

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Iraq. 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 (Iraq septentrional), que datan del año 6700 a. C.

De qué país, de qué planta ha salido el trigo; quién primero, lo cultivó y cuándo ha sido; solo son cuestiones que, desde los tiempos más remotos, se ha tratado de elucidar, sin llegar a ninguna solución. (Crompton E. 1583).

El trigo, al igual que la papa y el maíz, es un cultivo muy importante en nuestras comunidades.

Es un alimento básico en el consumo humano por la proteína y vitaminas del grano de trigo que consumimos en el pan, fideo y otros alimentos.

El rastrojo también sirve como forraje para los animales y como abono para el suelo, porque incorpora materia orgánica.

En los últimos años ha aumentado la demanda en el mercado nacional, principalmente de trigos harineros. (PRODISE 2000).

La palabra «trigo» proviene del vocablo latino *triticum*, que significa ‘quebrado’, ‘triturado’ o ‘trillado’, haciendo referencia a la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. *Triticum* significa, por lo tanto, "(el grano) que es necesario trillar (para poder ser consumido)" tal como el mijo deriva del latín *milium*, que significa "molido, molturado", o sea, "(el grano) que es necesario moler (para poder ser consumido)". El trigo (*triticum*) es, por lo tanto, una de las palabras más ancestrales para denominar a los cereales (las que se referían a su trituración o molturación).

1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del trigo en zonas de altura del Departamento de Tarija, es una de las actividades principales utilizando el grano, como la base de harinas para la preparación del alimento esencial, “el pan”.

En el cultivo del trigo la investigación de nuevas variedades precoces y con mayores rendimientos en la producción, si bien cuenta con alguna información, pero gran parte de ella no se encuentra investigado en nuestro país. Por lo que se ha planteado realizar este trabajo y que sirva de beneficio al productor del área rural.

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) con el propósito de mejorar los rendimientos y calidad de trigo ha realizado la introducción de 16 líneas avanzadas de trigo procedentes del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) por lo que se requiere realizar una evaluación de las mismas en condiciones de invierno.

La Producción actual de trigo en el Departamento de Tarija alcanza en promedio los 820 kg/ha; razón por la cual se desea investigar que variedades tendrían un mejor rendimiento.

La tesis se justifica por la investigación que se realizará sobre el comportamiento de nuevas líneas avanzadas de trigo, que será una herramienta importante al momento de decidir que variedades desea producir el agricultor, por esta razón fundamental que la investigación titulada “*Evaluación del comportamiento agronómico de 16 líneas avanzadas de trigo harinero (Triticum aestivum), en la localidad de Huacata – Provincia Méndez*” que contribuirá a conocer cuál es la línea avanzada que mejor comportamiento tubo en la zona, para elevar el rendimiento del cultivo del trigo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de 16 líneas avanzadas de trigo harinero (*Triticum aestivum*) en la localidad de Huacata – Provincia Méndez.

1.3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la productividad de cada línea avanzada expresada en Kg/ha.
- Comparar estadísticamente los rendimientos de las 16 líneas avanzadas de trigo.
- Determinar tres líneas avanzadas de trigo con alto potencial de rendimiento para la zona de estudio.
- Describir fenotípicamente cada una de las 16 líneas avanzadas de trigo producidas en invierno.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ORIGEN

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Iraq. 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*) 6 y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Iraq septentrional), que datan del año 6700 a. C.

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. (SEGARPA 2008).

En la Edad Media (1000 – 1500 d.C.) la rotación de cultivos permitía mejores cosechas. Se comenzaron a utilizar molinos hidráulicos y eólicos cerca de los cultivos. El pan se convirtió en alimento básico. La creciente urbanización de los siglos XI y XII llevó a la necesidad de aumentar la capacidad de producción del pan y al surgimiento de las panaderías. El tipo de pan consumido seguía respetando la distinción de clase social, los estamentos inferiores consumían pan negro y los superiores, pan blanco.

En los años 1750 – 1850 d.C., la revolución industrial trajo nuevas tecnologías, hubo un proceso de migración masiva del campo a la ciudad y se necesitaron nuevos métodos de molienda y panificación. La utilización de piedras en la molienda fue reemplazada por acero. La harina de estos molinos era más fina y el pan era más liviano. Con la invención de la energía eléctrica surgen los motores eléctricos que sustituyen las aspas de los molinos.

