

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la Calidad Sanitaria de Cinco Genotipos de Trigo Harinero
(*Triticum aestivum* L.) y su Relación con la Calidad Fisiológica:

Por:

CÉSAR ASHMED GALICIA GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Calidad Sanitaria de Cinco Genotipos de Trigo Harinero
(*Triticum aestivum* L.) y su Relación con la Calidad Fisiológica.

Por:

CÉSAR ASHMED GALICIA GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



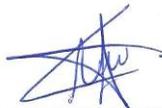
Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Asesor Principal Interno



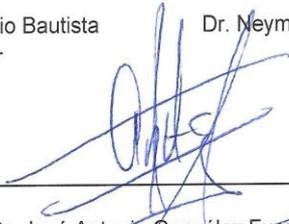
Dr. David Sánchez Aspeytia
Asesor Principal Externo



M.P. Adriana Antonio Bautista
Coasesor



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Coasesor



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

Saltillo, Coahuila, México



Diciembre de 2019

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen e Historia del Trigo.....	4
Características de la Planta de Trigo.....	5
Etimología	5
Descripción Botánica.....	5
Clasificación Taxonómica.....	7
Raíz.....	7
Tallo	8
Hojas	8
Espiga	9
Flores	9
Fruto.....	9
Requerimientos Edafoclimáticos	10
Clima	10
Temperatura.....	11
Precipitación.....	11
Suelo	12
pH.....	12

Importancia Mundial	12
Producción a Nivel Mundial	13
Importancia del Trigo en México.....	13
Introducción del Trigo a México.....	13
Producción Nacional	14
Exportaciones e Importaciones del Trigo en México	14
Importancia del Trigo en Coahuila.....	15
Atributos de Calidad de Semillas	16
Enfermedades Trasmisibles por Semilla	19
La Punta Negra en Trigo Harinero.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
Ubicación del Sitio Experimental	24
Material Genético	24
Procedencia del Material Genético.....	25
Análisis Visual	25
Medio de Cultivo para Siembra	26
Siembra de Semillas en los Medios de Cultivo PDA y MSA	26
Análisis Fisiológico	27
Prueba de Germinación	27
Longitud Media de Plúmula (LMP)	27
Variables Evaluadas.....	29
Análisis Estadístico.....	30
Modelo estadístico	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
Calidad Fisiológica.....	34
Plántulas Normales	34
Plántulas Anormales	34
Semillas Muertas.....	35
Longitud Media de Plúmula	36
Calidad Sanitaria	36
Sanidad Visual	36
Sanidad en Medio de Cultivo.....	37
Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra	38
Sanidad con incubación en Semillas libres de Punta Negra	38
V. CONCLUSIONES	43

VI. RECOMENDACIONES	44
VII. LITERATURA CITADA.....	45

DEDICATORIA

A LA VIDA

Por permitirme concluir una etapa más, y siempre llenarme de buenas personas que me rodean y me ayudan a salir siempre adelante. Por permitirme cumplir todos mis sueños y objetivos que tenía al llegar a la universidad. Por las pruebas que me pone cada día, y permitirme aprender cosas nuevas día con día.

A MIS PADRES

Sr. Lorenzo Galicia Martínez

Sra. María del Pilar Gómez Reyna

Por haberme traído a este mundo, cuidarme, por sus consejos y estar siempre para mí, por apoyarme en mis decisiones y en cualquier plan y proyecto que pueda emprender, siempre orientándome y mostrándome como ser mejor persona. A mi madre Gracias por enseñarme a colocarme metas y cumplirlas, a dar todo de mi por alcanzar mis sueños. Y enseñarme que el límite está donde tú mismo lo trazas. Gracias por enseñarme a ser independiente desde pequeño, y valerme por mí mismo, no habría podido llegar hasta aquí sin eso. A mi padre Gracias por enseñarme la mejor y más noble profesión como lo es la agricultura y siempre estar ahí con tus regaños exigiéndome más, para exprimir todo mi potencial y dar lo mejor de mí. Gracias por enseñarme a siempre ser lo más responsable y recto posible para ser una persona de bien. Nunca acabare de agradecerles todo lo que me han dado en la vida.

A mi hermano **Hector Omar Galicia Gómez** por motivarme siempre a salir adelante, por ser parte de mi vida desde que tengo memoria, por todos los momentos que hemos vivido juntos. Y todo el cariño que siempre demuestra.

A mis tías **Julia Ester Gómez Reyna** y **Teresa de Jesús Gómez Reyna** por todo su apoyo, sus consejos, su cariño, y por todos los momentos que hemos pasado juntos.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** (UAAAN), mi Alma Mater por haberme dado la oportunidad del estudio, albergado, alimentado y cuidado por estos cuatro años y medio de formación académica y personal.

A la **Dra. Elizabeth Galindo Cepeda** Por formarme como profesionalista durante mis clases, sus consejos, su dedicación y apoyo en la elaboración de esta investigación y darme la oportunidad y ayudarme a salir adelante. Muchas Gracias.

A la **M.P. Adriana Antonio Bautista** por su gran esfuerzo y dedicación en la elaboración de esta investigación, por sus conocimientos brindados, por todos sus consejos, sus regaños y darme mucha motivación y apoyo por ser mejor persona para salir adelante. Muchas Gracias.

Al **Dr. David Sánchez Aspeytia** Por su valiosa colaboración en la realización de esta investigación, por sus consejos, su apoyo y darme la oportunidad de realizar esta investigación. Muchas Gracias.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo** Por ser un gran maestro y formarme como profesionalista, por sus consejos, y su apoyo para realizar esta investigación.

A mis amigos Cristian Ruiz, Franco Delgado, Andrés Medrano, por todos los momentos muy agradables que viví con ellos durante la carrera, por estar conmigo en los buenos y los malos momentos, por alegrar mi estancia, y ojalá sean muchas más anécdotas.

A Melisa Cervantes por todos los momentos juntos buenos y malos, por siempre estar ahí con su apoyo, por siempre estar ahí para mí, por su amor y su cariño.

Al modulo #14 donde pase la mayoría de mi estancia durante mi carrera, a mis compañeros de cuarto Rafael, Pablo, Wulfrano, Adalberto y Omar gracias por todos los gratos momentos.

A mis compañeros de la rondalla universitaria y del equipo de futbol americano, al coach Roberto Cepeda por sus consejos y su amistad.

A mis profesores por haber compartido sus experiencias y regalarme un poco de sus conocimientos que me sirvieron en mi formación profesional.

A mis compañeros de la generación **CXXVIII** de Ingeniero Agrónomo en Producción y otras carreras por compartir gratos momentos de los cuales aprendí mucho.

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación académica y formaron parte de este anhelado deseo de titularme.

¡MUCHAS GRACIAS!

INDICE DE CUADROS

Contenido	Pagina
Cuadro 1 Nombre y procedencia de cada genotipo utilizado.....	24
Cuadro 2 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en el laboratorio en las variedades de trigo harinero.....	32
Cuadro 3 Comparación de medias de las variables evaluadas en las diferentes variedades de trigo harinero.....	33

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
Figura 1 Semilla con daño punta negra	25
Figura 2 Semilla sin daño visual de punta negra	25
Figura 3 Plántulas normales en las variedades evaluadas.	34
Figura 4 Plántulas anormales que presentaron en las variedades evaluadas.	35
Figura 5 Semillas muertas en las variedades evaluadas.	35
Figura 6 Longitud Media de Plúmulas (LMP) de las variedades evaluadas.	36
Figura 7 Semillas libres en la prueba visual de las variedades evaluadas. .	37
Figura 8 Semillas libres en las variedades evaluadas en la prueba Sanidad en Medio de Cultivo.	37
Figura 9 Semillas libres en la prueba sanidad en medio de cultivo con punta negra de las variedades evaluadas.....	38
Figura10 Semillas libres presentes en la prueba de sanidad en medio de cultivo en semillas sin punta negra de las variedades evaluadas.	39

RESUMEN

Entre las enfermedades presentes en la semilla de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) se encuentra particularmente la punta negra, esta se presenta con un oscurecimiento en la zona del embrión y se extiende hasta la hendidura de la semilla de trigo. Se presenta en la mayoría de las variedades de trigo los patógenos que se asocian a punta negra son: *Alternaria*, *Helmithosporium* y *Fusarium*.

El objetivo de este trabajo fue analizar la presencia de punta negra en semillas de cinco variedades de trigo y su relación con la calidad fisiológica. Las pruebas se realizaron en cinco genotipos de trigo harinero, los análisis fisiológicos se realizaron en ocho repeticiones de 25 semillas siguiendo metodologías ISTA, se llevó a cabo un análisis visual para definir el porcentaje de daño por punta negra además se realizaron siembras en medio de cultivo para observar la presencia interna de los patógenos causantes de ésta enfermedad; las variables Evaluadas fueron: Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PAN), Semillas Muertas (SM), Sanidad Visual (SV), Sanidad en medio de Cultivo (SMC), Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta negra (SMCCPN), Y Sanidad en Medio de Cultivo Sin Punta negra (SMCSPN). el porcentaje de PN osciló entre 99.5 y 86.5%, en Semillas muertas fue mayor en la variedad Francolín #1, las semillas de la variedad Salamanca de Sombrerete obtuvo un mayor porcentaje de Sanidad Visual y el menor fue Salamanca de San Antonio de la Cascada cuando se llevó a cabo el análisis de medio de cultivo, la variedad que presentó el Porcentaje de semillas libre fue la misma que en el análisis de daño visual, sin embargo todas variedades presentaron agentes asociados a punta negra aun cuando en prueba visual estuvieron exentas; en conclusión no existe una relación directa entre la presencia de punta negra y la producción de plántulas normales y la semillas al ser sometida a siembra en medio de cultivo se observa que el patógeno se encuentra internamente sin embargo no afecto la calidad fisiológica.

