidad.

**Cuadro 4.14** Regresión cuadrática,  $R^2$  de la Conductividad Eléctrica y correlación entre las variables.

Genotipo	Regresión cuadrática	$R^2$	Correlación entre TI-CON
AN-373-09	$8.247 + 2.361X - 0.0495X^2$	96.7	0.981
AN-366-09	$6.5277 + 2.535X - 0.0541X^2$	95.3	0.983
AN-263-09	$6.526 + 2.052X - 0.0396X^2$	97.7	0.990
BACANORA	$3.389 + 3.027X - 0.0605X^2$	96.6	0.989

### Capacidad de germinación y vigor

La semilla de los diferentes genotipos como ya se mencionó venía directamente de campo, sin pasar por algún acondicionamiento y por las características de los materiales de tipo invernal fue necesario que para evaluar la calidad fisiológica se aplicó un pretratamiento en frío ( $4^{\circ}\text{C}$ ) durante 3 días para la eliminar la latencia o dormancia posible de los materiales y permitir la mejor expresión de los resultados analizados.

Los resultados obtenidos en la capacidad de germinación son estadísticamente iguales, como se puede observar en el Cuadro 4.15, todos los materiales cumplen de manera efectiva para considerarse para una comercialización donde el SNICS establece como mínimo un 85 % de germinación, porcentajes menores no son considerados como aptos para siembra (Rosas *et al.*, 2007). Estos materiales tienen la calidad fisiológica para certificarse y ser utilizados en explotaciones comerciales (Juarez *et al.*, 2013).

Con respecto al vigor de los materiales, se encontró que el genotipo AN-373-09 obtuvo un valor de vigor mayor en la longitud media de plúmula, seguido de AN-263-99 y AN-366-99, en el mismo grupo de significancia, mientras que el testigo Bacanora mostró menor vigor (Cuadro 4.15); lo que nos refleja que estos resultados no tienen relación alguna con los porcentajes de germinación obtenidos, donde el testigo Bacanora superó a los demás, pero podemos decir que los genotipos del Programa de Cereales son mejores al observar los resultados del análisis de vigor.

En cuanto la tasa de crecimiento, la tendencia de los materiales pareciera que debía ser similar, sin embargo sobresale AN-366-09, seguidos de AN-373-09 y AN-263-99, mientras que Bacanora nuevamente reflejó un menor valor en el peso seco de la plántula (Cuadro 4.15), marcado efectivamente que el vigor de este material fue bajo, sin embargo fue la que presentó mejor germinación, lo que nos puede indicar que el nivel de conductividad eléctrica tiene mucha relación con la lixiviación excesiva de electrolitos y por consecuencia en el vigor de la semilla, a mayor valor de CE menor valor de vigor puede presentarse en los materiales.

**Cuadro 4.15** Comparación de medias (DMS) de la capacidad de germinación y vigor de los genotipos AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora.

Genotipos	Capacidad de Germinación (%)	Vigor	
		Longitud Media de Plúmula (cm)	Tasa de crecimiento de plántula (Peso seco, mg/plántula)
AN-373-09	86 a	10.14 a	12.38 a
AN-366-09	86 a	9.77 a	14.13 ab
AN-263-99	85 a	9.56 a	12.13 ab
Bacanora	87 a	7.66 b	9.31 b

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ( $P < 0,01$ )

## CONCLUSIONES

Acorde a las variables consideradas en la descripción varietal de los genotipos de trigo estudiados, se concluye que los tres genotipos forrajeros son diferentes, tomando como variedad de referencia la variedad testigo Bacanora, en lo general y particular se tiene que:

Cada uno de los genotipos (AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99) en comparación al testigo Bacanora, difieren en cuatro de cinco caracteres cuantitativos los cuales son: longitud de planta (LP), longitud de espiga (LE), longitud de las barbas o aristas en la punta de la espiga (LB) y longitud del pico de la gluma inferior (LPGI).

En el genotipo AN-373-09 comparado con el testigo, se diferenciaron seis de 21 caracteres cualitativos los cuales son: porte de planta, glauescencia de espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, color de espiga y forma del hombro de la gluma inferior; por lo tanto se considera una variedad diferente.