El siglo XX trajo consigo molinos automáticos que incrementaron la productividad. Se obtuvieron harinas más blancas debido a la incorporación del cernido (separar el salvado y las partículas de la harina). Actualmente los molinos tienen una capacidad productiva muy superior y las harinas tienen mayor calidad.

Se hacen más alimentos con trigo que cualquier otro grano de cereal. El trigo contribuye entre 10-20% de la toma calórica diaria en la gente en sobre 60 países. Hay más de 1,000 variedades de pan en el mercado. (MOLINO.COM, 2012).

2.2. FITOMEJORAMIENTO

El mejoramiento genético de plantas puede describirse como un conjunto de actividades destinadas a mejorar las cualidades genéticas. Es por ello que los mejoradores desarrollan nuevas variedades con objetivos específicos: mayor rendimiento, mejor calidad de grano, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a factores ambientales adversos (sequia, inundación, salinidad), entre otros.

Para estos objetivos deben buscar plantas, que poseen las características deseadas y cruzarlas con las variedades que se quieren mejorar. Así obtendremos un gran número de semillas con diferentes combinaciones genéticas (población F 1) desde donde poder seleccionar, en la próximas generaciones. (BIOTECNOLOGÍA.COM, 2013).

Existen tres pasos generales que se deben seguir:

1. Creación de variabilidad genética, cruzamiento.
2. Selección de los caracteres deseados a partir de las poblaciones obtenidas en el paso anterior.
3. Multiplicación de las líneas mejoradas.(BIOTECNOLOGÍA.COM, 2013)

2.2.1 Selección individual.

El primer paso en la mejora de una variedad autógena es la selección de los tipos de interés y la eliminación de los tipos no deseables, durante todo el ciclo vegetativo (etiquetado) y cuando llega la madurez, cosechar sólo las plantas que interesen. (UPNA, 2004)

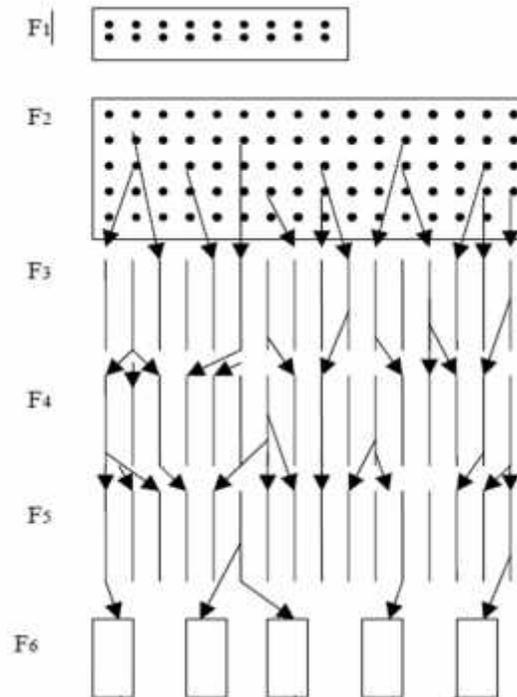
Es el método de selección de plantas en la población según el fenotipo en la siembra conjunta de las semillas de las plantas seleccionadas, así mismo la reproducción de las plantas de la subsiguiente generación a fin de obtener nuevas variedades o mantener la pureza de las variedades ya existentes. De hecho, se trata del método más antiguo de la selección de plantas. (Narváez, 2007).

La selección individual se realiza en siguientes pasos:

- 1) La selección individual de las plantas de la población.
- 2) La siembra de las semillas de cada una de las plantas seleccionadas en surcos separados o en parcelas especiales.
- 3) La selección de la mejor descendencia, o líneas, en base de las observaciones de las plantas en el período de vegetación y evaluación de aquellas características por las cuales se realiza la selección.

4) Evaluación de las líneas seleccionadas según el rendimiento y otras características y reproducción de las mejores líneas para la obtención de mayor cantidad de semillas a fin de su inscripción en calidad de nuevas variedades mejoradas. (Narvaez, 2007).