Palabras clave: Trigo Harinero, Punta negra, Calidad Fisiológica, Calidad Sanitaria, *Alternaria*, *Helmithosporium*, *Fusarium*.

I. INTRODUCCIÓN

Los cereales se han considerado como el eje de la agricultura y la fuente más productiva de alimentos. La mayor parte de energía que consume el hombre proviene de estos como el arroz, el maíz y el trigo. Lo más destacado de los cereales son sus frutos no perecederos y pueden ser almacenados para su consumo o mantenidos como semillas para futuras cosechas. Se considera el trigo como el más abundante y productivo. El origen del trigo se remonta a la Mesopotamia donde las evidencias más antiguas provienen de Siria, Irak, Turquía y Jordania, fue introducido a México por los españoles en 1520.

Según la FAO (2017) en el ciclo 2016/2017 se produjeron 771'718,579 t de trigo a nivel mundial, y se estima una producción de 725'100,000 t en el ciclo 2018/2019. En el 2017 se produjo en México 3'503,520.87 t de trigo. Ocupando la zona norte del país el 76.4% de la producción nacional, siendo el estado de Sonora (1'788,866.39 t) con la mayor cantidad de grano cosechado. (SIAP 2018).

El trigo se cultiva principalmente como fuente de alimentación para consumo humano y en algunas ocasiones para consumo animal. Su grano es utilizado en diversos productos panificados como son galletas, pan, pastas, etc. Y existe una diferencia de gustos en el consumidor por su olor, sabor y color del producto. La incidencia de enfermedades, en los cereales de invierno como el trigo ha sido motivo de estudio, pero la diversidad de suelos, y de los materiales vegetales hacen que la incidencia e importancia económica de cada uno de los agentes fitopatógenos sea muy cambiante en las diferentes regiones de cultivo. Ya que esto modifica la composición de los granos y

provocan que las harinas obtenidas presenten malas calidades culinarias como olor, y sabor desagradable.

Entre las enfermedades encontradas en el grano de trigo existe un problema conocido como punta negra que se caracteriza por causar un oscurecimiento del embrión que puede extenderse hasta la hendidura. Tanto el trigo blando como el trigo duro se ven afectados por esta patología.

Este problema afecta el grano en la mayoría de las variedades y es causado por hongos de los géneros *Alternaria*, *Helminthosporium* y *Fusarium*. El problema es generalmente más severo en las zonas que se presenta precipitación durante la maduración del grano. Esto impacta en la producción de harina de una manera negativa y puede generar un tipo de penalización en el momento de la comercialización del grano.

Objetivo General

Analizar la presencia de punta negra en semillas de cinco variedades de trigo y su relación con la calidad fisiológica.

Objetivos Específicos

Relacionar la presencia de punta negra mediante métodos visuales y siembras en medios de cultivo.

Analizar la calidad fisiológica de semillas con altos porcentajes de punta negra

Hipótesis

Existe una relación entre la calidad Sanitaria y la calidad Fisiológica

Los agentes causales de la enfermedad punta negra se encuentran presentes internamente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia del Trigo

Los cereales (del latín Ceres, nombre de la diosa de la agricultura), son cultivos muy importantes para el hombre; aproximadamente el 75% del total de la superficie cultivada del mundo está destinada a la producción de estos. Las semillas de cereales constituyen la fuente directa de dos tercios de la energía y proteína requerida por el hombre. Su valor alimenticio se expresa por su alto contenido de hidratos de carbono principalmente en forma de almidón; además de: proteínas, lípidos, sales minerales y fibra (Navarrete *et al* 2014).

Desde la antigüedad el trigo ha sido muy importante como fuente de alimentación humana. El nacimiento de la agricultura en el área del cercano oriente está relacionado a la domesticación del trigo (Álvarez 2000). Los datos más antiguos nos dicen que el origen del trigo, así como el maíz y el arroz se originó por un ancestro común, que existió hace más de 50 millones de años. Esto es congruente con las evidencias científicas que dicen que el trigo creció en Mesopotamia como silvestre entre los valles del río Tigris y Éufrates, de ahí se extendió hasta el golfo Pérsico (Ramos 2013).

La importancia del trigo se ha mantenido hasta la actualidad teniendo al trigo como uno de los principales cereales producidos a nivel mundial. Se cultivan dos especies de trigo en el mundo: el trigo duro (*Triticum durum*) y el trigo blando o trigo harinero (*Triticum aestivum*) usados para pastas en el caso del trigo duro, y harinas para galletas, pan, etc. (Álvarez 2000).

Características de la Planta de Trigo

Etimología

La palabra trigo proviene del latín *Triticum* que significa quebrado, triturado o trillado haciendo referencia al proceso de separar el grano de la cascarilla (Gómez *et al* 2007)

Descripción Botánica

El trigo harinero la especie a tratar en el trabajo de investigación pertenece a la familia de las poáceas, siendo una especie anual, siendo que las especies del género *Triticum* se clasifican, según el número de cromosomas, en:

Especies que poseen $2n = 14$ cromosomas (diploides)

Triticum monococcum (AA): espelta menor o escaña, primera forma de trigo originaria al parecer de Turquía. Es una especie cultivada.

Triticum espeltooides (BB): Especie silvestre

Triticum squarrosa (DD): Especie silvestre.

Especies que poseen $4n = 28$ cromosomas (tetraploides)

Triticum dicoccum (AABB): Escaña doble, especie cultivada cuyo origen se establece en Asia y su principal área es Oriente Medio y Rusia.

Triticum turgidum (AABB): Trigo de tallo sólido redondillo cuyo origen parece ser de Oriente Próximo y su área de desarrollo es la cuenca del mediterráneo y Abisinia.

Triticum durum (AABB): Trigo duro cristalino de color ámbar y rojo utilizado para la fabricación de pastas alimenticias. Su origen se establece en Abisinia y Oriente próximo y su área de desarrollo en los países mediterráneos del medio-este, sureste de Europa, Sudáfrica, Norteamérica y Argentina.

Triticum polonicum (AABB): Trigo de Polonia; su área de desarrollo está en el norte de África.

Triticum timopheevi (AAGG): Trigo silvestre que en sus cruces con trigos normales produce androesterilidad citoplásmica.

Especies que poseen $6n = 42$ cromosomas (hexaploides)

Triticum spelta (AABBCC): Espelta mayor o escanda. Su origen se establece en oriente medio e incluso en Europa, y su área de desarrollo se encuentra en Alemania y Turquía.

Triticum compactum (AABBDD): Trigos compactos, buenos y harinosos; tiene su origen en el suroeste de Asia y su área de desarrollo está en USA.

Triticum aestivum (AABBDD): Trigo harinero-panadero destinado prácticamente en su totalidad al consumo humano. Ha sido y sigue siendo objeto de innumerables especulaciones por infinidad de científicos del mundo entero para mejorar tanto sus rendimientos, en zonas áridas o fértiles, como su calidad panadera. Su origen se cree que es oriente medio y sus áreas de máximo desarrollo son Europa, Asia, África y América

(Vadillo 1989)

Clasificación Taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Triticum*

Especie: *aestivum*

(CIMMYT 2011).

Raíz

El trigo presenta raíces fasciculadas, las primeras son embrionales y provienen de la germinación, su función es colaborar en las primeras fases del desarrollo de la planta. El sistema de raíces secundarias, permanentes o adventicias nacen del primer nudo del tallo a partir del ahijamiento y formaran el sistema radicular definitivo, estas raíces forman un sistema radicular fasciculado, su desarrollo puede ser variable debido la variedad y condiciones del suelo (Carrera 2005).

El 50% de las raíces está comprendido entre 0 y 25 cm de profundidad y el resto puede llegar hasta un metro y en suelos sueltos hasta 1.50 m. de profundidad.

Es de suma importancia realizar drenajes en zonas de tierras fuertes, en lugares donde son frecuentes los manantiales durante el invierno, pues el exceso de agua perjudica notablemente los primeros estadios del desarrollo vegetativo del trigo (Guerrero 1999).

Tallo

Es de tipo cilíndrico hueco (caña), con seis nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. El tallo del trigo se alarga a la parte superior y es poco ramificado. Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de ahijamiento. El tallo es el que presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos llamados “macollos” (Huallpa 2016).

Existen trigos enanos que tienen altura de 25 a 30 m y trigos altos de 120 a 150 cm. Hay también trigos semi-enanos de 50 a 70 cm son los más convenientes para su rendimiento (Urdiano 2002)

Hojas

Las hojas se implantan en los nudos del tallo con Filotaxia (disposición que presentan las hojas en el tallo) dística en dos filas alternas. Consta de vaina y limbo y prácticamente no tienen peciolo. El limbo de la hoja tiene forma de lámina triangular alargada paralelinervas y borde entero liso y la vaina es abrazadora respecto del tallo o caña (Carrera 2005).