El genotipo AN-366-09 en comparación al testigo, difirió en nueve de 21 caracteres cualitativos los cuales son: pigmentación antociánica de coleóptilo, porte de planta, glauescencia de la vaina de la hoja bandera, glauescencia de la espiga, glauescencia del cuello de la espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, color de espiga y forma del hombro de la gluma inferior, por ello se considera una variedad diferente.

El genotipo AN-263-99 en comparación al testigo, se diferenció en cinco de 21 caracteres cualitativos los cuales son: glauescencia de la espiga, densidad de espiga, presencia de barbas o aristas, anchura del hombro de la gluma inferior y forma del hombro de la gluma inferior; por lo tanto se considera una variedad diferente.

Las semillas de los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 en comparación al testigo Bacanora presentaron similares características físicas en contenido de humedad, pero diferente en la densidad, sobresaliendo AN-373-09 y en peso de mil semillas AN-263-99, ambos superiores al testigo.

Las semillas de los genotipos AN-373-09, AN-366-09 y AN-263-99 en comparación al testigo Bacanora tienen diferentes características fisiológicas; sobresaliendo AN-373-99 y Bacanora al incrementar su tasa de imbibición conforme aumenta el número de horas de hidratación, así como la conductividad eléctrica siendo mayor Bacanora. En cambio AN-366-09 y AN-263-99, con menor tasa de imbibición y conductividad eléctrica tienen mayor velocidad en la germinación fisiológica, acumulando AN-366-09 mayor peso seco (vigor).

El carácter fisiológico de tasa de imbibición presenta una relación directa a mayor conductividad eléctrica y por consecuencia mayor capacidad de germinación, sin embargo esta tendencia no es posible predecir en el vigor de la semilla.

El tiempo de imbibición puede ser a partir de las 16 horas para determinar la conductividad eléctrica y generar una predicción respecto a la capacidad de germinación de los materiales evaluados, por lo que se recomienda probar otras variedades de trigo para asegurar un tiempo óptimo de hidratación y relacionarlo con la capacidad de germinación y vigor de la semilla.

## REFERENCIAS

- Azcón, J., y M. Talón. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda edición. McGraw Hill. Madrid, España. 651 p.
- Bishaw, Z., A.A. Niane, & Y.Gan. 2007. Quality seed production. Springer. Holanda. pp. 349-383.
- Boschi, F. 2014. Estudio de características fenotípicas y análisis de distinción, homogeneidad y estabilidad en cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 18(2):61-71.
- Boschi, F., & M. Ibarra, M. 2012. Análisis de la distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) de nuevos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 16(2):74-81.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. México 17 p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 1996. Ley Federal de Variedades Vegetales. México 13 p.
- 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.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodología para obtener semillas de calidad arroz, frijol, maíz, sorgo. Ed. Unidad de semillas CIAT. Cali, Colombia. 198 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1991. Control de calidad en campo, beneficio y almacenamiento de semillas. CIAT, Calí, Colombia, 12 al 23 de agosto de 1991, 221 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987. Producción de semilla genética y básica. Responsabilidad de un programa de mejoramiento. Memorias del curso avanzado sobre producción de semilla básica del 27 de Abril al 29 de Mayo. Cali Colombia.
- Chávez, G., P. Figueroa, M.A. Camacho, G. Fuentes, J.L. Félix, & V. Valenzuela. 2012. Patronato Oro C2008, trigo cristalino con calidad industrial para el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(7):1441-1446.
- Chávez, J. L. 1993. Mejoramiento de plantas 1. Editorial Trillas. México. 136 p.