ESQUEMA 1. SELECCIÓN INDIVIDUAL.

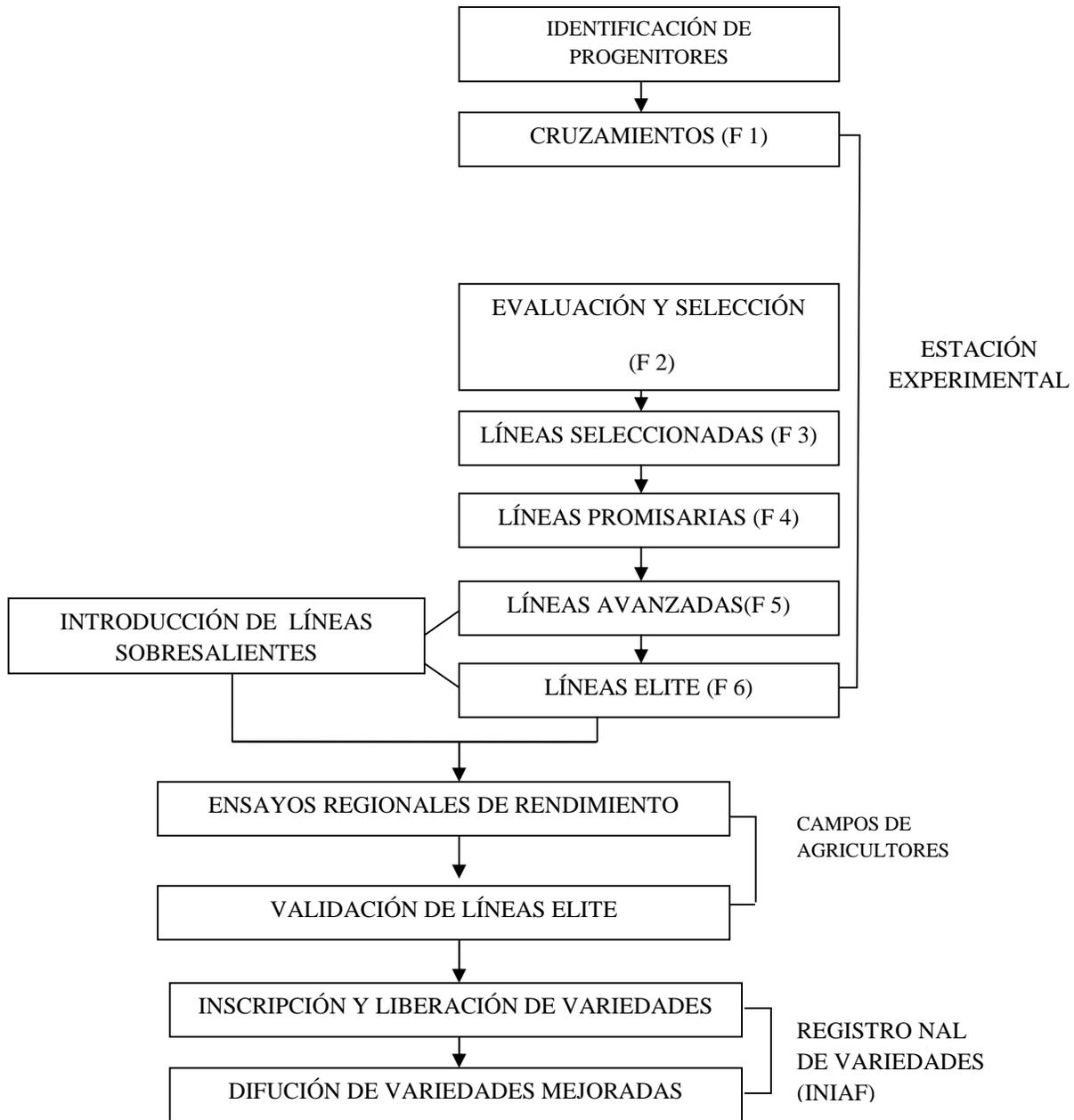


2.2.2 Generación de Variedades de Trigo

El mejoramiento genético que se realiza en un programa de mejoramiento, con la finalidad de obtener variedades mejoradas de trigo, tiene como método de trabajo fundamental la introducción y selección de germoplasma de diverso origen que se recibe del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), estos materiales son evaluados por su adaptación, características agronómicas favorables y tolerancia a las principales enfermedades, se aplica la selección en cada una de las etapas hasta identificar los mejores genotipos para su liberación como variedades. (CIMMYT, 2012).

