

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum L.*) es una planta anual de crecimiento invierno-primavera cuya diversidad genética está adaptada para crecer y producir en una diversidad de ambientes, razón principal para su amplia difusión; su cultivo se realiza en gran escala, cuya producción de grano se utiliza en la alimentación del hombre y de los animales.

El trigo es uno de los granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, es utilizado para hacer harina, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios.

La semilla, es un insumo de gran importancia en la agricultura, constituyéndose en el primer factor del éxito o fracaso. La semilla es imprescindible en la producción de alimentos vegetales, por lo que es necesario contar con una semilla de alta calidad para lograr alta productividad, pero la mayoría de los agricultores utiliza su propia semilla que guarda de las cosechas anteriores, la cual no es sometida a los procesos de certificación y la calidad de las mismas es totalmente desconocida, situación que de modo general lleva a grandes pérdidas económicas. La calidad de la semilla está expresada básicamente por cuatro atributos: calidad genética, calidad fisiológica, calidad física y calidad sanitaria, atributos que influyen en la capacidad de la semilla para originar un cultivo uniforme, constituidos por plantas vigorosas.

La importancia del proceso de certificación se realiza con la finalidad de verificar la calidad de la semilla, que es puesta a disposición de los agricultores para evitar la introducción y difusión de: malezas, variedades no registradas y/o semillas portadoras de plagas y/o enfermedades. El proceso de certificación se aplica en la producción de semillas donde se realiza el control de calidad a través de las inspecciones en campo y análisis de laboratorio, bajo normas específicas establecidas para cada especie.

En la Comunidad de Yesera y comunidades aledañas que se dedican a la producción de semilla de trigo se pudo percibir que hubo un decremento en la producción hasta que EMAPA desde el año 2008 está trabajando con estas comunidades dando apoyo

con semillas y asesoramiento técnico a los agricultores que se dedican a la producción de semillas de trigo.

1.1. PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO

1.1.1. Presentación

El trabajo se presenta como una opción para la práctica del almacenamiento o no de la semilla de trigo de años anteriores, que es un estudio que se realizó para evaluar el porcentaje de germinación y el vigor que tiene la semilla con el paso del tiempo, ya que el almacenamiento de semillas es una práctica de los agricultores, ya sea para su siembra o para su uso como alimento.

La semilla, es un insumo de gran importancia en la agricultura, constituyéndose en el primer factor del éxito o fracaso, la semilla es imprescindible en la producción de alimentos, por lo que es necesario contar con una semilla de alta calidad para lograr una mayor productividad, pero la mayoría de los agricultores utiliza su propia semilla que guarda de las cosechas anteriores la cual no es sometida a los procesos de certificación y la calidad de estas semillas es totalmente desconocida; situación que de modo general lleva a pérdidas económicas.

La importancia de la calidad de la semilla es que conserva sus atributos óptimos de pureza física, pureza genética, calidad sanitaria y calidad fisiológica, lo que hace que se obtengan mayores rendimientos, y por lo tanto mejores ingresos.

Es así, que uno de los factores más importantes, dentro del programa de semillas, es el control de calidad, cuyo centro es el laboratorio de semillas donde son ejecutadas todas las pruebas de calidad con el objeto de determinar el valor de las semillas de un lote para fines de una siembra. Las pruebas que son realizadas en un laboratorio de análisis de semillas son básicamente: humedad, pureza física y germinación.

La importancia del control de calidad se debe a que los resultados obtenidos en laboratorio a través de las pruebas de calidad, son la base para tomar decisiones para

determinar la densidad de siembra, cantidad de semilla a ser usada, el tratamiento y almacenamiento que se debe dar a la semilla.

1.1.2. Justificación

En el presente trabajo se podrá evidenciar o detectar los problemas o beneficios que se presentan al almacenar la semilla de trigo, si ésta con, el paso del tiempo, mantiene su capacidad de germinación o disminuye.

El análisis de la semilla tiene una validez temporal específica para cada especie bajo condiciones óptimas de almacenamiento. Estas semillas deberán llevar la etiqueta oficial vigente, otorgada por la oficina departamental del INIAF y, caso contrario, solicitar la renovación de los análisis para su actualización. Es por esta razón que se plantea el presente trabajo de investigación, que consiste en la “evaluación de la germinación y el vigor de la semilla de trigo (*Triticum aestivum L.*) de tres campañas de almacenamiento de la variedad motacu-ciat en laboratorio y campo”

La calidad de la semilla, sufre deterioros por diversas causas, entre ellas se tiene las condiciones del almacenamiento, la edad de la semilla, entre otros, que pueden incidir negativamente en el establecimiento del cultivo; por esta razón los análisis de la semilla en laboratorio, deben seguir procedimientos definidos previamente.

1.2. CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO DIRIGIDO

1.2.1. Definición del INIAF

El INIAF. es el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, descentralizado por derecho público, con personería jurídica propia, autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, con patrimonio propio, bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, creada mediante D.S N.º 29611 del 25 de Junio de 2008.

1.2.2. Misión

Su misión es contribuir la seguridad, soberanía alimentaria del país y su desarrollo integral, sustentable a través de investigación e innovación, recuperando los saberes locales y ancestrales del Estado, la base genética animal y vegetal.

1.2.3. Visión

Su visión es consolidarse como una institución de referencia a nivel nacional e internacional en la generación de tecnología y conocimientos apropiados, favoreciendo al desarrollo rural sostenible, la seguridad alimentaria del país.

1.2.4. Objetivo principal

El objetivo principal es mejorar e incentivar las actividades de innovación agropecuaria y forestal, favoreciendo el incremento de la producción y productividad.

1.2.5. Estrategia

Liderar, articular el sistema nacional de innovación agropecuaria y forestal gestionando participativamente los recursos genéticos agropecuarios y forestales.

Fortalecer el talento humano dirigido al desarrollo agropecuario y forestal sustentable con servicios de calidad, para la construcción de conocimiento y la generación de tecnología en el desarrollo agropecuario y forestal sustentable.

1.2.6. Ámbito de acción del INIAF

1.2.6.1. Investigación

Buscando el fortalecimiento e implementación de políticas de investigación científica e innovación tecnológica, recuperando y validando conocimientos locales en el ámbito de las actividades agropecuarias y forestales.

1.2.6.2. Asistencia técnica e información

Difundiendo conocimientos, tecnología y saberes locales que faciliten el desarrollo integral y sustentable de forma participativa en el sector agrícola, pecuario y forestal.

1.2.6.3. Semillas

Aplicando un eficiente control de calidad a la semilla producida y comercializada a nivel nacional y buscando promover el uso de semilla de calidad por parte del productor. Esto se lleva adelante a través del proceso de certificación y fiscalización de semillas el cual se sustenta en la realización de actividades de inspección de campo y análisis de laboratorio conforme a normas específicas establecidas.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

1.3.1 Objetivos Generales

Evaluar la germinación y el vigor de la semilla de trigo de tres campañas de almacenamiento de la variedad MOTACU-CIAT en laboratorio y campo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de germinación de la semilla de trigo de tres campañas de almacenamiento de la variedad MOTACU-CIAT en laboratorio y campo (Comunidad Yesera Norte).
- Determinar el vigor de plántulas de alto, mediano y bajo vigor de semillas de trigo de la variedad MOTACU-CIAT de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.
- Establecer la relación de los resultados de laboratorio y campo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN E HISTORIA DEL CULTIVO DEL TRIGO

2.1.1. Origen del Trigo

El trigo (*Triticum aestivum L.*) es uno de los tres granos más ampliamente producidos en el mundo junto al arroz, maíz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano de trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza, y una gran variedad de productos alimenticios.

El origen del actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, en la zona de Mesopotamia. Desde oriente medio el cultivo de trigo se difundió en todas las direcciones (www.yara.com.ar).

2.1.2. Historia del Trigo

Los historiadores y arqueólogos cuentan que las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre datan desde hace más de doce mil años. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Irak. Hace alrededor de 8 milenios, una mutación o una hibridación ocurrió en el trigo silvestre, dando por resultado una planta con semillas más grandes, la cual no podría haberse diseminado con el viento. Existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticum dicoccoides*) y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Irak septentrional), que datan del año 6700 a. C. (www.yara.com.ar).

El trigo produjo más alimento al ser cultivado por iniciativa de los seres humanos, pues de otra manera éste no habría podido tener éxito en estado salvaje; este hecho provocó una auténtica revolución agrícola en el denominado creciente fértil. Simultáneamente se desarrolló la domesticación de la oveja y la cabra, especies salvajes que habitaban la región, lo cual permitió el asentamiento de la población y con ello, la formación de comunidades humanas más complejas, como lo demuestra también el surgimiento de

la escritura, concretamente la Escritura cuneiforme, creada por los sumerios, y, por tanto, el principio de la historia y el fin de la prehistoria (www.yara.com.ar).

2.2. IMPORTANCIA ECONOMICA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado.

Es considerado un alimento para el consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de transformación industrial destinado para piensos.

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debido a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre.

El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte (Bohrt, 1990).

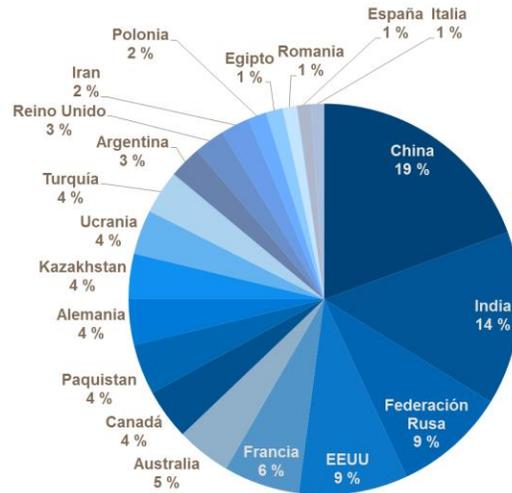
2.2.1. Producción de trigo a nivel mundial

El trigo es el grano alimenticio que domina el comercio mundial con unos 650-685 millones de toneladas de producción, 654-660 millones de toneladas de consumo y 160-190 millones de toneladas de producto almacenado anualmente.

El principal país productor a nivel mundial es China con aproximadamente 130 millones de toneladas, seguido por la India con 90 millones de toneladas, y los EEUU y Rusia con aproximadamente 60 millones de toneladas cada uno.

GRÁFICO 1

Producción mundial de trigo por país



REF: Faostat 2011

El volumen de las cosechas varía mucho de un continente a otro. El clima templado de Europa del Norte y Central lo hace muy propicio para obtener altos rendimientos, mientras que en continentes con climas más extremos por ejemplo con sequía, frío o temperaturas altas, son menos favorables. (www.yara.com.ar).

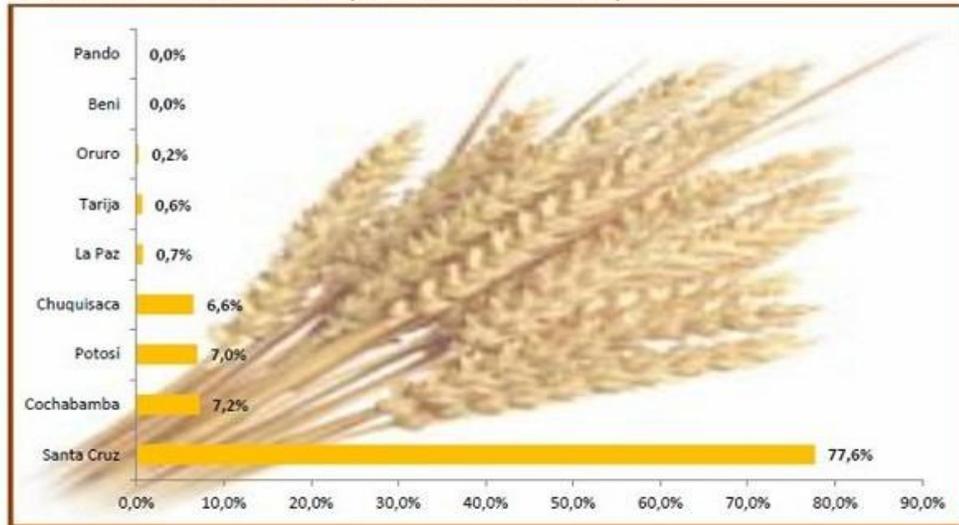
2.2.2. Producción de trigo a nivel nacional

La producción nacional de semillas de trigo está conformada por los valles y cabeceras en las regiones de Cochabamba, Potosí, Santa Cruz, Tarija, Gran Chaco, Oruro, La Paz y Chuquisaca.

En la presente gestión a nivel nacional se cultivaron alrededor de 250 mil hectáreas de trigo, 150 mil se cultivaron en Santa Cruz y 100 mil en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija, con las cuales se estima una producción cercana a 350.000 toneladas (INE, 2013).

GRÁFICO 2

BOLIVIA: PRODUCCIÓN DE TRIGO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2013



Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Censo Agropecuario 2013 (Datos preliminares)

2.2.3. Producción de trigo a nivel departamental

Tarija es una región esencialmente agropecuaria, las zonas productoras de trigo están identificadas en la cuenca del río Santa Ana, en algunas partes de la Provincia Méndez y Avilés. También con la siembra de primavera en estas zonas casi en todo el valle central se siembra en verano con una superficie de unas 50 a 100 hectáreas (INE, 2013).

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TRIGO

- Reino..... Vegetal
- Phylum..... Telemophytae
- DivisiónTracheophytae
- Sub. División..... Anthophyta
- Clase..... Angiosperma
- Subclase..... Monocotiledoneae
- Orden..... Poales
- Familia..... Poaceae
- Sub. Familia.....Pooideae
- Tribu.....Triticeae
- Nombre científico..... Triticum aestivum L.
- Nombre común..... Trigo
(Herbario Universitario, 2017)

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

En una planta de trigo encontramos, de abajo hacia arriba lo siguiente: sistemas radiculares, tallos principales, tallos secundarios o macollos, hojas, inflorescencia, etc.