Espiga

La espiga se forma en el brote terminal del nudo del ahijamiento. Cuando este termina comienza a elevarse en el tallo, a la vez que este último se alarga en la fase del encañado. Al terminar el desarrollo del tallo aparece la espiga, envuelta en la última hoja. Cuando esto ocurre decimos que el trigo está en fase espigado. La espiga está constituida por un eje llamado raquis, que lleva insertas las espiguillas alternamente a derecha e izquierda. Estas espiguillas están unidas directamente al raquis. Su número puede llegar hasta 25 y se recubren unas a otras (Guerrero 1999).

Flores

Son poco vistosas, no presentan pétalos ni sépalos, cada flor femenina consta de un ovario del que salen dos estilos terminados en dos estigmas plumosos. Las flores masculinas presentan tres estambres. La fecundación y maduración del ovulo produce el grano de trigo, un fruto de tipo cariósipide (Huallpa, 2016). Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados (Ramírez, 2004).

Fruto

Es una cariósipide, que presenta forma ovalada con sus extremos redondos. El germen sobresale en uno de ellos y el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso de grano. A lo largo de la cara ventral del grano hay una depresión (surco): una invaginación de la aleurona y todas las cubiertas de albumina. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada.

El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten con presencia de CO₂ facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación (Huallpa 2016). El grano alcanza un tamaño normal de 30 a 45 días después de la polinización, en la parte ventral; en un extremo lleva el germen y en el otro tiene una pubescencia que generalmente le llaman brocha (Urdiano 2002).

Requerimientos Edafoclimáticos

El trigo al igual que otros cultivos requieren de ciertas características para su óptimo desarrollo las cuales se describen a continuación.

Clima

Robles (1990) indica que el trigo se produce en regiones templadas y frías, pero esto no quiere decir que no se pueda cultivar en otras regiones, debido a la obtención de nuevas variedades que se adaptan a otras regiones o países. (Huallpa 2016) menciona que el trigo necesita días largos (más de 12 horas de luz), es resistente a heladas y sequías, por ser planta de floración simultánea, tiene un periodo crítico, que es el que procede y sigue al espigamiento, donde debe disponer de suficiente cantidad de agua para obtener buen rendimiento.

Temperatura

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo esta entre 10 y 24 ° C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. La integral térmica del trigo es muy variable según la variedad que se trae. Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1.85°C y 2.37°C la temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera ni durante la maduración (Valenzuela 2011).

Por otra parte, en algunos lugares el trigo germina a 0°C, la temperatura más adecuada para el cultivo de trigo va de los 10 a los 20°C pudiendo notarse que las temperaturas de 16 a 19°C son las mejores (Remache 2012).

Precipitación

Por lo regular las plantas de trigo requieren de 600 a 700 mm. Desde la siembra hasta la cosecha. Se puede cultivar en zonas donde caen precipitaciones entre 25 y 2800 mm anuales de agua, aunque un 75% del trigo crece entre los 375 y 800 mm (Salas 2016). Huallpa (2016), menciona que en años secos el trigo puede desarrollarse bien con 300 a 400 mm de agua, siempre que la distribución de esa lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera. El trigo es moderadamente tolerante a la sequía, logrando buenos rendimientos con precipitaciones bien distribuidas, especialmente en su desarrollo vegetativo.

Suelo

De acuerdo con investigaciones se ha comprobado que los suelos franco-arcillosos y franco arenosos son los más indicados para este cultivo. El trigo se puede cultivar en suelos de la más diversa naturaleza con un buen porcentaje de arcilla, además de cierta cantidad de cal, es decir que son buenos para el cultivo de trigo suelos francos de tipo suelto y bien drenados (Remache, 2012). El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje (Salas 2016).

pH

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos (Salas 2016).

Importancia Mundial

El trigo (*Triticum aestivum*) es el resultado de varias cruces, es el tercer cereal más cultivado de todo el mundo. Después del maíz y el arroz. Su mejoramiento viene de la selección de granos más grandes y más fáciles de recolectar para nuestros ancestros para ser usados para la siguiente siembra. Durante el último ciclo se agregó una nueva característica a la selección, el tamaño de planta.

Varias variedades fueron remplazadas por trigo enano ya que además de producción y densidades de siembra más altas crecen más rápidamente. (Martínez & Pantoja 2010).

El problema de estas nuevas variedades es que se generaron algunos trigos tradicionales, reduciendo con esto su variabilidad genética volviendo a estos susceptibles a plagas y enfermedades. Ya que del total de variedades tradicionales solo el 3% es diferente de las variedades actuales, y a esto predispone la extinción de la variabilidad. (Martínez & Pantoja 2010).

Producción a Nivel Mundial

Según la FAO (2017) La producción mundial se ubica en las 771,718,579 t de trigo, sea del tipo trigo duro o trigo blando, siendo los principales productores a nivel mundial la unión europea con 151,600.000 t, China con 130,000,000 t e India 98,300,000 t (USDA 2016). Los principales países importadores de trigo son Indonesia, Egipto y Brasil y siendo los principales exportadores Rusia, La Unión Europea y Estados Unidos (USDA 2016).

Importancia del Trigo en México

Introducción del Trigo a México

Según un relato de los historiadores Andrés de Tapia y Francisco López de Gómora, el “negro portugués” Juan Garrido, un criado de Hernán Cortes fue el primero en sembrar trigo en México al encontrar tres granos en un costal de arroz. Solo germinó uno que dio origen a 180 granos y de esa espiga se realizaron nuevas siembras que comenzaron a cultivarse en diferentes regiones de la Nueva España y para el año 1534 a 13 años de la conquista,

ya se levantaban importantes cosechas de trigo en las inmediaciones de Texcoco y Puebla (CANIMOLT 2019)

Aunque, el trigo se cosecha en todo el mundo, es el hemisferio norte la zona con las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo de trigo. Siendo estos los países con mayores producciones ocupando alrededor del 70% de la producción mundial. (Revista AgroSintesis 2016).

Producción Nacional

Según datos del SIAP (2018) señalan que, en nuestro país, el trigo ocupa el 4º lugar en importancia, después del maíz 1º, frijol 2º, y el sorgo 3º, con una superficie sembrada de 529,785 ha y producción anual de 3,148,000 t de grano cosechado que representan 12.3% más, en comparación con el mismo ciclo del año anterior. Para el ciclo primavera- verano corriente, la superficie sembrada de trigo es de 71 mil 786 hectáreas, de las cuales se han cosechado 7,878 (11%), con una producción de 20,555 toneladas; 26.2% más en relación con el mismo avance del año anterior. Para el ciclo otoño- invierno 2019/2020 apenas iniciaron las siembras y se llevan solo 203 hectáreas.

Exportaciones e Importaciones del Trigo en México

Datos del CIMMYT (2011) indican que México importa trigo harinero y exporta trigo duro, el consumo se destina a diferentes áreas como la elaboración de harinas para consumo humano, alimento para actividades ganaderas como la porcicultura, semilla para siembra y autoconsumo. Ya que es de los pocos cereales que contienen los cinco elementos esenciales para el organismo, es decir carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. En 2015, Argelia fue el principal país importador de trigo mexicano, de acuerdo con el

CIMMYT. El 65.3 % del trigo que procesa la industria nacional, corresponde al tipo panificable, un 26,3% a la elaboración de galletas y un 8.4% es utilizado para pastas (FIRA 2015).

En el territorio mexicano se distinguen las regiones Noreste y Bajío por su preponderancia en la producción de trigo, siendo los principales estados productores Sonora, Baja California Norte, Guanajuato, Sinaloa, Chihuahua, Nuevo León y Coahuila, siendo la modalidad de temporal la más utilizada. (SIAP 2018).

Importancia del Trigo en Coahuila

En Coahuila el trigo se considera el principal cultivo en el ciclo Otoño – Invierno en la zona norte y centro del estado con una superficie sembrada de 7, 146.00 ha en condiciones de riego obteniendo un rendimiento promedio de 3.80 ton por hectárea, esto con un precio de venta promedio de \$3,874.71 por tonelada. La superficie de cultivo en áreas temporales ronda las 143.17 ha y tienen un rendimiento promedio de 0.52 con precio de venta promedio de \$3,570.00 por tonelada. (SIAP 2018).

El INIFAP (2018) ofrece un paquete tecnológico del cultivo de trigo para la zona donde se especifican las labores culturales, se muestran las variedades en existencia para la zona como lo son para trigos harineros Salamanca, AN 366, AN 373, entre otras y para trigos duros, Chapultepec, Rio Colorado, Imperial y otras más disponibles así como precios actualizados en agroquímicos donde el rendimiento promedio en condiciones de riego ronda los 3.5 toneladas por hectárea en trigos harineros y las 4.0 toneladas por

hectárea en trigos duros con una relación beneficio costo de 1.33 en trigos harineros y 1.47 en trigos duros.

La producción de trigo principalmente se va a las empresas molineras que se encuentran en el estado según la CANIMOLT (2019) estos molinos son Molinos del Fénix del grupo La Moderna cuenta con 2 plantas en las ciudades de Saltillo y Sabinas, Compañía Harinera de la Laguna S.A. de C.V. del Grupo Harinas en Torreón Coahuila, San Fernando Molino de Harinas S.A de C.V. en Monclova y Molinos Miller S.A de C.V en San Buenaventura.

Atributos de Calidad de Semillas

La calidad de la semilla es la suma de sus características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias, que se reflejan en el campo, la semilla se caracteriza, por su buena o mala calidad. En una semilla se garantiza los mejores resultados que están involucrados atributos como: variedad, germinación, vigor, sanidad, pureza, entre otros. Con certeza la calidad de la semilla no puede ser definida solamente por su poder germinativo. (Misso 2002).