Para crear variabilidad, que será la base para seleccionar las mejores combinaciones, el mejorador posee varias opciones, tales como realizar cruzamientos de dos genotipos de la misma especie. (BIOTECNOLOGÍA.COM, 2013)

ESQUEMA 2. METODOLOGÍA OBTENCIÓN DE VARIEDADES DE TRIGO



En el programa de mejoramiento de trigo se identifican los progenitores y se realizan los cruzamientos obteniendo de ellos la F 1, luego del cruzamiento se realiza el cultivo de éstos seguido de una selección individual (F 2). Estos generalmente se realizan en ambientes controlados (Laboratorios e invernaderos). (A. Avilés, 2013).

Del total de la población se selecciona el mejor material (F 3) considerando un 10% del total de la población obtenida en F 2, en este proceso de selección se realiza de acuerdo al objetivo del cruzamiento, seleccionando Líneas que cumplan este requerimiento.(A. Avilés, 2013).

De la población F 3, se selecciona líneas individuales (espiga por surco), constituyendo Líneas Promisorias (F 4), nuevamente descartando el 90% del total y separando solamente el 10% de las mejores líneas; aquí se considera el fenotipo y la heredabilidad de los caracteres. La (F 4) es sembrada para obtener la F 5.(Avilés, 2013).

En el mejoramiento normalmente se parte con una población que oscila entre 400 y 600 plantas, por lo que la F 4 normalmente está constituida por entre 4 ó 6 líneas. Mediante un proceso más riguroso de selección consideran las líneas que respondan al objetivo del mejoramiento; cada línea elegida es cosechada y su producción constituye las Líneas Avanzadas (F 5).(A. Avilés, 2013).

Sembradas las Líneas Avanzadas (F 5), se procede a seleccionar el mejor material que se muestre Homogeneo y Estable; el resultado de esta selección constituye las Líneas Elite (F 6). En esta selección se considera aspectos de precocidad, productividad, resistencia a las enfermedades, calidad de grano, alto rendimiento, que se prueban en los campos de productores, por parte de investigadores de un programa de Mejoramiento.(UPNA, 2004)

Durante 3 años como mínimo y en algunos casos hasta 5, se repetirán pruebas como la efectuada en F 7. Generalmente, los ensayos se extenderán a diferentes localidades

del mismo área donde se iniciará la producción. Este procedimiento disminuirá el número de selecciones a uno o como máximo a dos. (UPNA, 2004)

Se evalúan inicialmente en parcelas preliminares de rendimiento, en este último caso ya bajo un diseño experimental. (Aviles, 2013).

2. 3. BOTÁNICA.

El trigo pertenece a la familia de las Poaceas (*Poaceae*), siendo las variedades más cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*.

El trigo harinero hexaploide llamado *T. aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo. (INFOAGRO, 2012).

2.3.1. Clasificación Taxonómica del Trigo

- Reino.....Vegetal
- División.....Traqueophytae
- Sub. División.....Angiospermas
- Clase.....Monocotiledoneas
- OrdenGlumiflorales
- Familia.....Gramíneas o Poaceas
- Sub familia..... Festucoideas
- Tribu.....Hordea
- Genero.....Triticum
- Especie.....Aestivium
- Nombre común.....Trigo

(Herbario Universitario)

2.3.2. Raíz

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. (WIKIPEDIA, 2012).

El mayor o menor desarrollo de las raíces es función de muchos factores, tales como la textura del suelo, la época de la siembra, la mayor o menor cantidad de lluvia caída, su variedad, etc. (html.rincondelvago.com).

La extensión del sistema radicular está también marcadamente afectada por la textura, fertilidad y humedad contenida en el suelo. (PLANTPROTECCIÓN, 2012).

2.3.3. Tallo

Es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. (INFOAGRO, 2012), que se alargan hacia la parte superior, es poco ramificado. (WIKIPEDIA, 2012).