2.4.1 Raíz

Las raíces son numerosas, fibrosas, y se extienden en superficie y profundidad de acuerdo a las condiciones del suelo, pero en general, se trata de un sistema radicular superficial.

Existen dos clases de raíces, las primarias o seminales y las secundarias o adventicias. Las seminales están preformadas en el embrión. Conviene recordar que el embrión de la semilla posee la plántula, constituida por la radícula y el talluelo.

Cuando la radícula se alarga, en la germinación, constituye la primera raíz seminal y unas dos horas después aparecen siempre desde el embrión, dos raíces seminales más se agregan a la primera, un par de raíces nuevas, estas raíces crecen con una velocidad casi igual, al cabo de dos a tres días presentan pocas diferencias de longitud y espesor. A los dos a tres días aparece un segundo par de raíces nuevas seminales por encima del primero, con lo que el número de estas raíces se eleva a cinco, aunque a menudo aparece una sexta raíz primaria. Sin embargo, son escasos los casos de conservar todas las raíces seminales. Las raíces secundarias o adventicias como ya se dijo empiezan a aparecer después de las primarias. Se forman en los nudos inferiores del tallo, tanto en el tallo principal, como en el tallo secundario o macollo, debajo de la superficie del suelo y constituyen un sistema radicular, fibroso, penetrante y extendido. Por lo general las raíces adventicias son más gruesas que las seminales; al principio no se ramifican y están cubiertas de pelos radiculares, desaparecen pero no totalmente, pues se mantienen en la zona apical a fin de cumplir su misión de pelos absorbentes de agua y sales minerales en disolución, que brinda el suelo (Soldano, 1985).

2.4.2 Tallo

Ya se ha dicho que existe un tallo principal y varios tallos secundarios llamados macollos, La estructura es exactamente la misma, tanto en el principal como en los secundarios. El tallo principal nace del embrión, mientras que los macollos nacen del principal, sea directamente o sea naciendo de otros macollos.

Como en toda planta de la familia gramínea, el tallo es una caña, formada de nudos y entrenudos.

El nudo es una porción maciza y pequeña, donde se encuentran las yemas que dan origen a las hojas, como así también a los macollos. El entre nudo mucho más largo que el nudo, es hueco en la mayoría de los trigos, aunque en una minoría de ellos es macizo, estos últimos ocurren en las especies *Triticum durum* y *Triticum turgidum*, que poseen en el interior de los entrenudos, la llamada médula, pero el *Triticum vulgare*, que es el trigo pan cultivado entre nosotros, como casi en la totalidad de las especies, el entrenudo o internodio es hueco.

Lo más común es la presencia de 6 entrenudos o internodios, habiendo también, aunque en mucha menor proporción, tallos de 5 y 7 entrenudos; la longitud del entre nudo no es la misma en todos los de un mismo tallo. El primer internodio o sea el basal es más corto, siendo el segundo algo más largo y así sucesivamente la longitud va aumentando en los situados más arriba, siendo por consiguiente el último o sea el que sostiene la espiga el más largo.

En cuanto al diámetro del tallo depende de diversos factores, pero lo cierto es que aumenta desde el primero al quinto entre nudo, siendo el sexto más delgado de todos. Pero no debe creerse que el entrenudo es cilíndrico, pues la verdad es que tiene forma abarrilada, es decir el diámetro mayor es el de la parte media, estrechándose, hacia arriba y hacia abajo.

Agregamos que cada macollo forma de sus nudos basales su propio sistema radicular adventicio (Soldano, 1985).

2.4.3. Hoja

Nace en el nudo y está formado de dos partes principales, la vaina y la lámina y de dos estructuras accesorias, la lígula y las aurículas, la hoja nace en el nudo, y la vaina se desarrolla como un tubo hacia arriba, es decir, viene a ser como un tubo o cartucho que envuelve el entrenudo superior. Esta vaina, como decimos, es un tubo que envuelve el entrenudo situado encima del nudo en que se originó la hoja.

Las láminas de las distintas hojas son alternas, pues una se dirige a la derecha la otra a la izquierda, y así sucesivamente.

En el punto de transición entre la vaina y la lámina una prolongación de la epidermis de la primera se transforma en lígula, esta es una formación membranosa, muy adherida al tallo y su función es la protección, pues evita que el agua de lluvia y la del rocío, etc. Pueda entrar al espacio que media entre vaina y tallo; a ambos lados de la lígula se ven unos apéndices llamados aurículas, que en el trigo tienen de 1,5 mm a 2,5 mm de largo

La lámina tiene forma lanceolada, con una nervadura central que divide en dos partes de ancho desigual, siendo la más ancha más corta que la otra (Soldano, 1985).

2.4.4. Inflorescencia

Es la parte superior, tanto en el tallo principal como cada macollo, remata en la inflorescencia llamada espiga. Esta es una inflorescencia compuesta, pues consta de un eje central, llamado raquis, sobre el cual se insertan las inflorescencias simples llamadas espiguillas. Es decir, las flores no están aisladas, sino reunidas en una inflorescencia simple llamada espiguilla, pero las espiguillas se reúnen en una inflorescencia compuesta llamada espiga (Soldano, 1985).

2.4.5. Flor

La flor es hermafrodita, teniendo tres estambres y dos estilos que llevan unos estigmas plumosos. Es decir, cada estilo tiene un plumero que constituye un estigma; del ovario globoso salen los dos estilos que llevan los estigmas y este conjunto femenino está rodeado por los tres estambres cada uno formado por su filamento y su antera.

El conjunto floral o asexual que acabamos de describir tiene a ambos lados los lodículos o glumélulas, que son dos pequeñísimas formaciones membranosas a costados del ovario. Finalmente todo el conjunto floral (ovario, estilos, estigmas, estambres y lodículos), está encerrado en una casilla floral llamada antecio, formado por dos brasteas llamadas glumelas.

De las dos glumelas, la inferior recibe el nombre de lemma y la superior recibe el nombre de palea, esta última es por lo general más corta que la lemma; cuando se habla de glumela sin especificar a cuál se refiere se sobre entiende que es la inferior o la lemma. Toda esta descripción que acabamos de hacer es entonces una flor. Pero la reunión de varias flores como la descrita constituye una espiguilla, inicialmente puede haber hasta nueve flores en la espiguilla, pero después algunas se reabsorben y finalmente solo quedan tres o cuatro (Soldano, 1985).

2.4.6. Espiga

Consta de un eje central llamado raquis el cual es articulado o sea formado de pequeños segmentos llamados artejos; la parte superior del artejo es el muelle o cojín y es aquí donde se inserta la espiguilla. Esta última sésil o sea que se inserta directamente sin pedicelo. La longitud del raquis puede oscilar entre 7 a 10 cm. Por lo general hay de 15 a 20 artejos, aunque algunos casos se llegan a 24. Este mismo es el número de espiguillas en cada espiga puesto que hay una espiguilla en cada artejo y está dispuesta en forma alterna o sea una cada costado y sentando en una espiguilla terminal es fértil al igual que casi la totalidad de las laterales, pero las dos o tres inferiores o sea situadas en la base del raquis, no desarrollan de manera que no dan granos (Soldano, 1985).

2.4.7. Grano

Botánicamente es un cariopse o sea un fruto seco indehiscente, estando la semilla bien adherida al fruto. Este último, como en todas las plantas, se compone de epicarpio, mesocarpio y endocarpio, todo lo cual constituye una delgada capa exterior debajo la cual está la semilla, compuesta también como todos los vegetales de embrión o futura planta y albumen o endospermo. Observando externamente un grano de trigo se

aprecia que la forma según variedades, puede ser más o menos ovoide, cilíndrica, elipsoidea, etc. En cuanto a dimensiones el largo puede variar desde un mínimo de 4 mm hasta un máximo de 12 mm, por lo general en los trigos de pan el largo es de 6 a 7 mm. El ancho en los trigos de pan es unos 3 mm y el espesor algo menor aproximadamente 2.8 mm. Observando el grano este presenta dos caras, una dorsal y otra ventral, la dorsal es curvada y lisa excepto en un extremo es más puntiagudo del grano en que se presenta rugosa en una extensión en forma de escudo, llamada escudo o escudete y que es el sitio donde se encuentra el embrión. En el extremo opuesto al escudete (o sea el extremo opuesto al embrión) que es significativamente más ancho y redondeado, hay unos de pelos muy pequeños pero que pueden verse a simple vista o con ayuda de la lupa y que son de formación epidérmica, pues los pelos se forman por prolongación o alargamiento de las células epidérmicas. En cuanto a la cara ventral presenta un surco que se extiende a todo su largo o sea de extremo a extremo y es la zona de reunión del ovario con el ovario.

El grano desde la periferia al centro encontramos lo siguiente, fruto y pericarpio, que es una zona delgada formada a su vez por tres partes, el epicarpio, el mesocarpio y el endocarpio, tegumento de la semilla llamada epispermo o testa que es el sitio donde está el pigmento que da la coloración al grano; la capa nuclear. La capa aleuronífera o de células aleuronas, que ya forma parte del albumen o endospermo, el parénquima de gluten y almidón o sea el albumen en totalidad excepto la capa de aleurona. Este parénquima es la parte más importante desde el punto de vista industrial, pues es aquí donde se encuentra la harina.

El conjunto de epicarpio, mesocarpio, endocarpio, epispermo, capa nuclear y capa aleurona, constituyen el llamado afrecho o salvado, que es separado en la molienda de la harina (Soldano, 1985).

2.5. CICLO VEGETATIVO DEL CULTIVO DE TRIGO

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

- Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.
- Periodo de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección.

2.5.1. Germinación.- el periodo de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor.

La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto, la capa superficial del terreno debe estar mullida; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%; cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

La facultad germinativa del trigo se mantiene de 4-10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa.

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación (www.infoagro.com).

2.5.2. Ahijamiento.- el tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos.

El alargamiento de los entrenudos ocurre en su parte baja, pero este crecimiento no se produce hasta más tarde, en la fase de encañado. Pero durante un largo periodo, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo dando lugar

a raíces adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios hacia arriba llamados "hijos"; se dice entonces que el trigo "ahija" o "amacolla", denominándose "padre" a la planta principal que salió del grano, "hijos" a las secundarias y siguientes y "macolla". El segundo nudo del trigo siempre se encuentra a uno o dos centímetros bajo el suelo, independientemente de la profundidad de siembra, este nudo se denomina "nudo de ahijamiento", pues en él es donde se forman los "hijos" anteriormente citados. No existe un límite de ahijamiento definido, ya que una sola planta puede tener incluso 400 hijos, pero normalmente las plantas bien ahijadas tendrán hasta 20 hijos (www.Infoagro.com).

2.5.3 Encañado. Tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo en nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser muy considerable.

2.5.4. Espigado. El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante (www.infoagro.com).

2.5.5. Maduración.- El grano pasa por diferentes fases; si consideramos su desarrollo con criterio agrícola, existen varias clasificaciones para esas fases y aquí nos ocuparemos de una sola, la que divide el desarrollo en las siguientes fases: madurez amarilla; madurez propiamente dicha y madurez total (planta muerta).

2.5.5.1. Madurez Amarilla.- el grano es pastoso y se puede aplastar entre los dedos, el cultivo presenta color amarillo, la paja es lisa, suave, tenaz, y flexible. El grano también va cambiando de color pues la clorofila va desapareciendo de él.

2.5.5.2. Madurez Propiamente dicha.- en tiempo seco se produce a los tres o cuatro días de finalizado el estado de madurez amarilla, al grano ya no se lo puede aplastar entre los dedos, pero se lo puede hendir con las uñas.

2.5.5.3. Madurez Total (planta muerta).- el grano es duro y no se hiende con la uña y si se lo golpea se desintegra en distintas partes. La paja está dura y quebradiza, en algunas especies, el raquis puede quebrarse, en variedades susceptibles al desgrane hay pérdida del grano si la cosecha se demora. Como el sistema actual de cosecha con la máquina cosechadora – trilladora obliga a esperar la madurez total, la fitotecnia ha tendido a la obtención de variedades resistente al desgrane (Soldano, 1985).

2.5.5.4 Madurez Comercial.- es aquel estado de desarrollo de la planta, fruto, hoja o semilla que alcanza la parte vendible, así puede ser arveja en fresca, haba, caña de azúcar, maíz en grano o maíz en choclo. En el que solo exige el buen estado y presentación del material comercializable, sin importar si puede o no generar una planta y en caso de hacerlo, si el porcentaje de germinación es alto o bajo (Villarroel, 2013).

2.5.5.5. Madurez Fisiológica.- es la que adquiere la planta y sus cimientas luego de haber llegado a su máximo estado de crecimiento, el grano, fruto o semilla está en estado pastoso de consistencia con abundante humedad; cuando este comienza a adquirir cierto estado de mayor consistencia y de un periodo breve de secado natural, la semilla técnicamente está en condiciones de generar una nueva planta en elevados porcentajes, pero puede ser perjudicada por mohos y por la gran cantidad de humedad interior (Villarroel, 2013).

2.6. Partes de la Semilla

Se puede definir a la semilla desde el punto de vista botánico. La semilla es toda estructura botánica de origen sexual o asexual destinada a la propagación de la especie.

Está constituida por el germen o embrión, endospermo (tejidos de reserva), y pericarpio o cubierta seminal.

- Pericarpio 7 a 10%.
- Endospermo 80 a 85%.
- Germen 3 a 8%.

2.6.1. Estructura del Grano

Estas partes están normalmente protegidas por los siguientes elementos:

2.6.1.1. Cáscara.- Varios granos están revestidos de una cáscara o gluma que contribuye a una mejor conservación. No hace parte específica del grano, pues son estructuras florales que encierran al grano o sirven de protección contra agentes externos, como insectos y la humedad.