- Close, D. C., & C.L. Beadle. 2003. The ecophysiology of foliar anthocyanin. *The Botanical Review*. 69(2):149-161.
- Coll, J. B., G. N. Rodrigo, B. S. Garcia and R. S. Tamés. 1995. *Fisiología vegetal*. Madrid. Ediciones Pirámide. 662 p.
- Copeland, L. O., y M. B. McDonald. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 p.
- Domínguez, S., A. Domínguez, A. González, & S. Navarro. 2007. Cinética de imbibición e isothermas de adsorción de humedad de la semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 6(3):309-316.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31(1)74-85.
- Ferrer, J. L., M.B. Austin, C. Stewart, & J.P. Noel. 2008. Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids. *Plant Physiology and Biochemistry*. 46(3):356-370.
- Flores, A., M.E. Vázquez, F. Borrego, & 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.
- Franco, T., y R. Hidalgo. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Instituto internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
- Fuentes, G., P. Figueroa, V. Valenzuela, G. Chávez, J.L. Félix, & J.A. Mendoza. 2012a. 'Huatabampo Oro C2009', nueva variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. *Revista fitotecnia mexicana*. 35(4):351-353.
- Fuentes, G., V. Valenzuela, G. Chávez, J.L. Félix-Fuentes, P. Figueroa, & J.A. Mendoza. 2012b. Cevy Oro C2008, trigo cristalino con resistencia a roya de la hoja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(2):403-408.
- García, G. M., & F.G. Cháirez. 2010. Reporte agrometeorológico. INIFAP. Folleto informativo No. 79. 28p
- 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.

- Haro, R. L. 1992. Semillas: Los derechos de obtentor de variedades. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, (715):124-132.
- Hidalgo, S. G., W.D.L. Cifuentes, H.H. Ruano, & L.E. Cano. 2009. Caracterización de trece genotipos de rosa de Jamaica *Hibiscus sabdariffa* en Guatemala. *Agronomía Mesoamericana*. 20(1):101-109.
- Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos e Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IPGRI/IITA). 1997. Descriptores para el ñame *Dioscorea spp.* Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Ibadán, Nigeria, I Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 64 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2005. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.*
- International Seed Testing Association (ISTA). 2010. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.*
- Izdebski, R. 1992. Utilization of rye genetic resources – initial material selection. *Hereditas*. 116:179-185.
- Jennings, P. R., L.E. Berrio, E. Torres, & E. Corredor. 2002. Una estrategia de mejoramiento para incrementar el potencial de rendimiento en arroz. *Foro Arrocero Latinoamericano*. 8(2):10-13.
- Juárez, F. R., Larios, J. F., & Ruiz, S. I. Z. 2013. Determinación de calidad en semillas de híbridos comerciales de maíz (*Zea mays l.*). *Productores de Granos Blancos. Artículos in extenso*. 57-62.
- Khlestkina, E., E. Antonova, L. Pershina, A. Soloviev, E. Badaeva, A. Börner, & E. Salina. 2011. Variability of Rc (red coleoptile) alleles in wheat and wheat-alien genetic stock collections. *Cereal Research Communication.*, 39(4):465-474.
- Louwaars, N. 2005. Sesgos y cuellos de botella de las leyes de semillas. *Biodiversidad*. 46:5-11.
- Lykholay, A. N., I.A. Vladimirov, E.A. Andreeva, V.G. Smirnov, & A.V. Voylovkov. 2014. Genetics of anthocyaninless rye. *Russian Journal of Genetics*. 50(10):1102-1106.
- Machado, N. B., M.R. Prioli, A.B. Gatti, & V.J. Mendes. 2006. Temperature effects on seed germination in races of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*. 28:155-167.