Sandoval (2001) dice que la calidad de semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes, a pesar de que, para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que, para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación. Sin embargo, existen otros componentes de la calidad de semillas.

Calidad Genética Esta se produce en la etapa de mejoramiento genético. Los trabajos de cruzamiento, selección y las redes de verificación que han desarrollado los centros especializados en mejoramiento genético (públicos y privados), están orientados a obtener variedades e híbridos de mayor productividad, precocidad, adaptabilidad, calidad del grano, mayor eficiencia en el uso de agua y nutrientes, obtenida una nueva variedad o híbrido comienza la etapa de multiplicación bajo normas estrictas de aislamiento, eliminación de plantas fuera de tipo y verificación permanente que permitan asegurar la identidad y pureza genética evitando la degeneración o dilución del genotipo. En este momento se le asigna un nombre y es liberada para su aprovechamiento por parte del productor. (Terenti 1996).

Calidad física Terenti (1996) menciona que se le asocia con el color, brillo, daños mecánicos (fracturas o cuarteos), la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto de la semilla deseable. Estos contaminantes pueden ser: materiales inertes, semillas de maleza comunes y nocivas, formas reproductivas de plagas y enfermedades. Siendo exigente en la calidad física podemos evitar la diseminación de enfermedades, insectos y malezas.

Calidad Fisiológica Es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento comienza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía o mantener sus funciones vitales. Por ello el ambiente en que se almacene debe ser fresco y seco.

El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar una plántula normal y vigorosa. Cuando decidimos sembrar “debemos preguntarle” a la semilla cerca de que extremo se encuentra: de la máxima vitalidad o de la muerte. Esta pregunta se responde en los laboratorios de análisis de semilla con pruebas específicas de germinación. (Terenti 1996)

Calidad Sanitaria Sandoval (2001) dice que, la calidad sanitaria sigue siendo uno de los aspectos que mantiene preocupada a la comunidad semillera de este país, pues es bien sabido que las semillas son consideradas como el vehículo más eficiente para el transporte e introducción de los patógenos, por lo que se han venido intensificando los estudios que permitan la identificación de los hongos o bacterias que mayor incidencia tienen en las diferentes especies agrícolas, así como, sobre el uso y la evaluación del efecto de los tratamientos químicos sobre el vigor y sanidad de semilla, buscando además, tratamientos alternativos a base de extractos naturales.

Las semillas constituyen una de las formas en que las especies vegetales sobreviven. Ellas protegen y sostienen su vida, presentando una serie de mecanismos organizados, estando equipadas con fuentes especiales de alimentos que las facultan para soportar un largo tiempo dormantes, hasta que influyan condiciones favorables. Las semillas son vehículos principales para prolongar la vida, sin embargo, en su misión de ser portadoras de características genéticas, agronómicas y morfológicas generadas por la investigación pueden servir también de vehículo para transportar patógenos que pueden producir deterioros de la producción agrícola. (Arriagada 2000).

En la actualidad, aproximadamente el 90% de las plantas cultivadas a nivel mundial son propagadas por semillas, es común que estas no tengan las condiciones óptimas de calidad sanitaria para su uso y comercialización, debido a la presencia de patógenos que pueden desarrollarse sobre o dentro de ellas. (Navarrete *et al* 2014).

El éxito de los hongos como fitopatógenos radica en varios hechos entre ellos: producen grandes números de esporas, lo que significa gran potencial de inóculo, las que son fácilmente transportadas por el viento, agua de riego, gotas de agua que salpican la planta, implementos agrícolas, y por supuesto por el hombre a través de las transacciones comerciales, siendo una de ellas las semillas, y desafortunadamente en ocasiones el moviendo de las semillas en los programas de investigación, nacionales e internacionales. (Moreno 1996).

Enfermedades Trasmisibles por Semilla

Las enfermedades que se transmiten por semilla y afectan a trigos y cebadas provocan diversos problemas de cultivo, como germinación, disminución de rendimientos, pérdidas de calidad de las cosechas, etc. La importancia de controlar dichas enfermedades desde su origen hace que la presencia de estas patologías sobre el cereal este contemplada y regulada en el reglamento de multiplicación y certificación de semillas. En las semillas de trigo y cebada, existen dos grupos de enfermedades de acuerdo con el lugar del grano donde se conservan las esporas u órganos infectivos de la enfermedad.

Así se contemplan enfermedades de contaminación externa (la infección se conserva en el exterior del grano), contaminación interna (la infección se produce en el interior del grano), si bien existen patologías que infectan la semilla tanto interna como externamente las enfermedades de semilla más frecuentes son de origen fúngico. (Zúñiga *et al* 2010).

Los hongos afectan a los granos de trigo tanto en el campo como durante su almacenamiento. El género que principalmente ataca al grano de trigo en campo es el *Fusarium*, mientras que en almacén es atacado principalmente por especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Las principales micotoxinas que producen algunas especies de estos hongos son las aflatoxinas, las cuales son sustancias que causan graves enfermedades en humanos como animales, son potentes agentes cancerígenos y mutagénicos. Un estudio ha reportado la identificación del sitio en el que las aflatoxinas parecen causar una mutación en el ADN de los humanos, encontrando también que estas toxinas puedan desencadenar problemas en el sistema inmune del hígado (Truckess, 2012).

Fusarium considerado como hongos de campo, contaminan al grano durante su desarrollo y su maduración requiriendo una humedad de grano de 20 a 25% (Stenglein 2009). Las especies de *Fusarium* son patógenos especialmente perjudiciales debido a sus metabolitos secundarios o toxinas que se extienden a los productos alimenticios, convirtiéndose así en un riesgo para la salud de animales y humanos (Eifler *et al* 2011).

Aspergillus requiere una humedad del grano entre el 15 y 20 % así como condiciones ambientales de 25° con una humedad relativa de 70%. También

son productoras de metabolitos secundarios que producen aflatoxinas y ocratoxinas (OTA), siendo las especies productoras: *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nonius* y *A. ochraceus*. El nombre de Aflatoxina proviene de *Aspergillus flavus* por el hecho que fueron reconocidas por primera vez en cacahuates contaminados con esta especie (Truckess, 2012).

Penicillium Son saprofitos y suelen crear en sustratos variados. Estos hongos matan y decoloran el germen: resisten bajas temperaturas y producen toxinas como civeovidrin, producida por *P. toxicarium*. (Serna & Saldívar, 2009).

La Punta Negra en Trigo Harinero

La punta negra, se caracteriza por la aparición, en los granos afectados, de un oscurecimiento en la zona del embrión que da nombre a la enfermedad. Los síntomas más frecuentes consisten en la decoloración del extremo embrionario de la semilla, pasando del marrón oscuro al negro con la posibilidad de extenderse hacia el endospermo. La susceptibilidad varietal, así como el manejo del riego parecen ser los factores claves en el control de la enfermedad. La incidencia de enfermedades criptogámicas en los cereales de invierno ha sido objeto de diferentes estudios, pero la diversidad edafoclimática y del propio material vegetal cultivado hacen que la incidencia e importancia económica de cada uno de los agentes fitopatógenos sea muy cambiante entre las diferentes regiones (Rodríguez *et al* 2009).

La enfermedad de la punta negra del trigo se caracteriza por la aparición, en los granos afectados, de un oscurecimiento en la zona del embrión que da nombre a la enfermedad punta negra (Black Point) (García *et al* 2012).

Los síntomas más frecuentes consisten en la decoloración del extremo embrionario de la semilla, pasando del marrón oscuro al negro con la posibilidad de extenderse hasta el endospermo. (García *et al* 2012). Tanto el trigo duro (*Triticum durum*) como el trigo blando o harinero (*Triticum aestivum*) se ven afectados por esta patología. La susceptibilidad varietal, así como el manejo del riego parecen ser factores claves del control de la enfermedad (Rodríguez *et al* 2009).

Varios son los hongos que se han descrito como los causantes de la enfermedad, muchos de ellos saprofitos, por lo que también pueden encontrarse en semillas que no presenten síntomas. Pero según el CIMMYT, es causado por hongos de los géneros *Alternaria*, *Helmithosporium* y *Fusarium* (Chávez - Kohli 2012). Aunque especies de *Cladosporium*, *Stemphylium*, *Epicoccum*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, o *Penicillium* también han sido aisladas de semillas infectadas. Es conveniente destacar el daño que causan los hongos ni solo por el crecimiento de micelio sino también por la producción de micotoxinas (*Alternaria*, *Bipolaria*, *Fusarium* y *Aspergillus*) que pueden influir en el poder germinativo de la semilla y en la posterior emergencia de las plántulas. (Rodríguez *et al* 2009).

Puesto que los síntomas no se hacen patentes hasta los últimos estadios de desarrollo del grano, constituye un papel fundamental en la epidemiología de la enfermedad de la época y disposición del riego. Así pues, condiciones de alta humedad, ya sea por el riego o debido a fuertes lluvias, durante grano lechoso y grano pastoso (estados de crecimiento) incrementan en gran medida la punta negra (Conner 1989). Las bajas temperaturas y heladas

durante el mismo periodo también pueden contribuir a aumentar la infección por parte de los hongos (Fernández *et al* 1985).

Varios autores coinciden que existen cultivares de trigo menos propensos al daño por punta negra, de esta forma variedades de grano grande y elevado peso son susceptibles frente a otras de tamaño menor. También se han citado algunas diferencias de porcentaje de afección entre los trigos blandos y los duros. (Rodríguez *et al* 2009).