2.6.1.2. Pericarpio.- Protege al grano contra el ataque de insectos y de las condiciones ambientales adversas. Consta de dos partes:

Parte externa: constituida por tres tipos de capas:

*Epicarpio. Es una capa que forma una película constituida por una pared de células rectangulares, delgadas y largas.

*Mesocarpio. Constituido por células alargadas en el sentido transversal del grano.

*Endocarpio. Capa constituido por células de paredes delgadas.

Parte interna: conformada por dos tipos de células.

*Células cruzadas. Agrupadas en capas de dos a cuatro células de paredes delgadas y ramificadas, con varios espacios intercelulares. Su función es evitar que el grano pierda peso, es decir, actúan como un protector de la humedad.

*Células tubulares. Constituida por células largas, paralelas no ramificadas. Poseen un gran espacio intercelular. Sirven de medio de conducción y distribución del agua que se absorbe a través del embrión durante el proceso de germinación.

2.6.1.3. Tegumento.- es la capa delgada que cubre la semilla propiamente dicha. Está adherida y es difícil separarlos. El color de varios granos depende en parte de la existencia de pigmentos de estas capas celulares, como sucede con algunas variedades de trigo y sorgo.

2.6.1.4. Endospermo.

Es el depósito de alimento para la nueva planta. Está compuesto principalmente por carbohidratos y en menor escala por proteínas. Conformado por:

*Capa de aleurona. Compuesta por una sola capa de células, a excepción de la avena con dos capas celulares, la cebada que tiene de dos a cuatro capas y el arroz que tiene seis.

*Endospermo corneo, constituido por proteínas y gránulos de almidón.

*Endospermo vítreo. Compuesto por paredes celulares, gránulos de almidón y proteínas.

*Endospermo harinoso. Se encuentra en la parte central del grano, su constitución es similar al endospermo vítreo, con gránulos de almidón más grandes (www.olimpia.cautitlan2.unam.mx).

2.6.1.5. Embrión

Es el responsable de generar una nueva planta al germinar la semilla. Posee un alto contenido de nutrientes, principalmente grasas, proteínas, vitaminas, azúcares y minerales. Es la parte más susceptible del grano, al ataque de microorganismos e insectos, que afectan la calidad del producto.

Está conformado por el eje embrionario, que está integrado por la radícula y la plúmula, que forman las raíces y la parte vegetativa de la planta (www.olimpia.cautitlan2.unam.mx).

2.6.1.6. Composición Química Del Grano

En cuanto a la composición química del grano, también varía dentro de ciertos límites es; más o menos la siguiente:

Agua.....	10-13%
Almidón.....	63-71%
Proteínas.....	10-15%
Celulosa.....	2-3%
Azúcares.....	2-3%
Grasas.....	1-2%
Substancias minerales.....	1-2%

2.7 DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD MOTACU – CIAT

La variedad de trigo “MOTACÚ”, es un material que viene como respuesta a los cambios climáticos por su precocidad a 105 días de maduración fisiológica a siembra y por sus cruces originarios de trigo ancestrales; tiene entre sus características resistencia a la rusticidad, sequía, desgrane y moderada resistencia a la piricularia, además de ser una variedad con doble adaptabilidad (www.notiboliviarrural.com.bo).

El Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), institución dependiente de la gobernación del departamento de Santa Cruz, ha liberado variedades de trigo que se adaptan al oriente y occidente del país. Una de ellas es la semilla “MOTACÚ”, liberada el año 2010 y que en la zona de Okinawa ha dado buenos resultados y ahora también se apresta a ser utilizada en los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Potosí donde ha tenido buenos rendimientos.

a). Rendimientos

Los rendimientos de trigo en Santa Cruz están alrededor de 2 toneladas por hectárea y en el altiplano 1,2 toneladas por hectárea (www.notiboliviarrural.com.bo).

2.8. NECESIDADES AGRONÓMICAS DEL CULTIVO

2.8.1. Temperatura

Temperaturas mínimas de 3°C y máximas de 30 a 33°C, siendo las temperaturas óptimas entre 10 y 25°C (www.fenalce.com.pa).

2.8.2. Humedad

Requiere una humedad relativa entre 40 y 70%; desde el momento de la floración hasta la cosecha es la época que tiene mayores requerimientos en este aspecto, ya que exige una humedad relativa entre el 50 y 60% y un clima seco para su maduración (www.fenalce.com.pa).

2.8.3. Agua

Tiene bajos requerimientos de agua, ya que 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. La cantidad óptima es de 400 – 500 mm/ciclo (www.fenalce.com.pa).

2.8.4. Suelo

Los mejores suelos para su crecimiento deben ser sueltos, profundos, fértiles y libres de inundaciones, y deben tener un pH entre 6,0 y 7,5; en terrenos muy ácidos es difícil lograr un adecuado crecimiento (www.fenalce.com.pa).

2.8.5. Fertilizantes

Los requerimientos y extracción en grano de los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para distintos niveles de producción se indican en el cuadro 1. El índice de cosecha (extraído/absorbido) de N y P es elevado, del 65-75%, mientras que para K es mucho menor, 25%. En términos de fertilizante, con rendimientos de 5000

kg/ha se exportan del sistema el equivalente a 180 kg/ha de urea, 94 kg/ha de fosfato diamónico y 46 kg/ha de cloruro de potasio. Los requerimientos de nutrientes secundarios (azufre, calcio y magnesio) y micronutrientes (cobre, manganeso, zinc, boro, hierro) se indican en el cuadro 2.

CUADRO 1.

REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN EN GRANO DE NITRÓGENO (N), FÓSFORO (P) Y POTASIO (K) PARA DISTINTOS RENDIMIENTOS DE TRIGO.

Rendimiento	Absorción en planta			Extracción en grano		
	N	P	K	N	P	K
kg/ha	----- kg/ha -----			----- kg/ha -----		
3000	90	15	57	60	11	14
5000	150	25	95	100	19	23
7000	210	35	133	140	26	32

CUADRO 2.

REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES SECUNDARIOS Y MICRONUTRIENTES DEL CULTIVO DE TRIGO PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE GRANO.

Azufre	Calcio	Magnesio	Cobre	Manganeso	Zinc	Boro	Hierro
----- kg/ton -----			----- g/ton -----				
4.4	3	3	10	70	52	25	137

(www.ipni.com).

2.8.6. Riego

En zonas secas y épocas cálidas se recomienda dar primero un riego copioso y seguidamente realizar una labor de arado. Pues a continuación se realizará la siembra.

A veces en primavera, al arar se seca demasiado la tierra y es necesario dar un riego ligero antes de sembrar. Si se forma una costra superficial dar un pase con una grada de púas previa a la siembra.

Con el encañado comienza un periodo de intensa asimilación de agua y de sustancias nutritivas, por tanto, es preciso que la tierra contenga bastante humedad en esta fase. Durante el espigado es necesario aplicar otro riego. La planta está en plena actividad de asimilación y el agua es consumida rápidamente en esta fase.

El último riego debe realizarse a los pocos días del anterior, en plena madurez láctea de las espigas o muy al principio de la madurez pastosa, ya que las plantas siguen consumiendo mucha agua, empleada principalmente en trasladar el almidón y demás reservas alimenticias desde las hojas al grano (www.fenalce.com.pa).

2.9. CALIDAD DE LA SEMILLA

La semilla con atributos óptimos de pureza física, pureza genética, calidad sanitaria y calidad fisiológica.

2.9.1. Atributos Genéticos

La calidad genética de la semilla, entre otras cosas, se caracteriza por la pureza varietal, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad del grano, resistencia a condiciones adversas del suelo y clima.

La pureza genética de una variedad, garantiza la obtención en el campo de plantas que van a producir fielmente las características seleccionadas, que origina productos con la calidad esperada para el productor.

La contaminación genética es la resultante del intercambio de grano de polen entre variedades diferentes; por contaminación varietal, la mezcla de semillas de diferentes variedades, ocurre en la etapa de producción y la segunda principalmente en la etapa de post-cosecha. Deben tomarse en cuenta varias medidas para evitar las contaminaciones genéticas y/o varietales, para así poder colocar a disposición del agricultor semillas con las características deseables de alta calidad genética Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.2. Atributos Físicos

2.9.2.1. Pureza Física

Esta característica refleja la composición física de un lote de semilla; a través de este atributo se tiene información del grado de contaminación del lote, con semillas de plantas dañinas, de otras variedades, y la cantidad de materia inerte Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.2.2. Semilla Pura

La semilla pura comprenderá a la especie indicada por el expedidor o encontradas como predominantes en el análisis, incluyendo todas las variedades botánicas y cultivares de dicha especie. Se consideran semillas puras, las normales, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a dicha especie (ISTA, 2014).

2.9.2.3. Otras Semillas

En otras semillas se incluirán las semillas y pseudo semillas de cualquier especie distinta a la de la semilla pura, respecto a la clasificación en otras semillas y materia inerte (ISTA, 2014).

2.9.2.4. Materia Inerte

En materia inerte se incluirán semillas, pseudo semillas y otras materias tal como se detalla (fragmento de semilla, restos de cosecha, glumas vacías, lemmas y paleas). Tierra, arena, piedras, tallos y hojas.

Un lote de semillas con alta pureza física es un indicativo de que en el campo de producción fue bien conducido, que la cosecha y el beneficiado fue eficiente (ISTA, 2014).

2.9.2.5. Humedad

El contenido de humedad de las semillas es la cantidad de agua contenida en ellas, se expresa en función de su peso húmedo, el cual ejerce una influencia sobre el desempeño de las semillas en varias situaciones; del punto de cosecha para la mayoría de las especies es determinar en función al contenido de la humedad de la semilla.

El conocimiento del acondicionamiento, almacenamiento y la preservación de la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla es importante, porque semillas húmedas o muy secas sufren daños mecánicos en estas operaciones, también afecta en la actividad metabólica de las semillas; en los procesos de germinación, sufre un deterioro muy rápido.

Se considera como norma un porcentaje menor de 13% para la comercialización de la semilla Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.3. Atributos Fisiológicos

Se considera como atributo fisiológico al metabolismo de la semilla que está involucrado para expresar su potencial de desarrollo productivo en el cultivo Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.3.1. Germinación

En tecnología de semillas, la germinación es la emergencia del desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, manifestando su capacidad para dar origen a una plántula normal, sobre condiciones ambientales favorables.

El resultado de la prueba de germinación es utilizado para comparar la calidad fisiológica de lotes de semillas; sin embargo, se resalta que realizarse en condiciones ambientales óptimas, puede presentar un resultado muy diferente a condiciones ambientales no encontradas en el suelo.

El porcentaje de germinación es atributo obligatorio en el comercio de semillas, siendo en general el 80% el valor mínimo; en función a este porcentaje de germinación de semillas puras, el agricultor puede determinar la densidad de siembra Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.3.2. Poder Germinativo

El poder germinativo es la aptitud de germinar de una semilla, la cual se pierde por muerte del embrión y es causada principalmente por desecación.

Porcentaje de semillas que tienen la capacidad de germinar y desarrollar una plántula, totalmente normal cuando es colocada en condiciones óptimas para su crecimiento.

2.9.3.3. Dormancia

Es el estado en que una semilla viva se encuentra cuando se le dan todas las condiciones adecuadas para su germinación y la misma no germina. Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.3.4. Vigor

Es el resultado de la conjugación de todos aquellos atributos de la semilla que permite la obtención de una población en condiciones favorables de campo; existen varias pruebas de vigor, cada una adecuada al tipo de semillas en condiciones determinadas.

Este es un atributo muy utilizado por las empresas de semillas, en sus programas de gestión interna de calidad, se identifica por lotes con bajo potencial de almacenamiento, que germinan mal en frío, que no soportan sequía, etc. Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.9.4. Atributos Sanitarios

Las semillas utilizadas para la propagación deben ser sanas, libres de patógenos, semillas infectadas con enfermedades pueden ser de viabilidad baja o ser de bajo vigor. Las semillas en general son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos, que pueden a veces causar enfermedades en las plantas.

Los patógenos transmitidos por las semillas son bacterias, hongos, nematodos y virus los que más se transmiten son los hongos. Peske (2007); citado por (Huarachi, 2015).

2.10. CONCEPTOS DE SEMILLA CERTIFICADA

2.10.1. Semilla

La semilla es la unidad de reproducción sexual o asexual de las plantas y tienen la función de dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece. Proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor, una vez fecundados y maduros. Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma y, finalmente convertirse en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogénicos cuyo resultado final es la germinación de las semillas.

Sin embargo, muchas semillas necesitan pasar una fase de descanso tras haberse desprendido de la planta parental, antes de estar en condiciones de germinar y transformarse en plantas nuevas (www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx).

2.10.2. Semilla Certificada

Es aquella semilla que ha seguido todo el manejo en forma tal que su identidad y pureza genética se preservan satisfactoriamente, bajo el proceso de certificación de semillas, desde la fase de campo hasta la etiquetación, distinguiéndose en sus diferentes categorías (INIAF, 2014).

2.10.3. Semilla Pura

Semilla de la especie / variedad predominante en una muestra de trabajo para análisis de calidad, después de reducir los materiales inertes y extraño (ISTA, 2014).

2.11. CONTROL DE CALIDAD DE LA SEMILLA

El agricultor debe tener seguridad que la semilla adquirida es de calidad conocida, de una variedad específica y debidamente identificada para su fácil reconocimiento. Para

proporcionar esa garantía, se desarrollaron programas de control de calidad con el objetivo de supervisar todo el proceso de producción y tecnología de semillas.

En la producción de la semilla existen dos tipos de control de calidad: control externo de calidad y control interno de calidad (INIAF, 2014).