Los tallos de la mayoría de las variedades son sólidos en los nudos, pero los entrenudos son huecos. Los tallos son blancos a amarillos o, en algunas variedades mayoritariamente púrpuras. (PLANTPROTECCIÓN, 2012).

La longitud total de la planta, con la espiga incluida, varía desde los 60.96 cm. Hasta los 152.4 cm., pero puede acortarse en las zonas secas. (PLANTPROTECTION, 2012).

2.3.4. Hojas

Las hojas son de nervadura paralela y terminadas en punta. (monografias.com, 2012). En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuelló de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas. La hoja tiene una longitud que varía de 15 a 25

cm y de 0,5 a 1 cm de ancho. El número de hojas varía de 4 a 6 cm y en cada nudo nace una hoja. (www.monografías.com,2012).

2.3.5. Inflorescencia

Es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores. (www.monografías.com,2012).

2.3.6. Flor

Consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados. (INFOAGRO, 2012).

Las flores son muy poco vistosas. No presentan pétalos ni sépalos. Cada flor femenina consta de un ovario del que salen dos estilos terminados en dos estigmas plumosos pegajosos cada uno. Las flores masculinas presentan tres estambres que pueden ser dorados, verdes o violetas. (BOTANICAL, 2012).

La flor presenta autopolinización, proyecta sus estambres al exterior del antecio una vez a ocurrido la antesis. (BOTANICAL, 2012).

2.3.7. Fruto

Grano o cariósipide. El trigo es fruto seco, con una semilla e indehiscente (cariósipide). Los granos varían en forma, tamaño, color, textura y otras muchas características. El grano, que es fuertemente de forma de huevo (ovado), varía de 4-10 mm de longitud, dependiendo de la variedad, localización en la espiga y posición en la espiguilla durante el desarrollo. (PLANPRO, 2012).

Cada grano de trigo consta de las siguientes partes:

- La capa protectora o gluma: Es la que protege al grano. Se conoce vulgarmente como salvado. Está formado principalmente por fibra. Se elimina completamente cuando el trigo se muele y se refina la harina.

- Las envolturas externas: La capa exterior se llama pericarpio, la capa central, mesocarpio o tegumento interno y la capa interior, epicarpio. Estas capas están formadas principalmente por minerales, proteínas y vitaminas, que son asimiladas por el organismo cuando se ingiere el trigo integral pero que resultan eliminados en el proceso de refinado para obtener harina blanca.

- Las capas internas: Están son:

- La testa o tegmen, una capa intermedia entre las envolturas externas y el endospermo o albumen. Consta fundamentalmente de aceites y colorantes.

- El endospermo o albumen: Es la capa interna del grano de trigo y la que representa el mayor porcentaje del mismo (entre el 80 y el 90 % del peso total) .

El albumen está formado por hidratos de carbono en forma de almidón. La función de esta parte es proporcionar las sustancias de reserva para el crecimiento de la nueva planta.

- El germen: Ocupa la parte inferior del endospermo. Esta formado fundamentalmente por proteínas, aceite, enzimas y vitaminas del grupo B. Consta de la radícula (raíz embrionaria) y de la plúmula (hoja embrionaria) A partir de esta parte del grano se origina el crecimiento de una nueva planta. (BOTANICAL, 2012).

2. 4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.

2.4.1. Temperatura.

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 24 °C. La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera ni durante la maduración. Si la cantidad total de lluvia caída durante el

ciclo de cultivo ha sido escasa y es especialmente intensa en primavera, se puede producir el asurado. (INFOAGRO, 2012).

Las diferentes variedades de trigo indican sus exigencias de clima. Necesidades son:

Para emergencia: Temperaturas no mayores de 15 ° C, precipitaciones de 120mm. (50 a 200mm.).

Crecimiento: Temperaturas entre 8 a 18 °C, precipitación 55mm./mes (30 a 80 mm.).

Fin de crecimiento empieza de la espigazón: Temperatura entre 8 a 20°C precipitaciones 40 mm.

Espigazón a maduración: Temperaturas en torno de 18 °, precipitaciones no mayores a 60 mm. /mes. (SEAGRI, 2012).

2.4.2. Humedad.

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.(SEGARPA 2008).