- Martínez, J de J., P. F. Valencia, y P. F. López. 1989. Cumpas T88 y Bacanora T88: nuevas variedades de trigo harinero. Folleto Técnico No. 12. SARH-INIFAP. México. 16 p.
- Mena, L., M. Bethel, M. Hinojosa, Ó. J. Ayala, F. Castillo, & J. A. Mejía. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 35(1):1-7.
- Mena, L., M. Bethel, M. Hinojosa, Ó. J. Ayala, F. Castillo, & J.A. Mejía. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 35(1):1-7.
- 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 mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L.). *Revista UDO Agrícola*. 8(1):61-62.
- Mendoza, M., L. Latournerie, E. Moreno, G. Castañón, J. Cruz, C. De León, & J. G. García. 2004. Cambios en la calidad de la semilla de maíz durante su desarrollo y maduración. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2):155-160.
- Mora, M., M. Guerrero, I. Martín. 2012. Relación entre germinación y test de conductividad eléctrica en semillas de judía. Cuarta jornada de Asociación Española de Leguminosas. Pontevedra. 267-271.
- Moreno, F., G. A. Plaza y S. V. Magnitskiy. 2006. Efecto de la testa sobre la germinación de semillas de caucho (*Hevea brasiliensis* Muell.). *Agronomía Colombiana*. 24(2):290-295.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y fisiológico de semillas agrícolas. Tercera edición, UNAM. Ciudad Universitaria, México, DF. 393 p.
- Muñoz, G., G. Giraldo, y J. Fernández. 1993. Descriptores varietales; arroz, frijol, maíz y sorgo. Pub. No. 177 CIAT. Cali, Colombia. 168 p.
- Nobel, P.S. 1999. *Plant Physiology*. 2nd Edition. Academic Press. USA. Pp: 372-373.
- Paiva, É. A., J.P. Lemos, & D. M. Trombert. 2006. Imbibition of *Swietenia macrophylla* (*Meliaceae*) seeds: the role of stomata. *Annals of Botany*. 98(1):213-217.
- Poey, D. F. 1982. La descripción varietal: fundamentos para el control de la pureza genética de las semillas. Memorias curso avanzado sobre producción de semilla básica del 27 de Abril al 27 Mayo. CIAT, Cali Colombia. 41 p.

- Quiroz, J., L.M. García, & F.R. Quiroz. 2012. Mejoramiento vegetal usando genes con funciones conocidas. *Ra Ximhai*, 8(3b):79-92.
- Ramírez, M., A. Carballo, A. Santacruz, V. Conde, E. Espitia, & F. González. 2010. Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3):335-349.
- Reynolds, M. P., A.J. Pask. D.M. Mullan, & P.N. Chávez. 2013. Fitomejoramiento fisiológico I: enfoques interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo. CIMMYT. México, D.F. 174 p
- Rosas, I. M., A. G. Muñoz, B. R. Valverde, J. H. Salgado, & M. Bellon, 2007. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México. *Fitotecnia Mexicana*. 30(1):69-78.
- Rosas, J. C., O.G. Guzmán, & J. Jiménez. 2003. Mejoramiento genético del frijol común mediante enfoques participativos en Honduras. *Agronomía Mesoamericana*. 14(1):01-09.
- Salisbury, F. B., y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. México, D.F. 756 p.
- Sánchez, J., A. Domínguez, S. Navarro., & J.A. López. 2008. Some physical properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*. 87(3):391-397.
- SAS Institute Inc. 2009. Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide. Second Edition, Vol. 4. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 398 p.
- Solís, E., J. Huerta, H.E. Villaseñor, P. Pérez, A. Ramírez, & M.D. De la Cruz. 2012. Anatoly C2011, nueva variedad de trigo cristalino para siembras en El Bajío y el norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3(4):821-827.
- Sosa, R. F., Carballo, A. C., Mir, H. E. V., & Livera, A. H. 2015. Calidad de la semilla de trigo de temporal en función del ambiente de producción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(6):1239-1251.
- 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.
- Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 2000. Document complementing the general introduction to the assessment of distinctness, uniformity and stability in new varieties of plants (TC/36/7).

- UPOV. 1994. Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability of wheat (*Triticum aestivum* L. emend, Fiori et Paol.). 21p.
- UPOV. 2002. Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad, la estabilidad y la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. Ginebra : UPOV. 28p.
- Villaseñor, H. E., y E. Espitia R. 2000. El trigo de temporal en México. Chapingo, Estado de México, México, SAGAR, INIFAP, Campo Experimental Valle de México. 85-98p.
- Zadoks, J. C., T.T. Chang, & C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed res. 14(6):415-421.