2.11.1. Control Interno de Calidad

Es necesario asegurarse que las semillas comercializadas no causarán sorpresas desagradables al ser sembradas por el productor que las compra. Para ello es necesario que presente las siguientes características en el campo:

- En el campo, aseguren altos niveles de pureza y sanidad
- Eliminar impurezas y uniformar el tamaño de las semillas
- En el almacén, existan condiciones adecuadas de humedad relativa y temperatura

No olvidemos que la calidad de la semilla se la obtiene en el campo; el beneficio o beneficiado almacenamiento nos ayuda a mantener esa calidad

El control interno de calidad es realizado por la propia empresa semillera, con el objeto de producir más y mejores semillas al menor costo posible. El control interno de calidad abarca desde la planificación del cultivo semillero, elección del terreno, descontaminación del cultivo, determinación de la humedad, pruebas rápidas de viabilidad, germinación y diversos registros para conocer el historial de la semilla.

Estas pruebas deben realizarse durante el proceso productivo a nivel de campo, al beneficio del almacenamiento y comercialización de la semilla.

Los productores de semilla de trigo en la cuenca del río Santa Ana para el control interno de la calidad en las diferentes etapas del proceso productivo han venido recibiendo apoyo técnico de EMAPA-Tarija y el INIAF- Tarija (INIAF, 2014).

2.11.2. Control Externo de la Calidad

El control externo de calidad o certificación de semillas es realizado en nuestro país por las oficinas y laboratorios de semillas del INIAF de cada departamento, consta básicamente de tres pasos, inscripción de las parcelas semilleras, inspección de campo y el control de la calidad de la semilla en laboratorio (INIAF, 2014).

2.12. CATEGORÍA DE SEMILLAS

Se establecen categorías de semillas, con la finalidad de asegurar que en las distintas multiplicaciones se mantengan las características genéticas y fitosanitarias de las variedades.

Las categorías reconocidas en la producción de semilla certificada son: genética, pre-básica, básica, registrada y certificada. En las normas específicas para cada especie, se determinará la secuencia obligatoria de multiplicación de las diferentes categorías (INIAF, 2014).

2.12.1. Categoría Genética

Es la primera generación obtenida a través de selección de plantas en general dentro de la estación experimental con la supervisión del mejorador. Es la categoría más alta del proceso de producción (INIAF, 2014).

2.12.2. Categoría Pre-Básica

Semilla resultante de la multiplicación de semillas genéticas. Esta categoría está destinada para semillas de aquellas especies que por su naturaleza requieren de una multiplicación vegetativa mediante el cultivo de tejidos, de acuerdo a reglamentos específicos (INIAF, 2014).

2.12.3. Categoría Básica

Semilla producida bajo la responsabilidad y control directo del obtentor responsable del registro de la variedad descrita al momento de su registro.

Para producir esta categorías se debe sembrar semillas de las categorías “genética, pre-básica” puede ser mantenida dentro de su categoría siempre y cuando cumpla con los

requisitos de calidad exigidos para la categoría. Se le otorga una etiqueta oficial de color blanco (INIAF, 2014).

2.12.3. Categoría Registrada

Semilla resultante de la multiplicación de las semillas básicas. Se le otorgará una etiqueta oficial de color rosado (INIAF, 2014).

2.12.4. Categoría Certificada

Semilla resultante de la multiplicación de semilla registrada. Se le otorgará una etiqueta oficial de color celeste (INIAF, 2014).

2.13. NORMAS ESPECÍFICAS PARA LA CERTIFICACION DE TRIGO

Se especifican las normas para trigo, cebada y avena de variedades graneleras dejando las variedades forrajeras con su reglamentación específica.

2.13.1. Aislamiento

Todo campo semillero deberá constituir una unidad claramente definida, demarcada, para evitar mezclas varietales, mecánica en la siembra y cosecha.

La separación mínima entre campos semilleros deberá ser de dos metros

2.13.2. Requisitos en Campo

El cultivo semillero para todas las categorías deberá establecerse en un campo en el cual no se haya sembrado cereales menores durante los seis meses anteriores. El campo semillero deberá instaurar en un lugar en el cual no se haya sembrado una variedad diferente durante los últimos seis meses. Durante las inspecciones de campo se evaluará el estado general del cultivo y se constatará el cumplimiento con las tolerancias que se indican (INIAF, 2014).

CUADRO 3

TOLERANCIA MÁXIMA PERMITIDA, CAMPO SEMILLERO

DETERMINACIÓN	BÁSICA	CATEGORÍAS REGISTRADAS	CERTIFICADA
Espigas de otras variedades o atípicas máximo	1:1000	2:1000	5:1000
Plantas de otras especies	0	1:1000	1:1000
Malezas prohibidas (*)	0	0	0
Nº mínimo de sub. Muestras	6	6	6
Nº de plantas examinar por sub. Muestras	1000	1000	1000
Área máxima por campo Ha	20	40	80
Manchado del grano causa por enfermedad % máximo(2)	20	20	20

(INIAF, 2014).

Se considera como malezas prohibidas o nociva a la rogelia (*Rottboellia esaltada*), maicillo (*Sorghum sudanense*), camotillo (*Ipomoea sp*), sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*), avena silvestre (*avena fatua*), quesillo o botoncillo (*annoda triangularis*), nabo rojo (*raaphanus raphanoides*), y otras malezas que presentan un peligro de diseminación a través de la semilla de trigo.

La desinfección de la semilla con un fungicida adecuado, será requisito para la aprobación del lote semillero. Los niveles indicados en el cuadro se exigirán en el momento de la cosecha.

2.13.3. Requisitos

Para cumplir con los requisitos de certificación de la semilla deberá cumplir con los siguientes límites de tolerancias exigidos.

CUADRO 4

TOLERANCIA MÁXIMA PERMITIDA EN LABORATORIO

DETERMINACIONES	CATEGORÍAS		
	BÁSICA	REGISTRADA	CERTIFICADA
Pureza física 5 mínimo	98	98	98
Materia inerte % máximo	2	2	2
Semilla de otra variedad y/o atípicas (1/)	1:1000	2:1000	5:1000
Semillas de otras cultivos máximo kg	0	5	15
Semilla de malezas prohibidas máximo/kg	0	0	0
Semillas de malezas comunes máximo/kg	0	5	10
Humedad % máximo	13	13	13
Germinación % máximo	-	-	80*

(INIAF,2014).

No se establece un mínimo de germinación por ser categorías para multiplicaciones posteriores. (INIAF, 2014).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE YESERA NORTE

3.1.1. Ubicación geográfica del ensayo en laboratorio y campo

El presente trabajo se realizó, en el laboratorio de semillas del INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), ubicado en la avenida Panamericana a la altura del kilómetro 2.5 km de la carretera Tomatitas del departamento de Tarija, provincia Cercado.

La prueba de campo se realizó en la comunidad de Yesera Norte, que se encuentra a 40 km de la ciudad de Tarija, limitando al Norte de Caldera, al Oeste de Junacas, al Noroeste de Carlazo.

3.1.2. Latitud y longitud

Geográficamente se encuentra ubicado entre los paralelos:

Latitud: 21° 24' 46.4" (21,4129°) sur;

Longitud: 64° 33' 1.9" (64,5505°) oeste;

Altitud: 2.178 metros (7.146 pies).

3.1.3. Clima

La comunidad de Yesera tiene un clima templado, sin cambio térmico invernal bien definido, seco en otoño, invierno y primavera. De acuerdo a los datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – Regional Tarija, la comunidad de Yesera Norte tiene las siguientes características:

- ✓ Temperatura, la media anual de 12 a 25 °C.
- ✓ Precipitación, la media anual está comprendida de 300 hasta 900 mm por año.
- ✓ Periodo de lluvias, están concentradas en los meses de noviembre a marzo.
- ✓ Periodo de helados, comprenden mayormente los meses de mayo a septiembre.

- ✓ Riesgo de granizadas, la mayor frecuencia se presenta entre los meses de noviembre a febrero.
- ✓ Riesgo de sequía, las sequías severas con graves pérdidas se presentan en forma cíclica cada 10 a 15 años.

3.1.4. Suelo

Los suelos de la comunidad de Yesera Norte tienen las siguientes características:

3.1.4.1. Textura

Tiene una amplia variación en su textura, pero predominan los siguientes: franco arcilloso, arcilloso arenosos y franco arenoso.

3.1.4.2. PH del Suelo

Varía entre 6.40 y 8.77, lo que indica que los suelos tienen mayormente una reacción débilmente ácida a débilmente alcalina.

3.1.4.3. Reconocimiento general de la Zona de Estudio

Se realizó el reconocimiento de las zonas de estudio, con el objeto de observar, recabar información de la comunidad donde se realizó la siembra de la semilla de trigo.

Por otra parte, se observó el laboratorio de análisis donde se tienen varios equipos, donde se realizó las pruebas a la semilla como; el % de humedad, % de pureza y % de germinación.

3.2. DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO

El presente trabajo fue desarrollado en una descripción de dos etapas donde se explicará lo realizado:

3.2.1 Primera etapa

En la primera etapa se realizó la determinación del contenido de humedad, análisis de pureza, análisis de germinación y ensayo de vigor de la semilla de trigo.

3.2.1.1 Determinación del Contenido de Humedad

1. El contenido de humedad de las muestras se determinó por el método indirecto, con un determinador de humedad DICKEY-JOHN.
2. Como primer paso para determinar la humedad se calibró la balanza, luego se procedió a pesar 1000 gr de semillas, como indica la regla de ISTA (The International Seed Testing Association) para el cultivo de trigo.
3. A continuación, se procedió a homogenizar la muestra, luego del homogenizada la muestra, se procedió a determinar el contenido de humedad. Se colocó las semillas en el determinador de humedad siguiendo los pasos del determinador de humedad, luego se realizó dos lecturas correspondientes.

Los resultados obtenidos en el determinador de humedad son sumados y divididos entre el número de lecturas, obteniendo el porcentaje (%) promedio de humedad.

3.2.1.2. Análisis de Pureza

1. Como primer paso para determinar la pureza física de la semilla de trigo, se calibró la balanza, se procedió a pesar 1000 gr de semilla, como lo indica la regla INSTA, para el cultivo de trigo.
2. A continuación, se trabajó con las semillas en el diafanoscopio donde se realizó una separación visual y minuciosa de lo que es materia inerte de las semillas; también se separaron otras semillas ajenas a la variedad.
3. Antes de proceder a los cálculos se pesó las fracciones de:
 - Semilla pura
 - La materia inerte
 - Otras semillas

3.2.1.3. Análisis de Germinación

Una vez concluida con la determinación de la humedad y análisis de pureza de la semilla de trigo, se procedió a realizar la prueba de germinación, utilizando semilla pura.

Se inició con la preparación del sustrato, como recomienda la regla ISTA para ensayos de germinación, la arena (TS), no deberá presentar partículas, muy finas ni muy gruesas. Por lo cual se procedió a realizar un tamizado de la arena a través de un tamiz de 0.8 mm de diámetro, para evitar que las partículas gruesas perjudiquen el desarrollo de las plántulas en el transcurso del ensayo de germinación. Una vez tamizada la arena se colocó en 12 bandejas de plástico.

Posteriormente se separó al azar 400 semillas de cada campaña de almacenamiento 2015,2016 y 2017 con las cuales se hizo cuatro repeticiones, cada repetición de 100 semillas haciendo un total de 400 semillas. El conteo de las 100 semillas se realizó con un contador de semillas.

La siembra se realizó sobre arena (TS), las semillas se distribuyó sobre el sustrato espaciado uniformemente dejando alrededor de 1 cm entre sí para evitar que las raicillas se enreden; una vez ya acomodadas y ordenadas por encima de la arena fueron cubiertas con una fina capa de arena, posteriormente se realizó el riego con agua destilada; una vez concluido el riego se procedió al tapado de las bandejas y se identificó adecuadamente cada una de ellas. Posteriormente se colocó las bandejas de plástico en la cámara de germinación a una temperatura de 25 °C con luz controlada como lo indica la regla ISTA (The International Seed Testing Association).

La primera evaluación del porcentaje de germinación de cada tratamiento se realizó a los 4 días después de la siembra y la segunda evaluación a los 8 días después de la siembra, anotando los resultados para cada réplica y cada tratamiento.

3.2.1.4. Ensayos de Vigor

Como todavía no hay ningún método estandarizado para determinar el vigor que pueda recomendarse para todas las especies, para la prueba de vigor se utilizó el test

fisiológico en condiciones favorables que es el método de ensayo de crecimiento de las plántulas. En este ensayo se midió el tamaño de las plántulas como dato de velocidad de crecimiento; la medición se realizó a los 8 días después de la siembra, demarcada simultáneamente con la evaluación del porcentaje germinación. Para determinar los rangos de longitud de plántulas se sacó un promedio entre plántulas de mayor tamaño y de menor tamaño lo cual dio como resultado los siguientes rangos.

Rangos para evaluar el vigor

15,8 cm – 18,5 cm	plántulas de alto vigor
10,1 cm – 15.7 cm	plántulas de mediano vigor
7 cm – 10 cm	plántulas de bajo vigor

3.2.2. Segunda etapa

En la segunda etapa se realizó el análisis de germinación en campo y ensayo de vigor de la semilla de trigo.

3.2.2.1. Análisis de germinación en campo

3.2.2.2. Preparación del terreno

Primeramente se realizó una limpieza del lugar donde se llevó adelante el ensayo, con el objetivo de eliminar todas las malezas para evitar el crecimiento de otras plantas.

Posteriormente se efectuó el riego a la parcela, luego se dejó secar hasta que esté listo para rastrear, seguidamente se pasó el tractor hasta que el suelo quedó totalmente mullido, luego se realizó un segundo riego, después del regado se dejó que seque u oreo hasta que estuvo en capacidad de campo, se dio un segundo ablandado con azadón dejándolo listo para la marcación.