2. 4.3. Suelo.

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje. (INFOAGRO, 2012).

2.4.4. pH.

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos (INFOAGRO, 2012).

2.5. CICLO VEGETATIVO.

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

-Período de desarrollo vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.

-Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.

-Período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección. (html.rincondelvago.com).

2.5.1. Germinación

La facultad germinativa del trigo se mantiene durante un período de 4 a 10 años, aunque prácticamente la duración del período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad germinativa. La humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%. Cuando se sobre pasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil. A partir del momento en que se han desarrollado las jóvenes raíces primarias, la planta puede ya alimentarse por sí misma a expensas de las soluciones del suelo, una vez que se agoten las reservas del grano. (INFOAGRO, 2012).

El coleóptilo sirve de protección a la plúmula al tener que perforar ésta la capa superficial del suelo; en el momento que ha alcanzado la superficie, la primera hoja perfora el coleóptilo, que comienza a amarillear y a desecarse. En este instante se han

desarrollado ya tres raíces primarias. La temperatura óptima de germinación es de 20-25 °C (INFOAGRO, 2012).

2.5.2. Macollamiento

Miller (2000), un macollo es un tallo que se origina en la axila de una hoja o en el nudo del coleóptile. Los macollos comparten la misma masa radical con el tallo principal. Una vez establecidos los macollos primarios, de sus axilas se originan los macollos secundarios; los terciarios se desarrollan luego de las axilas los secundarios, y así sucesivamente.

A partir de las yemas axilares, ubicadas en la sub nudos, se producen brotes secundarios llamados macollos; estos inician su aparición cuando las plantas presentan entre dos y tres hojas. (www.cuencarural.com).

El número total de macollos por planta puede fluctuar entre uno y cinco, dependiendo fundamentalmente del cultivar, de la fertilidad del suelo, etc...(www.cuencarural.com).

2.5.3. Encañado

Cuando se llega a la fase de encañado, un determinado número de tallos herbáceos se transforma en tallos rematados por espigas. (INFOAGRO, 2012).

En el momento del encañado el crecimiento requiere unas necesidades elevadas de elementos fertilizantes. Por esta necesidad de elementos fertilizantes, y sobre todo de nitrógeno, se le denomina a éste, segundo período crítico, siendo el primero el de ahijamiento. (MONOGRAFIAS, 2012)

La etapa de encañado finaliza cuando el último nudo en la parte alta de la planta, que corresponde al primero que aparece sobre el suelo, da pasó a la espiga a través de la vaina de la hoja bandera u hoja superior. (www.uc.cl/trigo/encanado.htm,2012).

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 des sequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante. (INFOAGRO, 2012).

2.5.5. Maduración

El periodo de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo.

A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su "madurez completa". Por último se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis. La lentitud de "la muerte" del trigo es el principal factor para su buena granazón, por ello es imprescindible que las temperaturas sean suaves, pues si sobrevienen vientos secos o calor excesivo el grano de trigo se "asura", es decir, madura precipitadamente y no se acumulan en la semilla las sustancias de reserva que se necesitan para un adecuado grosor del grano. (MONOGRAFÍAS, 2012)

Estados de grano:

Grano lechoso: Cuando el grano está apretado, una solución lechosa se desprende.

Grano pastoso: Cuando de aprieta, el grano todavía se deforma ligeramente, pero no se desprende líquido.

Grano duro: El grano duro y firme y listo para la cosecha. El grano es la mejor cosecha en 14% de contenido de humedad. El grano más húmedo (>14% de humedad) tiene problemas de almacenamiento. (CIMMYT, 2012).

2.6. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO.

2.6.1. Preparación del terreno.

El trigo requiere un terreno asentado, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. (INFOAGRO, 2012).

Si es necesario debemos nivelar el terreno para que no se junte agua o se seque rápido el suelo. (PRODISE, 2000).