**ANEXOS**

Descripción varietal de los genotipos: AN-373-09, AN-366-09, AN-263-99 y Bacanora bajo la guía técnica del UPOV, 1994.

No	Característica	Etapas	Nivel	AN-373-09	AN-366-09	AN-263-99	Bacanora
1. (+)	Coleóptilo: pigmentación antociánica	09-11 VS	Ausente o muy débil	1( x )	1( )	1( x )	1( x )
			Débil	3( )	3( )	3( )	3( )
			Media	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuerte	7( )	7( x )	7( )	7( )
			Muy fuerte	9( )	9( )	9( )	9( )
2.(+) (* )	Planta: porte	25-29 VG	Erecto	1( )	1( )	1( )	1( )
			Semierecto	3( )	3( )	3( x )	3( x )
			Intermedio	5( x )	5( x )	5( )	5( )
			Semipostrado	7( )	7( )	7( )	7( )
			Postrado	9( )	9( )	9( )	9( )
3.	Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas	49-51 VG	Ausente o muy débil	1( x )	1( x )	1( x )	1( x )
			Débil	3( )	3( )	3( )	3( )
			Media	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuerte	7( )	7( )	7( )	7( )
			Muy fuerte	9( )	9( )	9( )	9( )
4. (+)	Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvada	47-51 VG	Ausente o muy bajo	1( )	1( )	1( )	1( )
			Débil	3( )	3( )	3( )	3( )
			Medio	5( )	5( )	5( )	5( )
			Alto	7( x )	7( x )	7( x )	7( x )
			Muy alto	9( )	9( )	9( )	9( )
5. (* )	Época de espigado (primera espiguilla visible en el 50% de las espigas) (días)	50-52 VG	Muy temprana	1( )	1( )	1( )	1( )
			Temprana	3( )	3( )	3( )	3( )
			Media	5(x)98D	5(x)91D	5(x)91D	5(x)91D
			Tardía	7( )	7( )	7( )	7( )
			Muy tardía	9( )	9( )	9( )	9( )
6. (+) (* )	Hoja bandera: glaucescencia de la vaina	60-65 VG	Ausente o muy débil	1( )	1( )	1( )	1( )
			Débil	3( )	3( )	3( )	3( )
			Media	5( )	5( x )	5( )	5( )
			Fuerte	7( x )	7( )	7( x )	7( x )
			Muy fuerte	9( )	9( )	9( )	9( )
7. (* )	Espiga: glaucescencia	60-65 VG	Ausente o muy débil	1( )	1( x )	1( )	1( )
			Débil	3( x )	3( )	3( x )	3( )
			Media	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuerte	7( )	7( )	7( )	7( x )
			Muy fuerte	9( )	9( )	9( )	9( )
8.	Tallo: glaucescencia del cuello de la espiga	60-69 VG	Ausente o muy débil	1( )	1( )	1( )	1( )
			Débil	3( )	3( x )	3( )	3( )
			Media	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuerte	7( x )	7( )	7( x )	7( x )
			Muy fuerte	9( )	9( )	9( )	9( )
9. (* )	Planta: longitud (tallo, espiga,	75-92 M	Muy corta	1( )	1( )	1( )	1( )
			Corta	3( )	3( )	3( )	3(x)65.3