Luego se procedió a la medición de las parcelas con la ayuda de un metro; las parcelas tenían un tamaño de 1.30 x 1.30 para cada réplica del ensayo, midiendo y colocando estacas en los puntos dados de cada parcela, y dejando la marcación lista para la siembra.

3.2.2.3. Siembra

Se empezó la siembra realizando un conteo de 216 semillas para cada réplica, haciendo un total de 864 semillas para cada una de las campañas.

Se efectuó la siembra con la ayuda de una regla la cual sirvió para las diferentes mediciones de los espaciamientos de la semilla, luego se sembró la semilla con un espaciamiento de 5 cm de semilla a semilla y 15 cm de surco a surco. Se sembró a una profundidad de 3 a 5 cm.

Luego de dejar la semilla en los respectivos surcos se pasó el rastrillo para cubrir la semilla con tierra para su posterior germinación.

La lectura del ensayo se tomó a los 8 días después de la siembra tomando en cuenta las 100 semillas que se encontraban en el centro del ensayo.

3.2.2.4. Ensayos de Vigor en Campo

Como todavía no hay ningún método estandarizado para determinar el vigor que pueda recomendarse para todas las especies, para la prueba de vigor se utilizó el test fisiológico en condiciones favorables que es el método de ensayo de crecimiento de las plántulas. En este ensayo se midió el tamaño de las plántulas como dato de velocidad de crecimiento; la medición se realizó a los 8 días después de la siembra demarcada simultáneamente con la evaluación del porcentaje germinación. Para determinar los rangos de longitud de plántulas se sacó un promedio entre plántulas de mayor tamaño y de menor tamaño lo cual dio como resultado los siguientes rangos.

Rangos para evaluar el vigor

7.5 cm – 12 cm	plántulas de alto vigor
3.5 cm – 7.5 cm	plántulas de mediano vigor
1.0 cm – 3.5 cm	plántulas de bajo vigor

3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS Y MATERIALES EMPLEADOS EN EL TRABAJO DIRIGIDO

3.3.1. Características y Alcances del Trabajo Dirigido

El trabajo dirigido tuvo un alcance de evaluar la germinación y el vigor de la semilla de trigo de tres campañas de almacenamiento de la variedad MOTACU-CIAT en laboratorio y campo. El área de acción donde se ejecutó el presente trabajo fue la comunidad de Yesera Norte que es una de las comunidades productora de semilla de trigo, que forma parte de la Alta Cuenca del Río Santa Ana, situada a 40 km, de la ciudad, perteneciente al municipio de Tarija, provincia Cercado, departamento de Tarija.

3.3.2. Técnicas a ser Empleadas en el Trabajo Dirigido

Se realizó una observación de la información recabada por diferentes instituciones como el INIAF y el EMAPA, efectuando un análisis minucioso para poder realizar el trabajo de investigación. Se efectuó una evaluación del terreno donde se llevó adelante la siembra, cumpliendo con los requisitos para realizar el ensayo.

Una vez teniendo las muestras de la semilla de trigo, se llevó al laboratorio de semillas del INIAF – Tarija, para efectuar el análisis de la calidad de la semilla. Según las reglas ISTAS se realizó los siguientes análisis: % de humedad, % de pureza y % de germinación.

3.3.3. Materiales

3.3.3.1. Material Vegetal

Semilla de trigo de la variedad MOTACU-CIAT de las campañas de almacenamiento 2015,2016 y 2017.

Semilla 2015

La semilla fue recepcionada el 02/02/15, procedente de Santa Cruz, de la semillera CIAT, de la variedad MOTACU-CIAT.

Semilla 2016

La semilla fue recepcionada el 10/01/16, procedente de Jaramillo, de la semillera APRIA, la cual tiene de cooperador a Teófilo Sulca, de la variedad d MOTACU-CIAT.

Semilla 2017

La semilla fue traída de la comunidad de Yesera Norte, del señor Deibi Castillo el 24/06/17.

3.3.3.2. Material de Campo

- Flexómetro, estacas
- Registro de campo
- Letreros de identificación
- Cámara fotográfica

3.3.3.3. Herramientas

- Azadón
- Rastrillo
- Arado

3.3.3.4. Materiales de Laboratorio

- Balanza electrónica
- Libreta
- Pinzas
- Bandejas de plástico
- Cámara de germinación
- Registro de germinación

3.3.3.5. Materiales de Gabinete

- Computadora
- Impresora
- Manual de texto

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

El presente trabajo dirigido se realizó en Laboratorios de las oficinas de INIAF, donde se llevó a cabo los análisis de semillas; también se realizó la siembra en campo la cual se presenta de la siguiente manera:

4.2. Análisis de Laboratorio

Con las muestras de la semilla de trigo de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017 se realizó los siguientes análisis en laboratorio cumpliendo las reglas ISTA se hizo; % de pureza, % de humedad, % de germinación y determinación del vigor; se presentó un resumen general de los análisis realizados donde se muestra los siguientes resultados que se explicará por partes.

4.2.1. Análisis de Humedad

Se determinó el contenido de agua por medio de un método indirecto en un equipo llamado, Dickey-John mediante el cual, se selecciona el grano, se coloca las semillas enteras sobre una pequeña tolva de la cual se lleva al vacío la semilla y se determina la humedad. En la pantalla que tiene este aparato se realiza la lectura de la humedad.

CUADRO 5

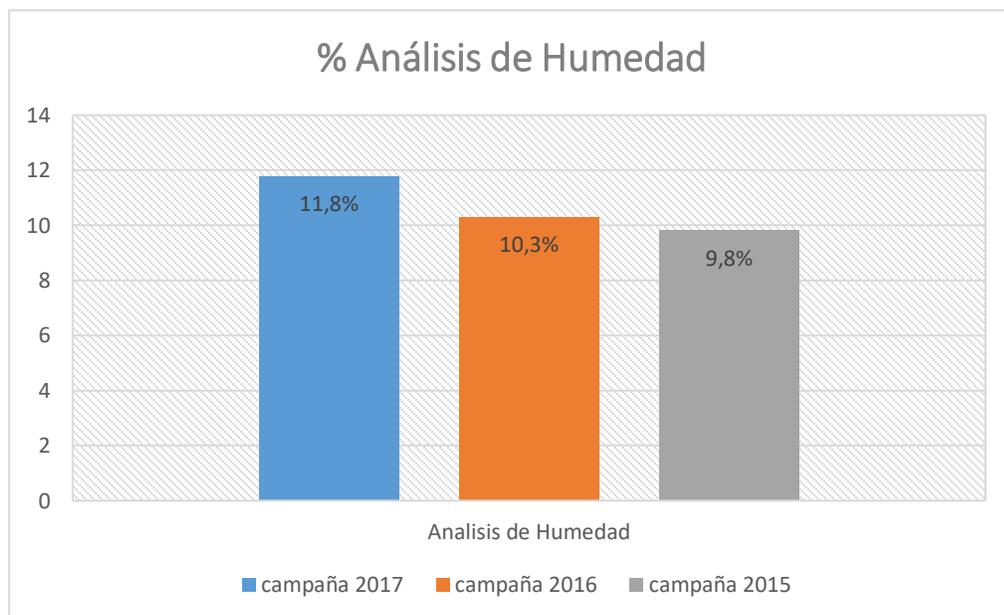
REGISTRO DE HUMEDAD

Campaña de almacenamiento	Variedad	Prueba N° 1	Prueba N° 2	Promedio
Campaña 2015	Motacu-ciat	9,7	9,9	9,8
Campaña 2016	Motacu-ciat	10,4	10,3	10,3
Campaña 2017	Motacu-ciat	11,5	12,2	11,8

De acuerdo al cuadro se observa en este análisis que el porcentaje de humedad es el adecuado porque es inferior al 13.0%. Con este porcentaje de humedad se puede conservar la semilla para poder comercializarla; es la humedad máxima permitida para el almacenamiento de estos materiales de propagación.

GRÁFICO 3

ANÁLISIS DE HUMEDAD DE LAS CAMPAÑAS DE ALMACENAMIENTO DE 2015, 2016 Y 2017.



De acuerdo a la gráfica se puede interpretar los resultados que nos indica el porcentaje de semillas de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. Se observaron los diferentes resultados de porcentaje (%) de humedad.

De acuerdo a la gráfica se puede interpretar que la campaña con mayor porcentaje de contenido de agua corresponde a la semilla de la campaña 2017, con un 11,8%; luego tenemos la semilla de la campaña 2016 con un 10,3% de humedad y con un 9.8% de humedad se encuentra la semilla de la campaña 2015.

4.2.2. Análisis de Pureza

Este análisis se efectuó del 10 al 13 de septiembre de 2017 en el laboratorio de semillas del INIAF, con la separación de la materia inerte, otras semillas, etc. Para tal motivo se realiza la descripción que se detalla a continuación:

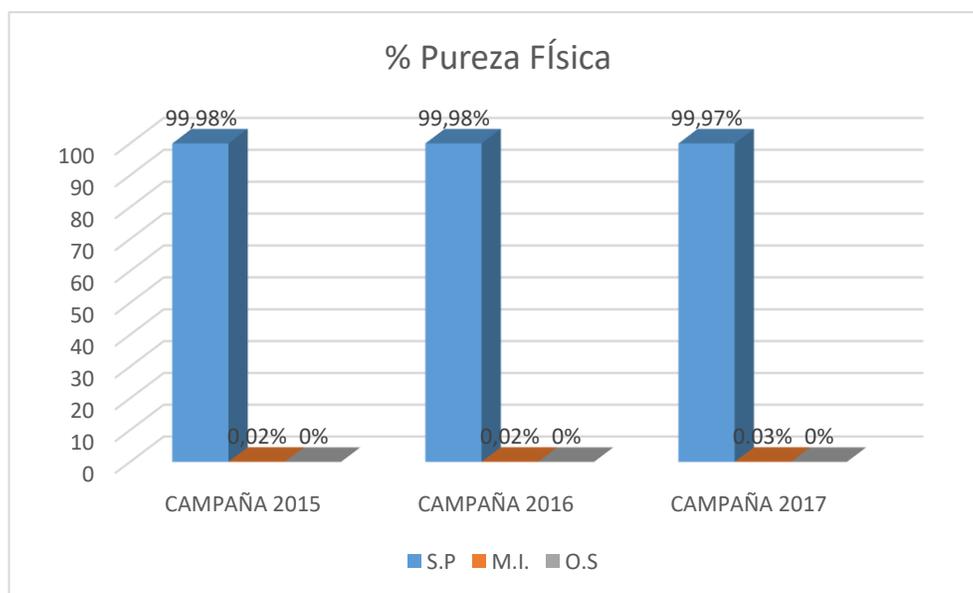
CUADRO 6

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA (ANÁLISIS DE PUREZA)

Campaña de almacenamiento	Variedad	% Análisis de pureza		
		% Semilla pura	% Materia inerte	% Otras semillas
Campaña 2015	Motacu-ciat	99,98	0,02	0
Campaña 2016	Motacu-ciat	99,98	0,02	0
Campaña 2017	Motacu-ciat	99,97	0,03	0

GRÁFICO 4

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA DE LA VARIEDAD MOTACU-CIAT



Se efectuó la interpretación del cuadro y el gráfico lo que se consigna claramente que el porcentaje de mayor pureza física es el de la campaña de almacenamiento 2015, con un 99.98% de pureza y un 0.02% de materia inerte, siguiendo con gran importancia la campaña de almacenamiento 2016, con un 99.98% y un 0.02% de materia inerte; con un menor porcentaje de pureza está la campaña de almacenamiento 2017 con 99.97% de pureza y un 0.03% de materia inerte.

El porcentaje mínimo de tolerancia es del 2% entonces se puede decir que la semilla tiene una pureza física adecuada.

4.2.3. Análisis de Germinación

El análisis de germinación se realizó del 14 al 22 de septiembre del 2017 en el laboratorio de semillas del INIAF. Luego de hacer el análisis de pureza se realizó el colocado a germinar 100 semillas en cada bandeja la cual contenía arena, para dejar después en una cámara de germinación. Después se realizó las lecturas a los 4 días y 8 días para posteriormente observar los resultados esperados, para efectuar una evaluación con el conteo de las plántulas.

Las semillas de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017, son contra muestras de semillas, muestreadas para realizar los análisis de laboratorio (pureza física, humedad y germinación) y están contenidas en frascos de plástico debidamente cerrados que se encuentran en vitrinas y para el control de insectos que puedan dañar la calidad de la semilla se utiliza un producto químico (fotofosin) que no es semilla proveniente de unidades de acondicionamiento de semillas o almacenadas en centros de acopio o en silos metálicos

4.2.3.1. Lectura a los 4 días

La lectura se realizó el 18 de septiembre del 2017.