Aunque la punta negra no influye en la producción final ni en el contenido de proteína, su presencia en los granos cosechados reduce su valor comercial. La harina obtenida presenta malas cualidades culinarias y a menudo color y olor desagradables.

En trigo duro puede verse ligeramente reducido el rendimiento de la sémola. Además, el trigo rechazado es normalmente utilizado como alimento para el ganado en donde los hongos o las micotoxinas que producen pueden causar problemas de salud a animales si los consumen en altas cantidades (Rodríguez *et al* 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Sitio Experimental

La presente investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo Coahuila, en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas ubicado en el departamento de Fitomejoramiento en el laboratorio de sanidad en las coordenadas 25°21'18.1"N 101°02'00.4"W de la universidad, y para las pruebas de identificación de los géneros de hongos se realizó en el laboratorio de Fitopatología ubicado en el departamento de parasitología en las coordenadas 25°21'17.5"N 101°01'59.1"W.

Material Genético

Se utilizaron cinco variedades de trigos, las que fueron producidas en la zona norte centro del estado de Coahuila en las zonas agrícolas de: Zaragoza y San Buenaventura

Cuadro 1 Nombre y procedencia de cada genotipo utilizado.

Genotipo	Localidad	Coordenadas
AN373	ZARAGOZA	28° 29' 30.32" N 100° 55' 10.19" W
AN366	ZARAGOZA	28° 29' 30.32" N 100° 55' 10.19" W
FRANCOLIN #1	ZARAGOZA	28° 29' 30.32"N 100° 55' 10.19" W
BORLAUG 100	ZARAGOZA	28° 29' 30.32"N 100° 55' 10.19"W
SALAMANCA	SAN ANTONIO DE LA CASCADA	27° 26' 22" N 101° 67' 66" O
SALAMANCA	SOMBRERETE	27° 22' 66" N 101° 68' 77" O
SALAMANCA	SAN LORENZO	27° 13' 88" N 101° 64' 95" O

Procedencia del Material Genético

La variedad Salamanca fue proporcionada por el Dr. David Sánchez Aspeytia dicha variedad es procedente del proyecto “Transferencia de Tecnología para la producción de trigo en la región centro del estado de Coahuila” colaboración INIFAP-COFUPRO en el año 2017. Las variedades AN366 y AN373 es procedente del campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en el municipio de Zaragoza Coahuila, a cargo del Dr. Víctor Manuel Zamora Villa. Las variedades Borlaug 100 y Francolín #1 fueron otorgadas por el INIFAP campo experimental Zaragoza procedentes del Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Análisis Visual

Para tener una mejor representatividad de las muestras en los análisis se llevó a cabo una homogenización a través del homogeneizador tipo Bourner.

Se tomaron cuatro repeticiones de 100 semillas, seleccionadas al azar de cada muestra, considerando la presencia de punta negra las que presentaron una coloración negra en la punta y sin punta negra la ausencia de la coloración ver figura. 1 y 2



Figura 1 Semilla con daño punta negra



Figura 2 Semilla sin daño visual de punta negra

Medio de Cultivo para Siembra

Se realizaron en dos tipos de medios de cultivo en papa dextrosa agar (PDA) y en Malta sal agar (MSA).

Pruebas en PDA ésta prueba se lleva a cabo generalmente en semillas, para observar presencia de hongos provenientes de campo.

Para la preparación de 1 litro se requiere 39 gr de PDA, para las cajas de Petri utilizadas se requirió de 400 ml de medio por lo cual se utilizó 15.6 gramos de PDA.

El análisis con medio de cultivo MSA es usado comúnmente para observar presencia de hongos de almacén.

Para la preparación de 1 litro de medio MSA se requiere de 20 gr de Malta, 20 gr de Agar y 60 gr de NaCl, para las cajas de Petri que se utilizaron se requirió de 400 ml de medio de cultivo de MSA para lo cual se agregó a 400 ml de agua 8 gramos de Malta, 8 gramos de Agar y 24 gramos de NaCl.

Siembra de Semillas en los Medios de Cultivo PDA y MSA

La siembra se llevó a cabo seleccionando semillas con daño visual (30 semillas) de las cuales se colocaron 10 semillas en cada caja de Petri. Lo mismo se hizo para semillas que no presentaban daño visual de punta negra para la identificación de hongos se utilizaron graficas descriptivas.

Análisis Fisiológico

Prueba de Germinación

La germinación de la semilla es una prueba de laboratorio, es la emergencia y desarrollo de la plántula hasta un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es capaz o no de desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables, y es el índice de calidad más usado (ISTA 2014).

El análisis se realizó sobre papel de germinación, trazando una línea horizontal a lo largo de la hoja y a partir de esta se marcaron líneas perpendiculares a cada 2 cm, de acuerdo con las reglas del (ISTA 2014).

En la línea del centro se puso una cinta adherente de doble cara, en la cual fueron colocadas 25 semillas con cuatro repeticiones. Posteriormente las hojas fueron cubiertas con otra hoja y humedecidas durante cinco minutos, en la parte inferior de cada "taco" se marcó con el nombre de la variedad y la repetición, para su posterior identificación.

Los tacos fueron acomodados en bolsas de polietileno y se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura de $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

La longitud de una plúmula después de un periodo específico, es el producto del tiempo que toma en germinar, es decir, el crecimiento inicial y la subsecuente tasa de crecimiento, y es medida más adecuadamente que una tasa o velocidad, la cual requiere de observaciones frecuentes para establecer una selección y no es fácilmente expresado para una población de semillas.

Cuando las plántulas en un ensayo de germinación muestran todas sus estructuras esenciales y un desarrollo balanceado, son consideradas plántulas normales, las cuales son reportadas como la capacidad de germinación. En ello no es tomado en cuenta, la tasa de germinación o crecimiento, ni la fuerza o la velocidad de la plántula. Diferencias en estos criterios entre lotes de semilla, son considerados indicadores de vigor, por lo que examinado la tasa de germinación y el crecimiento de plántula bajo condiciones de la prueba de germinación estándar, pueden ser usados para evaluar vigor en las semillas (ISTA 2014)

Este método es aplicable a las plántulas que presentan una plúmula recta como en los cereales. La siembra de la semilla debe quedar hacia el lado del papel y con la plúmula apuntando hacia arriba, en ángulos rectos con relación a las líneas horizontales trazadas en el papel.

Al finalizar cada prueba se contaron las plúmulas de las plántulas normales que se encontraban en cada par de líneas paralelas las cuales tienen valores de dos cm, cuatro cm, seis cm, ocho cm, 10 cm, 12 cm y 13 cm.

El número de plúmulas que quedaron entre cada línea se multiplico por la correspondiente distancia y se suma, dividiendo la longitud total entre el número de semillas, es decir 25 (ISTA 2014) de acuerdo con la formula siguiente:

$$L = (n \times 2) + (n \times 4) \dots (n \times >12) / 25$$

Donde:

L= Longitud media de plúmula en cm.

N= Numero de plúmulas entre dos paralelas.

x= Distancia del punto medio de paralela a línea central.

Las plántulas clasificadas como anormales se excluyen del conteo

Variables Evaluadas

Plántulas Normales (PN)

Se llevó a cabo 7 días después de la siembra, tomando en cuenta todas aquellas semillas que fueron capaces de germinar y producir plántula normal

Plántulas Anormales (PAN)

Se tomaron en cuenta todas aquellas semillas que fueron capaces de germinar, pero produjeron una plántula con crecimientos irregulares.

Semillas Muertas (SM)

Se realizó un conteo de todas aquellas semillas que no fueron capaces de germinar.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

Se realizó un conteo por cada repetición, de todas las plántulas normales, las cuales pasaron por la fórmula de acuerdo con la fórmula del ISTA 2006. Y se determinó la longitud media por variedad.

Sanidad Visual SV

Se realizó un conteo de 100 semillas considerando una coloración negra en el embrión las infectadas, y la ausencia de esta coloración como semilla libre.

Sanidad en Medio de Cultivo SMC

Se realizó un conteo a los ocho días de hacer la siembra sobre el medio de cultivo PDA y se evaluó el número de semillas que presentaban crecimiento micelial diferenciándose por la coloración de ellas.

Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra SMCCPN

Se llevó a cabo a los 8 días de hacer la siembra sobre el medio MSA con semillas que presentaban daño visual con punta negra. Se evaluó el número de semillas que presentaban crecimiento de colonias de hongos diferenciándose por la coloración de ellas.

Sanidad en Medio de Cultivo Sin Punta Negra SMCSPN

Se realizó a los ocho días de hacer la siembra sobre el medio MSA con semillas libres de punta negra. Se evaluó el número de semillas que presentaban crecimiento micelial diferenciándose por la coloración de ellas.

Análisis Estadístico

Una vez obtenidos los datos se realizó el análisis estadístico (ANVA) en el paquete estadístico R versión 3.2.5 en el cual se llevaron a cabo los distintos análisis de varianza de los valores obtenidos en las pruebas.

Posteriormente y en base a los resultados del análisis de varianza, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de tukey ($\alpha=0.05$). En dicho trabajo se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con igual número de repeticiones.