	barbas y aristas) (cm)		Medio Larga Muy larga	5(x)77.7 7( ) 9( )	5(x)96.6 7( ) 9( )	5( ) 7(x)79.2 9( )	5( ) 7( ) 9( )
10.(+) (* )	Tallo: médula en la sección transversal (espiguillas en el tercio medio de la espiga)	80-92 VS	Delgada Media Gruesa	3( x ) 5( ) 7( )			
11.(+) (* )	Espiga: forma del perfil	92 VS	Piramidal Paralela Semiclavada Clavada Fusiforme	1( ) 2( ) 3( ) 4( ) 5( x )			
12.(* )	Espiga: densidad	80-92 M	Muy laxa Laxa Media Densa Muy densa	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( ) 7( x ) 9( )
13.	Espiga: longitud (excluidas las barbas y aristas) (cm)	80-92 M	Muy corta Corta Media Larga Muy larga	1( ) 3( ) 5( x )8.9 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x )8.2 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x )8.6 7( ) 9( )	1( ) 3( x )7.9 5( ) 7( ) 9( )
14.(+) (* )	Barbas o aristas: presencia	80-92 VG	Ambas ausentes Aristas presentes Barbas presentes	1( ) 2( x ) 3( )	1( ) 2( x ) 3( )	1( x ) 2( ) 3( )	1( ) 2( ) 3( x )
15.(* )	Barbas o aristas en la punta de la espiga: longitud (cm)	80-92 VG	Muy corta Corta Media Larga Muy larga	1( ) 3( x )1.8 5( ) 7( ) 9( )	1( ) 3( x )1.5 5( ) 7( ) 9( )	1( x )1 3( ) 5( ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x )5 7( ) 9( )
16.(* )	Espiga: color	90-92 VG	Blanca Coloreada	1( ) 2( x )	1( ) 2( x )	1( x ) 2( )	1( x ) 2( )
17.(+)	Segmento apical del raquis: vellosidad en la superficie convexa	80-92 VS	Ausente o muy débil Débil Media Fuerte Muy fuerte	1( x ) 3( ) 5( ) 7( ) 9( )			
18.(+)	Gluma inferior: anchura del hombro (espiguillas en el tercio medio de la espiga)	80-92 VS	Ausente o muy estrecho Estrecho Medio Ancho Muy ancho	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( ) 7( x ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )
19.(+)	Gluma inferior: forma del hombro (como en 18)	80-92 VS	Inclinado Ligeramente inclinado Recto Elevado Fuertemente elevado	1( x ) 3( ) 5( ) 7( ) 9( )	1( x ) 3( ) 5( ) 7( ) 9( )	1( ) 3( ) 5( x ) 7( ) 9( )	1( ) 3( x ) 5( ) 7( ) 9( )
20.	Gluma inferior: longitud del pico	80-92 VS	Muy corto Corto	1( x )1 3( )	1( x )1 3( )	1( x )1 3( )	1( ) 3( )

	(como en el 18) (mm)		Medio	5( )	5( )	5( )	5(x)4.2
			Largo	7( )	7( )	7( )	7( )
			Muy largo	9( )	9( )	9( )	9( )
21.(+)	Gluma inferior: forma del pico (como en el 18)	80-92 VS	Recto	1( )	1( )	1( )	1( )
			Ligeramente curvado	3(x)	3(x)	3(x)	3(x)
			Moderadamente curvado	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuertemente curvado	7( )	7( )	7( )	7( )
			Muy fuertemente curvado	9( )	9( )	9( )	9( )
22.(+)	Gluma inferior: extensión de vellosidad interna	80-92 VS	Débil	3(x)	3(x)	3(x)	3(x)
			Medio	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuerte.	7( )	7( )	7( )	7( )
23.(+)	Lema inferior: forma del pico (como en 18)	80-92 VS	Recto	1( )	1( )	1( )	1( )
			Ligeramente curvado	3(x)	3(x)	3(x)	3(x)
			Moderadamente curvado	5( )	5( )	5( )	5( )
			Fuertemente curvado	7( )	7( )	7( )	7( )
			Muy fuertemente curvado	9( )	9( )	9( )	9( )
24.(*)	Grano: color	92 VG	Blanco	1(x)	1(x)	1(x)	1(x)
			Rojo	2( )	2( )	2( )	2( )
25.(+)	Grano: coloración con fenol	92 VS	Ausente o muy ligero	1( )	1( )	1( )	1( )
			Ligero	3( )	3( )	3( )	3( )
			Medio	5( )	5( )	5( )	5( )
			Oscuro	7(x)	7(x)	7(x)	7(x)
			Muy oscuro	9( )	9( )	9( )	9( )
26.(+ (*)	Tipo de estacionalidad	--- VG	Invernal	1( )	1( )	1( )	1( )
			Intermedio	2( )	2( )	2( )	2( )
			Primaveral.	3(x)	3(x)	3(x)	3(x)