CUADRO 7

DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS DE GERMINACIÓN A LOS 4 DÍAS

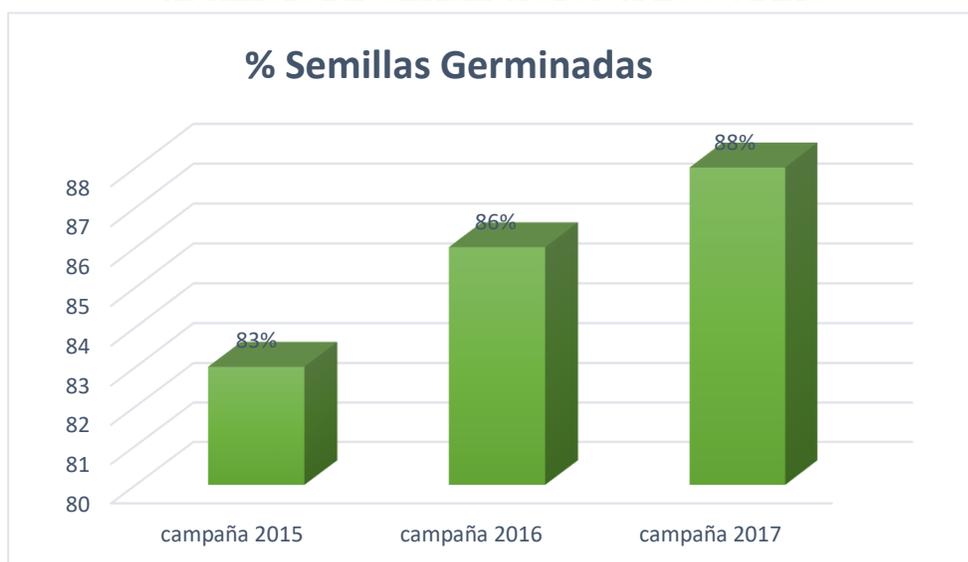
Campaña de almacenamiento	Variedad	Germinación	
		% De semillas germinadas	% De semillas no germinadas
Campaña 2015	Motacu-ciat	83	17
Campaña 2016	Motacu-ciat	86	14
Campaña 2017	Motacu-ciat	88	12

De acuerdo al cuadro en el análisis de germinación de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017 los datos se interpretaron de la siguiente manera:

Se pudo observar que el tratamiento de las campañas de almacenamiento 2017 presentó una mayor cantidad de semilla germinada un 88% de germinación. Seguidamente el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 presento un 86% de semilla germinada. Y, por último los tratamientos de la campaña de almacenamiento 2015, que presentó un menor porcentaje con un 83% de semilla germinada.

GRÁFICO 5

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN A LOS 4 DÍAS



De acuerdo al gráfico, los resultados obtenidos donde se observa el de mayor porcentaje de germinación es la semilla de la campaña 2017 con un 88% de germinación. Siguiéndole la semilla de la campaña 2016, que presentó un 86% de semilla germinada. Y, por último, las semillas de las campaña 2015, con un 83% de germinación que fue el porcentaje mínimo.

4.2.3.2. Lectura a los 8 días de Germinación

La lectura se realizó el 22 de septiembre del 2017.

CUADRO 8

DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE GERMINACIÓN A LOS 8 DÍAS

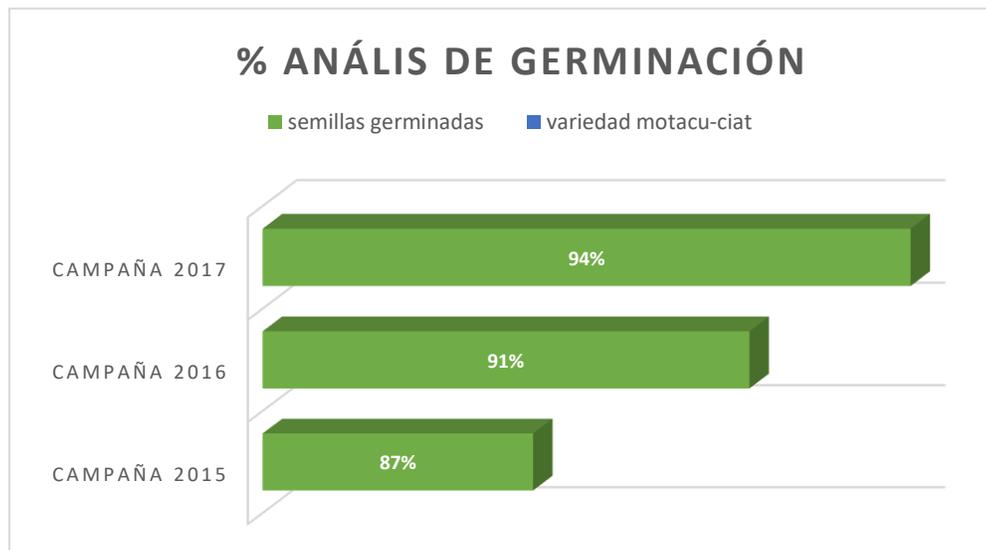
Campaña de almacenamiento	Variedad	Germinación	
		% De semillas germinadas	% De semillas no germinadas
Campaña 2015	Motacu-ciat	87	13
Campaña 2016	Motacu-ciat	91	9
Campaña 2017	Motacu-ciat	94	6

De acuerdo al cuadro en el análisis de germinación de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017 los datos se interpretaron de la siguiente manera:

Se pudo observar que el tratamiento de las campañas de almacenamiento 2017 presentó una mayor cantidad de semilla germinada con un 94% de germinación. Seguidamente el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presento un 91% de semillas germinada. Y por último, los tratamientos de la campaña de almacenamiento 2015 que presentó un menor porcentaje con un 87% de semilla germinada.

GRÁFICO 6

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN A LOS 8 DÍAS



De acuerdo al gráfico los resultados obtenidos, se observa el de mayor porcentaje de germinación es la semilla de la campaña 2017 con un 94% de germinación. Siguiéndole la semilla de la campaña 2016, que presentó un 91% de semilla germinada. Y por último, las semillas de las campaña 2015, con un 87%de germinación que fue el porcentaje mínimo.

Discusión

De acuerdo a la Norma General de Especies Agrícolas y la norma específica de certificación de semilla de trigo (*Triticum aestivum L.*), indican que el porcentaje mínimo de germinación de semillas, debe ser 80%, por lo cual se concluye que la semilla de trigo de las campañas almacenadas en las gestiones 2015, 2016 y 2017 están dentro de los parámetros que establece las Norma específica de certificación de trigo en actual vigencia de acuerdo a la gráfica antes mencionada.

4.3. ENSAYO DE VIGOR

Se realizó la lectura del vigor de la semilla de trigo, donde se presenta un resumen en el que muestra los siguientes resultados que se explican por partes:

Como todavía no hay ningún método estandarizado para determinar el vigor que pueda recomendarse para todas las especies, para la prueba de vigor se utilizó el test fisiológico en condiciones favorables que es el método de ensayo de crecimiento de las plántulas que consiste en mediciones del tamaño de la plántula, se realiza simultáneamente con la evaluación del porcentaje de germinación. Para determinar los rangos de longitud de plántulas se sacó un promedio entre plántulas de mayor tamaño y de menor tamaño.

4.3.1. Plántulas de Alto Vigor

CUADRO 9
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

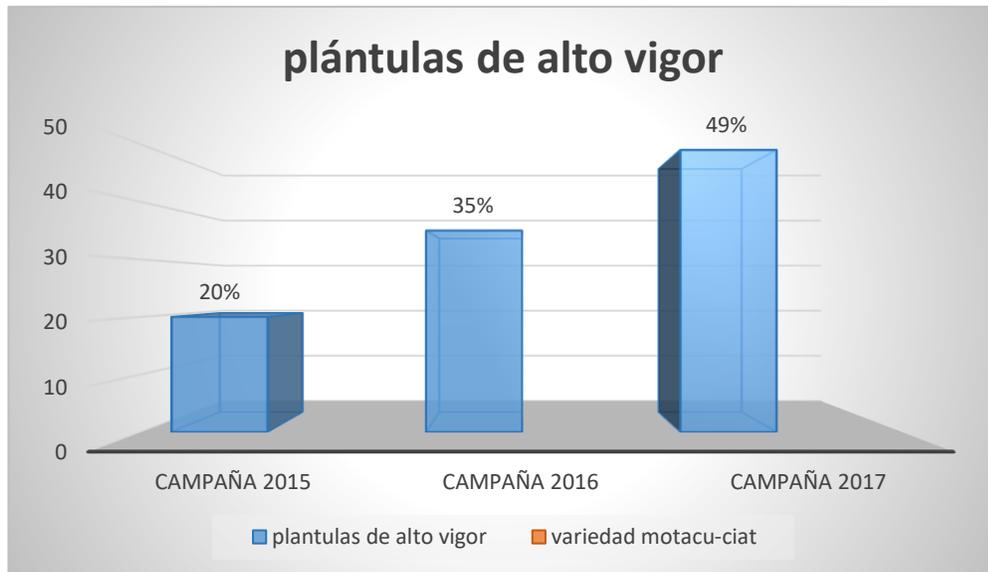
Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de alto vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	20
Campaña 2016	Motacu-ciat	35
Campaña 2017	Motacu-ciat	49

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de alto vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017 presento un mejor porcentaje del 49% de plántulas de alto vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presenta un porcentaje de 35% de plántulas de alto vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015, presenta un porcentaje del 20% de plántulas de alto vigor.

GRÁFICO 7

PLÁNTULAS DE ALTO VIGOR (VARIEDAD MOTACU-CIAT)



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de alto vigor de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2017, presentó un mayor porcentaje del 49% de plántulas de alto vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que mostró un porcentaje del 35% de plántulas de alto vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña 2015, presentó un porcentaje del 20% de plántulas de alto vigor.

Según lo que se puede apreciar en la gráfica anteriormente vista, el porcentaje(%) de plántulas de alto vigor, de las tres campañas de almacenamiento no existe diferencia entre los tratamientos de las campañas 2017 y la campaña 2016, pero sí hay diferencia entre los tratamientos de las semillas de las campañas 2017 y la campaña 2015, con una diferencia del 29% de plántulas de alto vigor y también hay una diferencia entre los tratamientos de la semilla de la campaña 2016 y la campaña 2015 con una diferencia del 15% de plántulas de alto vigor.

Discusión

Según (Moreira de Carvalho y J. Nakagawa, 1988) indicaron que durante el almacenamiento, con el aumento de la edad de la semilla, se produce un envejecimiento natural que provoca un debilitamiento que continúa hasta que las semillas dejen de ser vigorosas. Si las condiciones de almacenamiento no son las adecuadas, las semillas pierden vigor seguido de la viabilidad y que son difíciles de diferenciar. Se dice que el máximo potencial de almacenamiento lo alcanza cuando ocurre la madures fisiológica, entonces presenta el máximo peso seco, germinación y vigor, después de eso el vigor de las semillas varían según el tiempo y condiciones en que permanezcan almacenadas.

4.3.2. Plántulas de Mediano Vigor

CUADRO 10

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

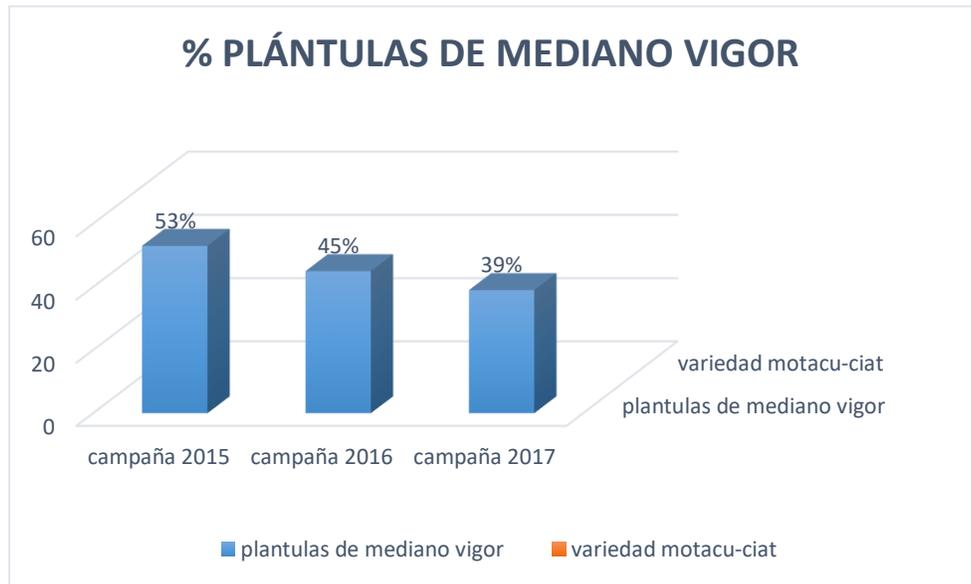
Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de mediano vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	53
Campaña 2016	Motacu-ciat	45
Campaña 2017	Motacu-ciat	39

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de mediano vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015 presentó un mejor porcentaje del 53% de plántulas de mediano vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presenta un porcentaje de 45% de plántulas de mediano vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017, presenta un porcentaje del 39% de plántulas de mediano vigor.

GRÁFICO 8

PLÁNTULAS DE MEDIANO VIGOR



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de mediano vigor de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2015, presentó un mayor porcentaje del 53% de plántulas de mediano vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que mostró un porcentaje del 45% de plántulas de mediano vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña 2017, presento un porcentaje del 39% de plántulas de mediano vigor.

Según lo que se puede apreciar, el porcentaje (%) de plántulas de mediano vigor de las tres campañas de almacenamiento, si existe diferencia entre las campañas 2015 y la campaña 2016 del 8%, también existe diferencia entre la campaña 2015 y la campaña 2017 del 14% de plántulas de mediano vigor y también existe diferencia entre la campaña 2016 y la campaña 2017 del 6% de plántulas de mediano vigor.

Discusión

Según (Perry, 1980) se define al vigor como la suma de los atributos de las semillas que promueve o permite una germinación rápida, el vigor es considerado como el cuarto factor de la semilla en el contexto del establecimiento en el campo. En el proceso de deterioro de las semillas se observó que el vigor se reduce más rápidamente con el transcurso de los años de almacenamiento, así en algún caso existirá semillas con alto porcentaje de germinación y de bajo vigor.