Modelo estadístico

El modelo estadístico para un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones es el siguiente:

$$Y_{ij}: \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Denota la j-ésimo medición de la variedad i-ésimo

μ : Es la media general

T_i : Es el efecto del i-ésimo variedad

ε_{ij} : Es el error experimental en la j-ésimo medición del i-ésimo variedad

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 se presentan los cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en variedades de trigo harinero. En este cuadro se observa que para las variables: Plántulas Normales (PN), Semillas Muertas (SM), Longitud Media De Plúmula (LMP), Sanidad Visual (SV), Sanidad en Medio de Cultivo (SMC) y Sanidad en Medio de Cultivo Sin Punta Negra (SMCCPN) se encontraron diferencias altamente significativas, mientras para las variables: Plántulas Anormales (PAN) y Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra (SMCCPN) no se encontraron diferencias significativas. Los coeficientes de variación oscilaron entre el 7.23 y 48.62

Cuadro 2 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en el laboratorio en las variedades de trigo harinero.

FV	GL	PN	PAN	SM	LMP	SV	SMC	SMCCPN	SMCSPN
Variedades	6	208.67**	30.48 ^{NS}	139.24**	17.293**	608.5**	1119.6**	950.0 ^{NS}	264.29**
E. Exp.	49	27.51	16.37	12.61	0.877	2.9	98.7	71.43	42.9
C.V. (%)		7.23	40.76	48.62	17.39	8.98	28.1	15.82	30.2

** Nivel de significancia ($\alpha=0.01$) * Nivel de significancia ($\alpha=0.05$) ^{NS} No significativo.

FV: Fuente de Variación.

SVI: Sanidad Visual

GL: Grados de Libertad

SMC: Sanidad en Medio de Cultivo.

PN: Plántulas Normales

SMCCPN: Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra

PAN: Plántulas Anormales

SMCSPN: Sanidad en Medio de Cultivo Sin Punta Negra

SM: Semillas Muertas

LMP: Longitud Media de Plúmula

Debido a las diferencias significativas por las variables ya mencionadas, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias mediante la prueba de tukey ($\alpha=0.05$).

Cuadro 3 Comparación de medias de las variables evaluadas en las diferentes variedades de trigo harinero.

VARIEDAD	PN	PNA	SM	LMP	SV	SMC	SMCCPN	SMCSPN
AN373	91.5 bc	5.5 a	2.0 c	10.855 a	97.875 a	15.00 d	10 bc	30 c
AN366	96.5 ab	2.0 ab	1.5 c	11.600 a	97.500 ab	25.00 bc	0 c	15 c
FRANCOLIN #1	86.5 c	2.5 ab	11.0 a	8.353 cd	96.000 bc	17.50 cd	30 a	30 c
Borlaug 100	92.0 b	1.0 b	7.0 b	7.640 d	95.750 c	10.00 d	10 bc	20 c
Salamanca de la cascada	99.5 a	0.0 b	0.5 c	7.970 d	74.875 e	27.50 b	25 ab	65 ab
Salamanca Sombrerete	99.5 a	0.0 b	0.5 c	9.750 b	98.375 a	46.25 a	30 a	70 a
Salamanca San Lorenzo	99.5 a	0.5 b	0.0 c	9.395 bc	86.625 d	27.50 b	15 abc	50 b

FV: Fuente de Variación.

SVI: Sanidad Visual

GL: Grados de Libertad

SMC: Sanidad en Medio de Cultivo.

PN: Plántulas Normales

SMCCPN: Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra

PAN: Plántulas Anormales

SMCSPN: Sanidad en Medio de Cultivo Sin Punta Negra

SM: Semillas Muertas

LMP: Longitud Media de Plúmula

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza realizado en las diferentes variables evaluadas se encontraron los siguientes resultados:

Calidad Fisiológica

Plántulas Normales

Para esta variable se observa que la mejor variedad con mayor número de plántulas normales es la variedad Salamanca producida en las tres diferentes localidades con un 99.5%. Seguida por la AN366 con un porcentaje de 96.5%. Francolín #1 obtuvo 86.5% de plántulas normales, siendo la variedad con menor porcentaje de plántulas normales.

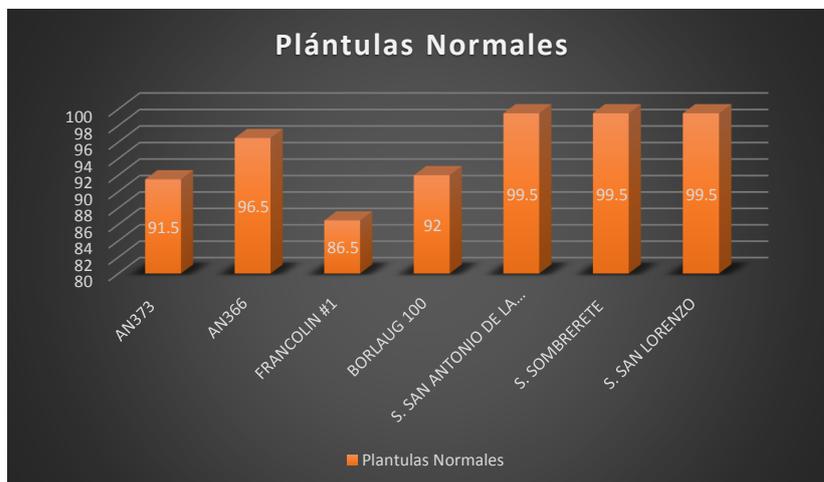


Figura 3 Plántulas normales en las variedades evaluadas.

Plántulas Anormales

Esta variable no tuvo significancia en el análisis de varianza, pero en la comparación de medias, encontramos que la variedad con más plántulas anormales fue la AN373 con un 5.5% de plántulas anormales, encontrando variedades que no presentan plantas anormales.

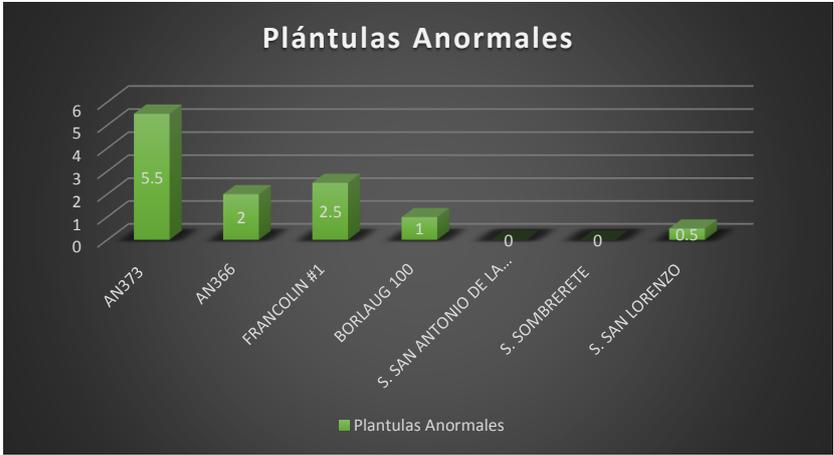


Figura 4 Plántulas anormales que se presentaron en las variedades evaluadas.

Semillas Muertas

Para este parámetro, las medias de las variedades muestran que la variedad Francolín #1 presento un número mayor de semillas muertas con 11.0%. Seguida por Borlaug 100 con 7.0%.



Figura 5 Semillas muertas en las variedades evaluadas.

Longitud Media de Plúmula

Para la comparación de medias de esta variable encontramos que la variedad AN366 produce mayor elongación de plúmula con 11.60 cm, seguida por la AN73 con promedio de plántula de 10.85 cm, siendo las variedades con menor elongación de plúmula Borlaug 100 con 7.640 cm y Salamanca de la zona San Antonio de la cascada con 7.970 cm.

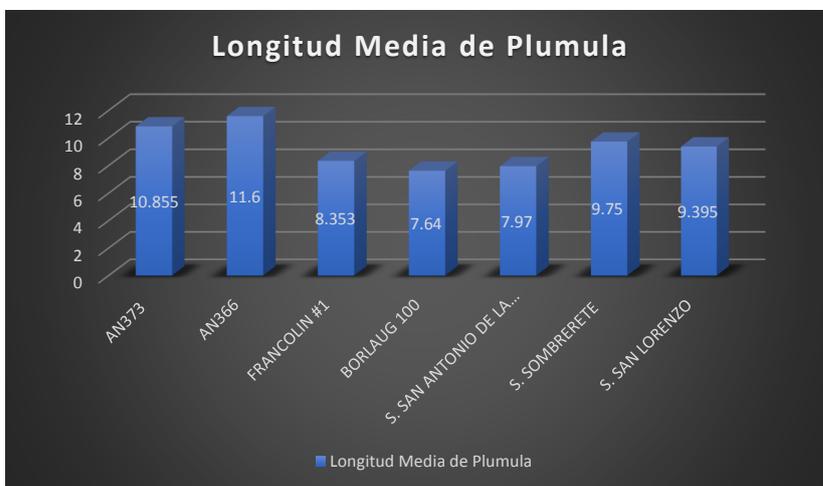


Figura 6 Longitud Media de Plúmulas (LMP) de las variedades evaluadas.

Calidad Sanitaria

Sanidad Visual

En las variables evaluadas en la prueba Sanidad visual encontramos la variedad Salamanca de la zona Sombrerete presenta el mayor número de semillas libres de punta negra con 98.373%, seguidas por la variedad AN373 con 97.875% y AN366 con 97.500. Siendo la variedad Salamanca de San Antonio de la Cascada y San Lorenzo con el menor número de semillas libres de punta negra con 74.875 y 86,625 respectivamente.