4.3.3. Plántulas de Bajo Vigor

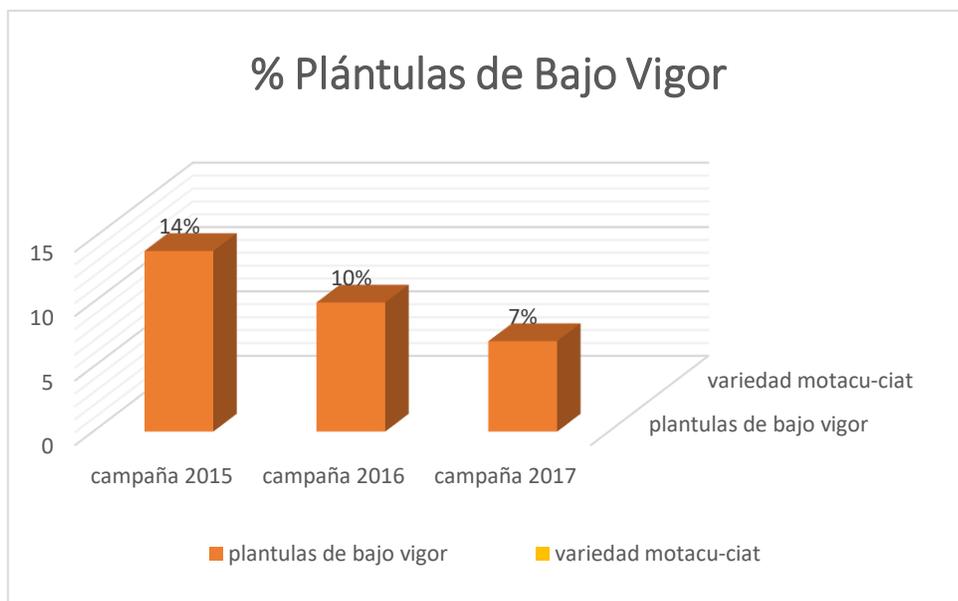
CUADRO 11
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de bajo vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	14
Campaña 2016	Motacu-ciat	10
Campaña 2017	Motacu-ciat	7

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de bajo vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. Se pudo observar que en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015 presentó un mayor porcentaje del 14% de plántulas de bajo vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presenta un porcentaje de 10% de plántulas de bajo vigor. Y por último el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017, presenta un porcentaje del 7% de plántulas de bajo vigor.

GRÁFICO 9

PLÁNTULAS DE BAJO VIGOR



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de bajo vigor de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2015, presentó un mayor porcentaje del 14% de plántulas de bajo vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que presentó un porcentaje del 10% de plántulas de bajo vigor. Y por último el tratamiento de la campaña 2017, presentó un porcentaje del 7% de plántulas de bajo vigor.

Según lo que se puede apreciar, el porcentaje (%) de plántulas de bajo vigor de las tres campañas de almacenamiento, existe diferencia entre las campañas 2015 y la campaña 2016 del 4%, también existe diferencia entre la campaña 2015 y la campaña 2017 del 7% de plántulas de mediano vigor y también existe diferencia entre la campaña 2016 y la campaña 2017 del 3% de plántulas de mediano vigor.

Discusión

El vigor afecta la viabilidad de la semilla, la velocidad de germinación, el crecimiento, la sensibilidad de las plántulas a los factores externos y la capacidad de almacenamiento de diferentes lotes de semillas (Corbineau, 2012). Como se aprecia en la gráfica.

4.4. RESUMEN DEL PORCENTAJE DE PLÁNTULAS DE ALTO, MEDIANO Y DE BAJO VIGOR

CUADRO 12

RESUMEN DEL PORCENTAJE DE PLÁNTULAS DE ALTO, MEDIANO Y BAJO VIGOR.

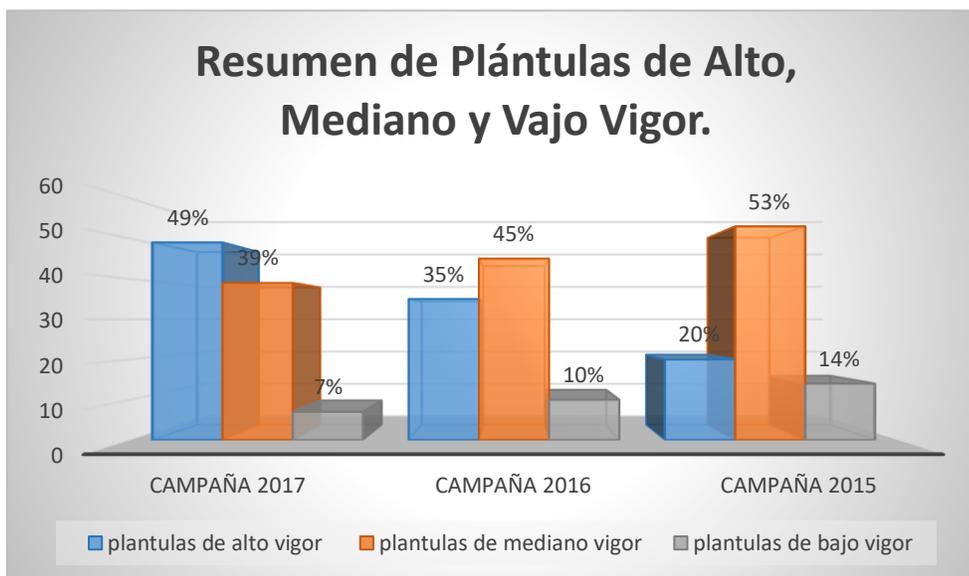
Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de alto vigor	(%)Plántulas de mediano vigor	(%) Plántulas de bajo vigor
Campaña 2017	Motacu-ciat	49	39	7
Campaña 2016	Motacu-ciat	35	45	10
Campaña 2015	Motacu-ciat	20	53	14

El cuadro nos indica un resumen del porcentaje de plántulas de alto, mediano y bajo vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

De acuerdo a los datos que se presentan en este cuadro, podemos decir que a medida que avanza el tiempo de almacenamiento las semillas van perdiendo el porcentaje de vigor.

GRÁFICO 10

RESUMEN DE PLÁNTULAS DE ALTO, MEDIANO Y BAJO VIGOR DE LAS CAMPAÑAS DE ALMACENAMIENTO 2015, 2016 Y 2017.



En la gráfica se puede observar en forma general el porcentaje de plántulas de alto, mediano y bajo vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Aquí podemos apreciar que el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017, presento un mayor porcentaje de plántulas de alto vigor con 49%; también se obtuvo un 39% de plántulas de mediano vigor y un 7% de plántulas de bajo vigor.

El tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016, presento un 35% de plántulas de alto vigor, seguido por un 45%, que presento las plántulas de mediano vigor y por último se presentó un 10%, de plántulas de bajo vigor.

Y por último el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015, presentó un porcentaje del 20% de plántulas de alto vigor, seguido de 53% de plántulas de mediano vigor y por último se obtuvo un 14% de plántulas de bajo vigor.

Discusión.- Según (Tekrony, 2006) la detección del deterioro de la semilla mediante pruebas de vigor puede ser entendida como un componente importante en la evaluación de la calidad fisiológica, como se muestra en la gráfica.

4.5. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN CAMPO

4.5.1. Análisis de Germinación en Campo

El análisis de la germinación en campo se realizó del 10 al 18 de septiembre de 2017, en la comunidad de Yesera Norte, en los terrenos del señor Javier Ríos. Colocando a germinar 216 semillas de trigo en cada réplica que contenía 12 réplicas por total. Después se realizó las lecturas a los 8 días después de la siembra observando así los siguientes resultados:

CUADRO 13

**DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA
(ANÁLISIS DE GERMINACIÓN EN CAMPO)**

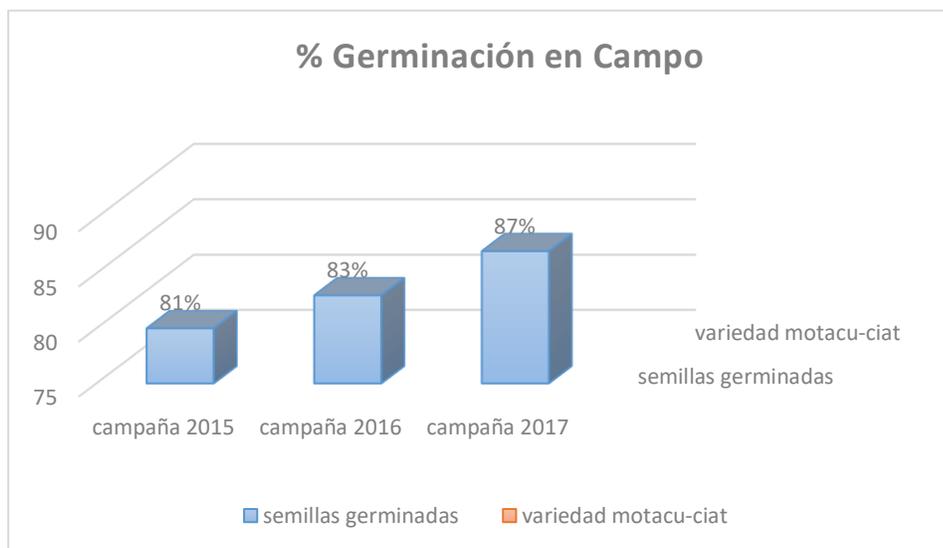
Campaña de almacenamiento	Variedad	% Germinación
Campaña 2015	Motacu-ciat	81
Campaña 2016	Motacu-ciat	83
Campaña 2017	Motacu-ciat	87

De acuerdo al cuadro en el análisis de germinación de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017, los datos se interpretaron de la siguiente manera:

Se pudo observar que el tratamiento de las campañas de almacenamiento 2017 presentó una mayor cantidad de semilla germinada 87% de germinación. Seguidamente el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 presento un 83% de semilla germinada. Y por último los tratamientos de la campaña de almacenamiento 2015, presento un menor porcentaje con un 81% de semilla germinada.

GRÁFICO 11

ANÁLISIS DE GERMINACIÓN EN CAMPO



De acuerdo al gráfico, los resultados obtenidos donde se observa el de mayor porcentaje de germinación en la semilla de la campaña 2017 con un 87% de germinación. Siguiéndole la semilla de la campaña 2016, que presentó un 83% de semilla germinada. Y por último las semillas de las campaña 2015, con un 81% de germinación que fue el porcentaje mínimo.

Según la comparación que se puede apreciar, el porcentaje (%) de semillas germinadas en campo de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. no existe diferencias entre las campañas 2016 y la campaña 2015, pero si existe diferencia entre las campaña 2017 y la campaña 2016 de 4% y entre la campaña 2017 y la campaña 2015 de 6% de semillas germinadas.

Discusión

Según (Moreire de Carvalho y J. Nakagawa, 1988) Muchas veces sucede que los lotes de igual o similar germinación pueden no guardar relación con la emergencia en campo, ya que las condiciones de campo no son controladas, como en laboratorio, razón por la cual la germinación es menor en campo que en laboratorio.

4.5.2. ENSAYO DE VIGOR

Se realizó la lectura del vigor de la semilla de trigo en campo el 18 de octubre de 2017, donde con la ayuda de una regla se midió las diferentes plántulas de trigo. En seguida se presenta un resumen donde se muestra los siguientes resultados que se explicará por partes:

4.5.2.1. Plántulas de Alto Vigor

CUADRO 14

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

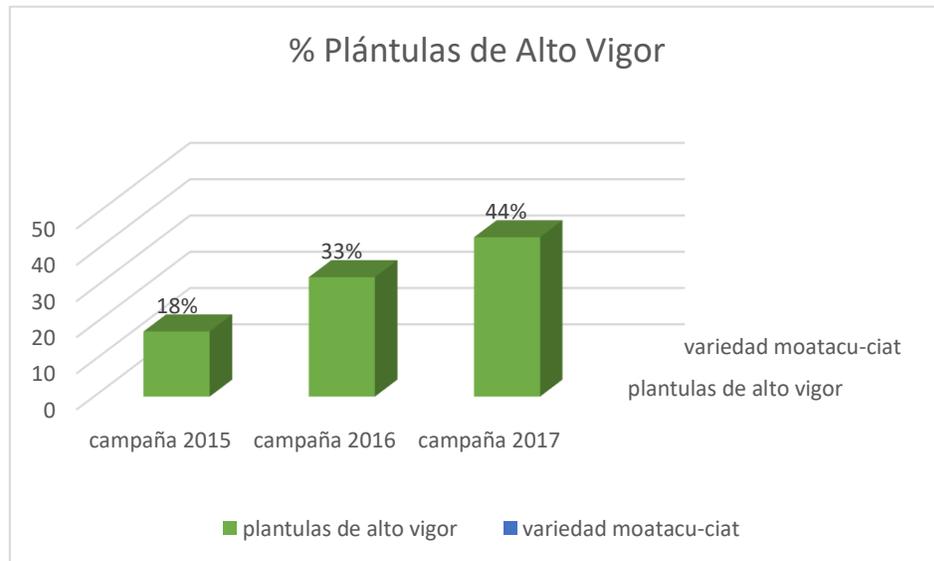
Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de alto vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	18
Campaña 2016	Motacu-ciat	33
Campaña 2017	Motacu-ciat	44

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de alto vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017 presentó un mejor porcentaje del 44% de plántulas de alto vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presenta un porcentaje de 33% de plántulas de alto vigor. Y por último el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015, muestra un porcentaje del 18% de plántulas de alto vigor.

GRÁFICO 12

PLÁNTULAS DE ALTO VIGOR



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de alto vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2017 presentó un mayor porcentaje del 44% de plántulas de alto vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que presentó un porcentaje del 33% de plántulas de alto vigor. Y por último el tratamiento de la campaña 2015, mostró un porcentaje del 18% de plántulas de alto vigor.

Según lo que se puede apreciar, entre el porcentaje(%) de plántulas de alto vigor, de las tres campañas de almacenamiento no existe diferencia de los tratamientos entre la campaña 2017 y la campaña 2016, pero sí hay diferencia entre los tratamientos de las semillas de las campañas 2017 y la campaña 2015, con una diferencia del 26% de plántulas de alto vigor y también hay una diferencia entre los tratamientos de la semilla de la campaña 2016 y la campaña 2015 con una diferencia del 15% de plántulas de alto vigor.

4.5.2.2. Plántulas de Mediano Vigor

CUADRO 15

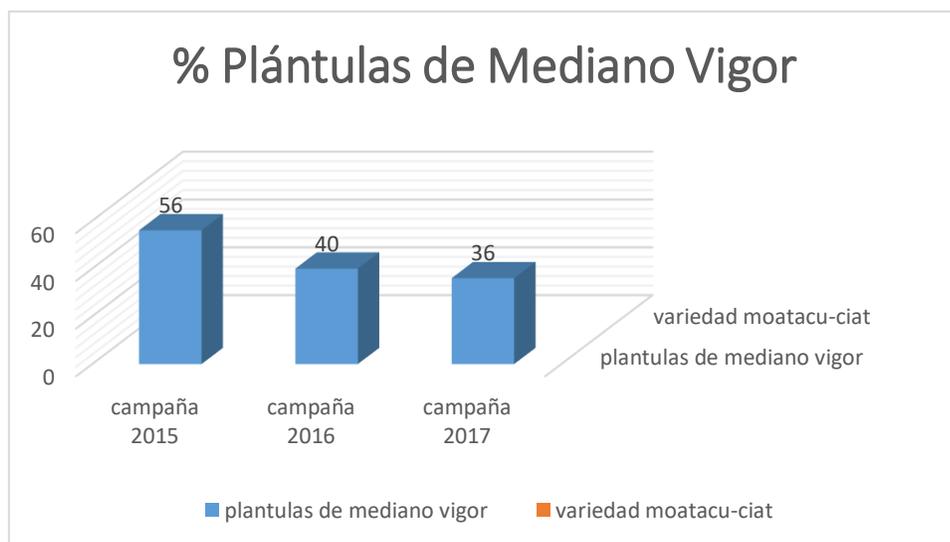
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de mediano vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	56
Campaña 2016	Motacu-ciat	40
Campaña 2017	Motacu-ciat	36

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de mediano vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. Se pudo observar que en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015 presentó un mejor porcentaje del 56% de plántulas de mediano vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016 que presentó un porcentaje de 40% de plántulas de mediano vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017 que, presentó un porcentaje del 36% de plántulas de mediano vigor.

GRÁFICO 13

PLÁNTULAS DE MEDIANO VIGOR



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de mediano vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2015, presentó un mayor porcentaje del 56% de plántulas de mediano vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que presentó un porcentaje del 40% de plántulas de mediano vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña 2017, presentó un porcentaje del 36% de plántulas de mediano vigor.

Según lo que se puede apreciar, entre el porcentaje (%) de plántulas de mediano vigor de las tres campañas de almacenamiento, si existe diferencia entre las campañas 2015 y la campaña 2016 del 16%, también existe diferencia entre la campaña 2015 y la campaña 2017 del 20% de plántulas de mediano vigor y también existe diferencia entre la campaña 2016 y la campaña 2017 del 4% de plántulas de mediano vigor.

4.5.2.3. Plántulas de Bajo Vigor

CUADRO 16

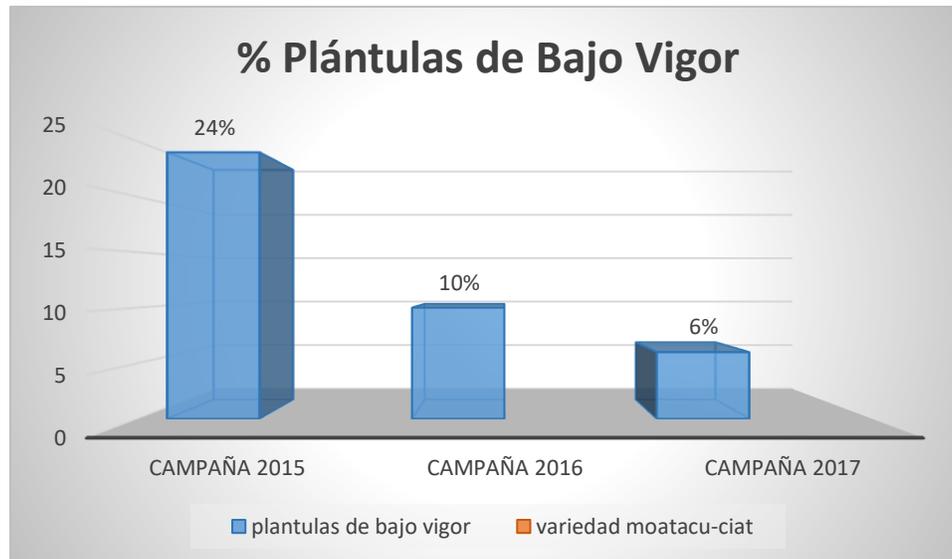
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Plántulas de bajo vigor
Campaña 2015	Motacu-ciat	24
Campaña 2016	Motacu-ciat	10
Campaña 2017	Motacu-ciat	6

En el cuadro podemos ver el porcentaje de plántulas de bajo vigor de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2015, presentó un mayor porcentaje del 24% de plántulas de bajo vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016, que presentó un porcentaje de 10% de plántulas de bajo vigor. Y por último, el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017, que presentó un porcentaje del 6% de plántulas de bajo vigor.

GRÁFICO 14
PLÁNTULAS DE BAJO VIGOR



En la gráfica se observa los porcentajes de las plántulas de bajo vigor de la campaña de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

Se pudo observar que el tratamiento de la campaña 2015, presentó un mayor porcentaje del 24% de plántulas de bajo vigor. Seguido por el tratamiento de la campaña 2016, que presentó un porcentaje del 10% de plántulas de bajo vigor. Y por último el tratamiento de la campaña 2017, que presentó un porcentaje del 6% de plántulas de bajo vigor.

Según lo que se puede apreciar, entre el porcentaje (%) de plántulas de bajo vigor de las tres campañas de almacenamiento, si existe diferencia entre las campañas 2015 y la campaña 2016 del 14%, también existe diferencia entre la campaña 2015 y la campaña 2017 del 18% de plántulas de mediano vigor y también existe diferencia entre la campaña 2016 y la campaña 2017 del 4% de plántulas de bajo vigor.

4.6. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LABORATORIO Y CAMPO

Comparación de germinación de (laboratorio y campo) de las semillas de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017.

CUADRO 17

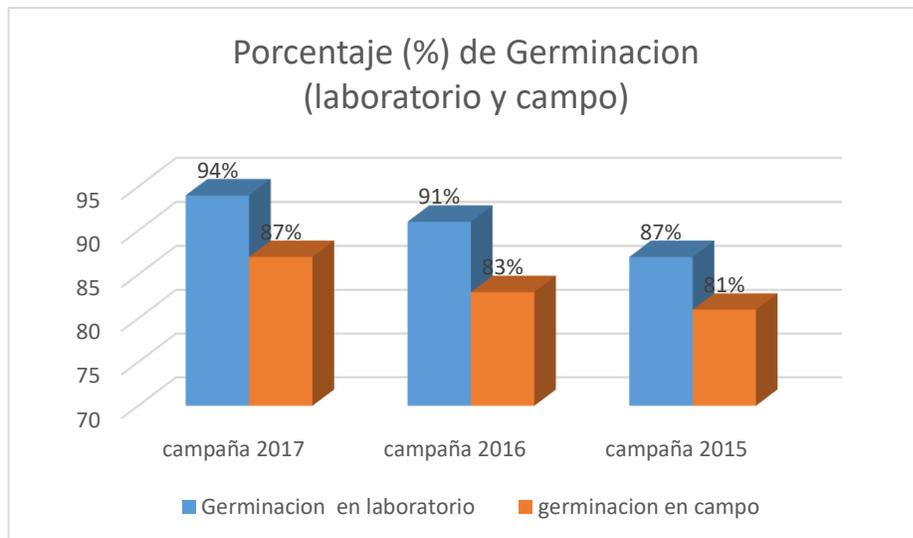
DESCRIPCIÓN DE LA GERMINACIÓN EN LABORATORIO Y CAMPO

Campaña de almacenamiento	Variedad	(%) Germinación en laboratorio	(%) Germinación en campo
Campaña 2017	Motacu-ciat	94	87
Campaña 2016	Motacu-ciat	91	83
Campaña 2015	Motacu-ciat	87	81

Los datos del cuadro nos indican en resumen de los porcentajes de germinación de (laboratorio y campo), de la semilla de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017. De acuerdo a los datos que se presentan en este cuadro podemos decir que los datos obtenidos en campo no son iguales a los datos obtenidos en laboratorio pero manifiestan una relación directa con los resultados obtenidos en laboratorio.

GRÁFICO 15

COMPARACIÓN DE LOS DATOS DE GERMINACIÓN DE (LABORATORIO Y CAMPO)



En la gráfica se puede observar en forma general el porcentaje de germinación en laboratorio y campo así podemos apreciar que el tratamiento de la campaña 2015, presenta diferencia en el porcentaje de germinación de 81% en campo con respecto al porcentaje de germinación obtenido en laboratorio del 87%, presento una pérdida del 6% de germinación. Seguido por el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016, con un porcentaje de 91% de germinación en laboratorio y obtuvo un 83% de germinación en campo, teniendo una pérdida del 8% de germinación.

Mientras que el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2017, tiene un mayor porcentaje con 87% de germinación en campo y en laboratorio se obtuvo un 94% de germinación teniendo una pérdida del 7% de germinación.

Discusión

La variación de los resultados de laboratorio-campo se debe a que en laboratorio se da las condiciones adecuadas para su germinación de la semilla, cuanto a temperatura y humedad que son controladas; no sucede lo mismo con la semilla sembrada en el campo porque está expuesta a condiciones desfavorables para su germinación, (suelo, temperatura, humedad y otros).

4.7. INFORME DE LA INSTITUCIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LA INTERVENCIÓN PROFESIONAL.

El que suscribe Ingeniero Edil Espíndola, técnico responsable de certificación de semillas del Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF)- Tarija, me permito realizar el siguiente informe, el mismo que determino en el formato para trabajo dirigido.

El trabajo dirigido realizado por el estudiante, Christian Orlando Ríos Muñoz, que lleva por título **“Evaluación de la Germinación y el Vigor de la Semilla de Trigo (*Triticum aestivum* L.) de tres Campañas de Almacenamiento de la Variedad Motacu-ciat en Laboratorio y Campo”**, lo realizó de acuerdo a lo establecido a su plan de trabajo o perfil de trabajo dirigido en la evaluación de la germinación y el vigor

de la semilla de trigo de tres campañas de almacenamiento de la variedad motacu-ciat en laboratorio y campo, realizando todas las etapas correspondientes.

La determinación de los parámetros de calidad de contenido de humedad, pureza física y germinación realizado en laboratorio fue ejecutada en estricta sujeción a lo que establece la regla ISTA; el trabajo tuvo la siguiente secuencia: participar de las distintas actividades de laboratorio propias de los procesos de certificación de semillas, en contribuir en los aspectos técnicos necesarios para mejorar el proceso de certificación de semillas de trigo.

En la ejecución del trabajo el estudiante utilizó métodos y técnicas, equipos y aparatos correctamente.

El estudiante cumplió con el convenio interinstitucional firmado por ambas instituciones y demostró interés y prestancia en la ejecución de su trabajo y en el apoyo en el Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF).

Tarija noviembre de 2017

Ing. Edil Espíndola

Técnico certificación (INIAF.)-Tarija

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones Generales

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede citar las siguientes conclusiones:

1. Para la variable porcentaje germinación en laboratorio, se pudo apreciar que el tratamiento de la campaña 2017 presento un mayor porcentaje de germinación igual al 94%, mientras que el tratamiento de la campaña 2016 presentó un porcentaje del 91% de germinación y el tratamiento de la campaña 2015 con un porcentaje del 87% de germinación. Observando una reducción en el porcentaje de germinación entre campañas que oscila entre el 4% y el 2% de germinación.
2. En el ensayo de vigor. Se observó que el tratamiento de la campaña 2017 tiene un mayor porcentaje con el 49% de plántulas de alto vigor, 39% de plántulas de mediano vigor y el 7% de plántulas de bajo vigor. En el tratamiento de la campaña 2016, presentaron un porcentaje del 35% de plántulas de alto vigor, 45% de plántulas de mediano vigor y 10% de plántulas de bajo vigor. Mientras que el tratamiento de la campaña 2015 presento un 20% de plántulas de alto vigor, 53% de plántulas de mediano vigor y el 14% de plántulas de bajo vigor.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se observó que las semillas de trigo (*Triticum aestivum L.*) de la variedad Motacuciat de las campañas de almacenamiento 2015, 2016 y 2017 está dentro de los parámetros que establecen las normas específicas de certificación de semillas de trigo vigente en Bolivia. Humedad inferior al 13%, pureza física superior a 98% y germinación superior al 80%.
4. En el análisis de pureza, los resultados obtenidos de las semillas en estudio está dentro de los parámetros que establecen las normas específicas de certificación de semillas de trigo (INIAF). Todas están por encima del 98% de pureza física que es el porcentaje mínimo.

5. El comportamiento de las semillas de trigo de la variedad motacu-ciat, en campo manifestó una relación directa con los resultados obtenidos en laboratorio; se observó que el tratamiento de la campaña 2017, presentó un porcentaje del 87% de germinación, en el tratamiento de la campaña de almacenamiento 2016, se pudo observar un porcentaje del 83% de germinación y por último el tratamiento de la campaña 2015, presentó un porcentaje del 81% de germinación.

6. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos se menciona algunas recomendaciones:

1. Se recomienda utilizar semilla de trigo que tenga menos de 2 años de almacenamiento ya que presenta una rápida germinación y un alto vigor que favorece en el establecimiento uniforme de una población adecuada de plantas en campo, bajo condiciones favorables.
2. Se recomienda usar semilla de trigo certificada, con la etiqueta vigente, para garantizar una adecuada emergencia de plantas.
3. Se recomienda que el análisis del vigor sea incluido dentro de los parámetros de análisis de calidad en laboratorio, como un atributo más de las semillas certificadas.
4. Se recomienda continuar con las investigaciones con otras especies o cultivares.