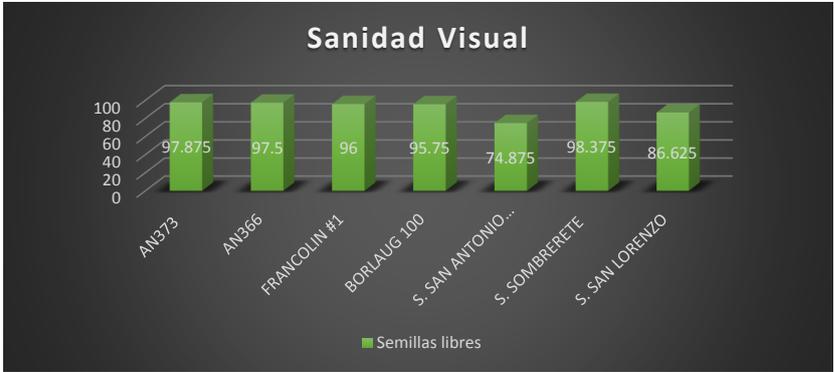


Figura 7 Semillas libres en la prueba visual de las variedades evaluadas.

Sanidad en Medio de Cultivo

La prueba de medias realizada en esta variable nos muestra como la variedad con mayor número de semilla libre fue Salamanca de Sombrerete con 46.25, mostrando que las variedades Borlaug 100 y AN366 con un número menor de semilla libre.



Figura 8 Semillas libres en las variedades evaluadas en la prueba Sanidad en Medio de Cultivo.

Sanidad en Medio de Cultivo Con Punta Negra

En la comparación de medias encontramos que las variedades Salamanca de Sombrerete y Francolín #1 presentan semillas libres aun cuando están marcadas por el daño visual de punta negra, la variedad AN366 se observó sin semillas libres.

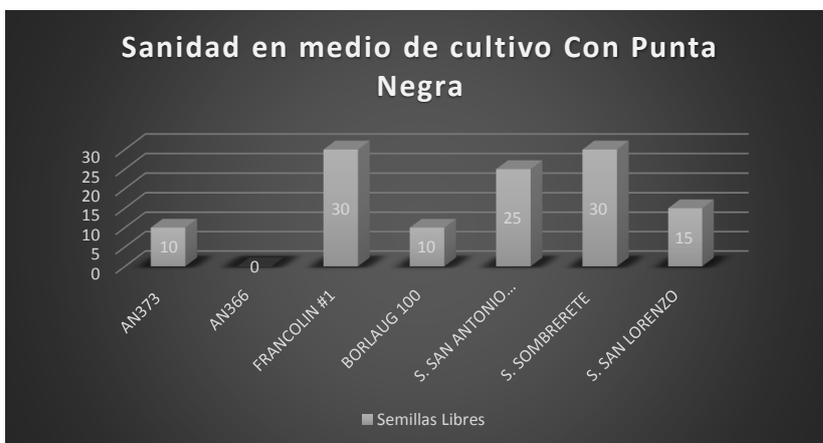


Figura 9 Semillas libres en la prueba sanidad en medio de cultivo con punta negra de las variedades evaluadas.

Sanidad con incubación en Semillas libres de Punta Negra

Para esta variable en encontramos que la variedad Salamanca de Sombrerete presenta un alto número de semillas libres con 70%, observando a las variedades AN366, Borlaug 100, y AN373 con daño por patógenos asociados de punta negra, con un 15, 20 y 30% de semilla libre respectivamente. Aun cuando la semilla seleccionada está libre de daño visual.

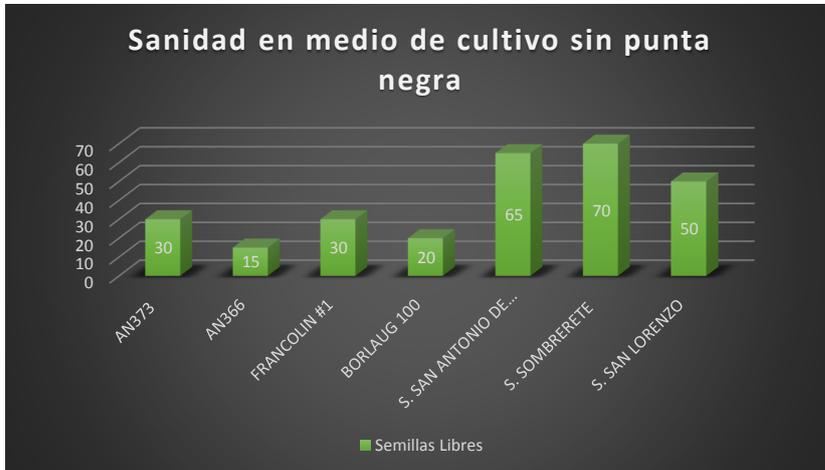


Figura 10 Prueba de sanidad en medio de cultivo en semillas sin punta negra de las variedades evaluadas.

En las variables evaluadas se encontró que la presencia de punta negra en la semilla con daño visual no afecta la producción de plántulas normales, ya que dicha variable se encontró entre 86.5% y 99.5%, Domínguez (2002) realizó una prueba similar en semilla de trigo y encontró que con daño visual de punta negra el porcentaje de plántulas normales oscilaron entre 95 y 98% esto coincide con lo obtenido en esta investigación.

Con respecto a la variedad Salamanca la Longitud Media de Plúmula (LMP) fue menor 7.97cm en semillas provenientes de San Antonio de la Cascada, se obtuvo una mayor elongación en semillas de la localidad de San Lorenzo, así mismo en semillas provenientes de San Antonio de la Cascada Se encontró que un 26 % de semillas estaban infectadas por punta negra, siendo ésta la de mayor infección comparativamente con las otras dos localidades las

cuales oscilaron entre 2 y 14% de daño visual. Rivero *et al* (2012) señala que la enfermedad punta negra en arroz causada por diversos géneros de hongos como *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Bipolaris*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Curvularia* entre otros los cuales afectan los componentes de rendimiento al causar disminución de: germinación, vigor, tamaño de plántulas, numero de granos por panícula, causando una disminución en el llenado de granos de 40% a 30% reduciendo con esto la calidad de la semilla.

En las variedades Borlaug 100 y Francolín #1 la presencia de SM estuvo entre 7 y 11% respectivamente, además presenta un porcentaje de semillas de semillas libres de punta negra con siembra en medio de cultivo de 10 Borlaug 100 y 17.50% Francolín #1. Según Chávez y Kohli (2013) el alto porcentaje de infección de punta negra es una señal de alerta para la mortandad de las plantas antes y/o después de la germinación resultando en bajo germinación de plantas en el campo.

La presencia de semillas infectadas por punta negra cuando fueron evaluadas por daño visual en la variedad Salamanca de la localidad San Antonio de la Cascada fue de 25.2% y la variedad Salamanca de la localidad Sombrete obtuvo 1.7%, oscilando las demás variedades entre un 14.4 a 2.2% de daño por punta negra, cuando se realizó la prueba en medio de cultivo las variedades que presentaron mayor infección fue Borlaug y AN373 con 90 y 85% respectivamente, se puede observar que no hay relación entre la presencia de semillas infectadas de punta negra cuando se realiza de manera visual y cuando se lleva a cabo una siembra en medio de cultivo considerando que los patógenos responsables de punta negra son alojados dentro de la semilla sin presentar el daño visual, de acuerdo con Arriaga (2000) comenta

que es de fundamental importancia la patología de semillas en el control fitosanitario, pues la mayor parte de las veces las semillas son portadoras de patógenos que no producen síntomas y para su detección es necesario la utilización de técnicas de laboratorio específicas.

Además (Cornner 1989), indica que los síntomas visuales no se hacen presentes hasta los últimos estadios de desarrollo del grano, constituye un papel fundamental en la epidemiología de la enfermedad la época y disposición del riego. Así pues, condiciones de alta humedad, ya sea por el riego o debido a fuertes lluvias, durante grano lechoso y grano pastoso incrementan en gran medida la punta negra.

Aunque la punta negra no influye en la producción final ni el contenido en proteína, su presencia en los granos cosechados reduce su valor comercial. La harina y pasta obtenida tiene bajas cualidades culinarias y a menudo presentan color y olor desagradables. Además, el trigo rechazado es usado normalmente como alimento para el ganado en donde los hongos o las micotoxinas que producen pueden causar problemas a la salud a los animales si se consumen en cantidades suficientes. (Rodríguez *et al* 2009).

La susceptibilidad varietal, así como el manejo del cultivo son los factores claves en el control punta negra (Prioletta 2015), Chávez y Kohli (2013) consideran que la aparición severa de punta negra es en zonas donde la precipitación se presenta en el periodo de maduración de la semilla, siendo algunos de estos factores la vía para que el daño visual se haga presente.

Los patógenos presentes en la siguiente investigación como agentes asociados de punta negra fueron: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Helmithosporium*, *Fusarium* considerados como hongos de campo, además se presentaron algunos hongos de almacén como son *Penicillium* y *Aspergillus*, además de un hongo saprofito como lo es *Rhizopus*, Chávez y Kohli (2013) identificaron como agentes causales de punta negra *Curvularia sp.*, *Alternaria sp.*, *Helmithosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Pyricularia sp.*, *Dreschlera sp.*, *Nigrospora sp.*, *Septoria sp* y *Cladosporium sp.* Además, García *et al* (2012) identificaron en semillas de trigo duro 12 géneros de hongos como: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Drechlera*, *Fusarium*, *Ganotobotrium*, *Pleuropragnium*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Uncladium*.

Rodríguez *et al* (2009) señala que el hongo más frecuente aislado en granos de trigo con punta negra es *Alternaria*, seguida por *Helmithosporium* y en menor medida *Fusarium sp* también han sido aisladas en semillas infectadas por punta negra especies de *Cladosporium*, *aspergillus*, *Rhizopus* y *Penicillium*

Algunos autores como (Cornner y Kuzyk 1988, Wang *et al.* 2002) recomiendan la aplicación de fungicidas foliares después de la fase de espigado para inhibir el desarrollo de los hongos causantes del oscurecimiento de la semilla.

V. CONCLUSIONES

- En las variedades evaluadas no existe una relación directa entre la presencia de punta negra y la producción de plántulas normales.
- Las semillas libres de punta negra evaluadas de forma visual, al ser sometidas a las siembras en medio de cultivo se observó que los patógenos se encuentran presentes internamente ya que ninguna variedad estuvo exenta.
- Los hongos con más presencia en las semillas de trigo de acuerdo con las pruebas de laboratorio fueron *Cladosporium*, *Helmithosporium*, *Alternaria*

VI. RECOMENDACIONES

- Es importante seguir investigando sobre punta negra ya que se encuentran muy poca información bibliográfica para un cultivo tan importante como el trigo harinero.
- Realizar más a fondo los análisis sobre punta negra, ya que el trigo que ingresa a las compañías harineras podría estar infectado por muchos patógenos peligrosos para la salud.
- Es esencial el cuidado de la calidad sanitaria de la semilla, así mismo desarrollar variedades resistentes hacia este y otros problemas que afectan la calidad del grano que se produce.

VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez. J. B. 2000. Uso de especies y cultivos infrautilizados en la mejora de la calidad en cereales. En A. De Ron, y M. Santalla. Actas de Mejora Genética Vegetal (pág. 85). Córdoba: Graficas SOGAL-Pontevedra.
- AgroSintesis. 2016. La importancia del trigo mexicano. Junio 2016.
<http://www.agrosintesis.com/la-importancia-del.trigo-mexicano/#.xdxKkJiU>
- Arriagada V. 2000. Semillas: Inspección, Análisis, Tratamiento y Legislación. P. 27-36
- CANIMOLT. 2005. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. Estructura del grano. <http://www.canimolt.org/trigo/estructura-del-grano>.
- CANIMOLT. 2019. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. Directorio de socios. <http://canimolt.org/directorio-de-socios>.
- Carrera. 2005. Prontuario de agricultura cultivos agrícolas. Madrid. Editorial. MundiPrensa.
- Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. 2011. Análisis de riesgo por el trigo genéticamente modificado.
- Chávez A. Y Kohli M. 2013; Identificación de hongos presentes en la punta negra del trigo; Investigación Agraria; 2013; 15 (2). P. 133-137.
- Conner, R. L. y Kuzyk, A. D. 1988. Eficacia de los fungicidas para controlar la roya madura, la roya de las hojas y el punto negro en el trigo blanco suave de primavera. Can. J. Plant. Pathol. 10: 321-326.

- Dirección de Estudios Económicos. 2018. Informes de mercado: El mercado del trigo 2017. Bolsa de cereales y productos Bahía Blanca. Febrero 2018.
- Domínguez G. L. 2002. Microflora presente en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en diversos materiales de la UAAAN. Tesis Licenciatura. Programa de graduados de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 32-46.
- Eiffler, J., Martinelli, E., Santonico, M., Campuano R. Y Schild, R. 2011 Differential detection of potentially hazardous fusarium species wheat grains by an electronic nose. PLOS ONE. 6. E201026
- Fernández, S., J. 1985. Glosario de términos usados en semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cal. Colombia. P.11
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. FIRA. 2015. Panorama Agroalimentario: Trigo 2015. México. P.41.
- García C., Palmero D., De Cara M., Cruz A., Y Gonzales M., 2012 Microbiota asociada a la enfermedad de la punta negra del trigo duro. Efectos del riego, el abonado nitrogenado y la variedad cultivada en la incidencia de la enfermedad; ITEA 2012. Vol. 108 (2). Pag. 1-4.
- Gómez M., Edel A. Y Rossell C. 2007. De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. P. 17-72.
- Guerrero, A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Madrid. Editorial. MundiPrensa.

- Huallpa. C. R. 2016. Comportamiento agronómico de 11 líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) con la complementación de biol y riego por goteo en la estación experimental choquearía, Viacha-La Paz. Tesis doctoral. La paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 156 pág.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. 2017. Transferencia de Tecnología para la producción de trigo en la región centro del estado de Coahuila. Campo Experimental Saltillo.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. 2018. Paquete tecnológico para el cultivo (Anual) de trigo. Ciclo Agrícola Otoño-invierno. Para la zona Norte y Centro de Coahuila.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2014. International rules of seed testing. Seed science and technology. 25 suplement. 355 p.
- Juárez Z., Bárcenas M., Y Hernández L. 2014 El grano de trigo: características generales y alguna problemáticas y soluciones a su almacenamiento. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 2014. 8-1. Pag. 79-93.
- Martínez M.Y Pantoja L. 2015. El trigo una historia de diversidad y mejoramiento. CIMMYT. P. 2-6.
- Misso, C. 2002. El valor de las semillas. Seednews. La revista internacional de semillas. Año VI. N° 2. P. 12. 2002
- Moreno. M. F. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. P. 345

- Navarrete, R. 2014. Bacterias Fitopatógenos en semillas su detección y regulación. Revista mexicana de fitopatología. Vol. 32. Núm. 2. Pag. 75-88
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. 2017. Perspectivas Agrícolas 2017-2026. P.112-114.
- Prioletta S. 2015. Trigo: Enfermedades de semilla en inicios de ciclo. Agrobarrow. Mayo 2015. P 9-11.
- Ramírez. M. J. A. 2004. Evaluación de líneas elite de Trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo régimen restringido de humedad en la región de navidad, N. L. 2003. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 55 Pag.
- Ramos F. 2013. Maíz, Trigo y Arroz. Los cereales que alimentan al mundo. Universidad Autónoma de Nuevo León. P. 49-62
- Remache. P. C. J. 2012. Caracterización morfoagronómica de 24 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum* L.) en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Tesis de Licenciatura. Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. 108 Pag.
- Rivero D., Cruz A., Rodríguez A., Echeverría A., Y Martínez B. 2012; Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) en Cuba; Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología; 2012. 32. P.131-138.

- Robles. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5ta ed. Limusa. México D.F.- México. Pag. 207-238.
- Rodríguez C., Iglesias C., Nieto M. Y Palmero D., 2009; La enfermedad de punta negra del trigo. Agricultura Revista Agropecuaria 2009. 915. P. 118-121.
- Rodríguez I., Adam G. Y Duran J. 2008. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. Agricultura Revista Agropecuaria. Noviembre 2008. P. 836-842.
- Salas N. D. 2016. Características generales de Trigo Blando y Trigo Duro y para que se utiliza. Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 47 Pag.
- Sandoval, I. E. 2001. La revista internacional de semillas. Número 6. Año V. P. 9-10-11. 2001
- Serna-Saldívar. 2009. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. D.F. México. AGT. Editor.
- SIAP. 2018. Avance de siembras y cosechas. Resumen por estado. Trigo. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- SIAP. 2019. Avance de siembras y cosechas. Resumen por cultivo. Trigo. <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gobmx/resumen-delegacion>.
- SNICS. 2014. Regla para la clasificación de semillas de Avena, Cebada, Centeno, Trigo y Trificalé.

Stenglein, S.A. 2009. *Fusarium poae*; A pathogen that needs more attention. Journal of plant pathology. 91. 25-36.

Terenti, O. A. 1996. <http://www.inta.gov.ar/sanluis/contactos/cv/terenti.htm>

Código de campo cambiado

Truckess, M. 2012. Aflatoxins in FDA. (Food Drug Administration). Bad bug book, food borne pathogenic microorganisms and natural toxin. 2a ed. P. 231-236

United States Department of Agriculture. USDA. 2016. World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE). Oct/12/2016.USDA 2017

United States Department of Agriculture. USDA. 2017. Foreign Agricultural service _ production. Supply and distribution (PDS). Online Data base.

Urdiano. B. P. 2002. Evaluación de rendimiento y sus componentes de Trigo Harinero (*Triticum aestivum* L.) de líneas elite, Zaragoza Coahuila. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 61. Pag.

Vadillo V. J. 1989. "La calidad de los Trigos". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaria General de Estructura Agraria. Madrid, España. 24p.

Valenzuela. S. A. 2011. Efectos de la dosis de nitrógeno, época de siembra y riegos sobre las características agronómicas y fisicoquímicas de Trigo (*Triticum aestivum* L.) variedad Kronstadt, en el Sur de Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias. Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora. 71 pág.

Wang. H., Fernández M., Clarke F., DePauw, R.M. y Clarke J. 2002. Efecto de la enfermedad de manchas foliares en el rendimiento de grano y rasgos de semillas de trigo en el sur de Saskatchewan. *Can. J. Plant Science*. 82. P. 507-512

Zúñiga, J., Leazun, J., Esparza, M., Y Garnica, I. Enfermedades transmitidas por semilla en trigos y cebada. *Navarra Agraria*. P. 29-32