- Si anteriormente la tierra no ha sido cultivada, será necesario roturarla mucho antes de la siembra del trigo y seguir con un barbecho labrado de al menos, un año. Una vez roturada la tierra (en primavera), se deja sin labrar hasta las primeras lluvias de otoño. Durante el invierno hasta mayo, por estar en tempero se darán tres o cuatro labores. La primera será más profunda, para permitir la penetración del agua en las capas inferiores del suelo; las otras serán siempre cruzadas con la anterior, siendo más superficiales. Antes de sembrar se hará un gradeo para deshacer los terrones.
- Si el trigo va después de una leguminosa, se realizará una labor profunda antes del verano, pues las leguminosas poseen las raíces gruesas. Después bastará con una labor superficial y un gradeo antes de la siembra.
- Si al trigo le precede un barbecho, antes de sembrar se realizará una labor superficial si el terreno es suelto o profunda si es compacto, seguida de un gradeo.

De forma general, antes de la siembra, si el terreno es muy suelto conviene dar un pase de rodillo para comprimir el suelo y, después de la siembra, otro para que la tierra se adhiera bien a la semilla. (INFOAGRO, 2012).

2.6.2. Siembra.

La siembra es una de las principales tareas agrícolas. La siembra consiste en situar la semilla sobre el suelo para que a partir de ellas, se desarrollen las nuevas plantas. (BOTANICAL, 2012).

2.6.2.1. Época de siembra.

Los trigos de invierno se siembran en otoño y exigen un periodo largo de bajas temperaturas (si se siembra en primavera no se desarrolla más que hasta el estado de ahijamiento) y se mantienen estéril. (MONOGRAFÍAS, 2012).

La mejor época de siembra en las zonas a secano del Valle Central de Tarija, es del 20 de diciembre al 15 de enero, dependiendo de las lluvias. (PRODISE, 2000).

2.6.2.2. Densidad de siembra.

Para una hectárea, se necesita de 80 a 100 kilos para sembrar en surcos y de 100 a 120 kilos en siembra al voleo. (PRODISE, 2000).

2.6.2.3. Métodos de siembra.

- Siembra en surcos: Tradicionalmente esta faena se realiza a mano que consiste en esparcir las semillas con manos a medida que se avanza sobre los surcos. (BOTANICAL, 2012).

Después, ponemos primero el fertilizante al fondo del surco. Luego, sembramos a chorro continuo y tapamos bien.

Se recomienda la siembra en surcos, porque se usa poca semilla, la planta aprovecha mejor la humedad, el alimento y la luz y se trabaja mejor en los tratamientos y cosecha. (PRODISE, 2000).

- Siembra al voleo: Método de siembra directo en el que se intenta que las semillas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre todo el terreno. (BOTANICAL, 2012).

Voleamos el fertilizante luego también voleamos la semilla. Por últimos tapamos bien las semillas. (PRODISE, 2000).

2.6.2.4. Profundidad de siembra.

La siembra debe realizarse en surcos separados a una distancia entre 30 y 60 cm., en general suele estar a 40 cm., a una profundidad de siembra de 3-6 cm. Únicamente se sembrará a mayor profundidad en los siguientes casos:

- En tierras muy sueltas, donde las semillas, una vez germinadas, puedan estar expuestas a la desecación.
- En siembras tardías, pues conviene proteger al trigo de las heladas.
- Cuando la preparación del terreno no se realice de forma adecuada. (BOTANICAL, 2012).

Al voleo la semilla se siembra entre 3 y los 5 cm de profundidad. (PRODISE, 2000).

2.6.3. Abonado.

El abonamiento debe realizarse cuando el suelo se encuentra húmedo. Si no tiene la humedad adecuada, es preferible no abonar. En trigo se recomienda realizar el abonamiento entres momentos:

- El abono orgánico y parte del fertilizante químico a la siembra.
- El fertilizante químico al macollado.
- El fertilizante químico al encañado.

El abonamiento para el cultivo de trigo se realiza teniendo en cuenta el tiempo de siembra.

Las cantidades de abono necesarias están relacionadas con los siguientes factores:

- Fertilidad natural de los suelos
- Pendiente del terreno
- Grado de erosión
- Clima
- Estado vegetativo de los cultivos
- Tipo de abono y cantidad disponible. (Ruíz F., 2005)

2.6.3.1. Abonamiento con productos químicos.

Consiste en utilizar los productos sintéticos. Estos tienen como ventaja su alta concentración de elementos nutritivos y su fácil asimilación por la planta. Puedes utilizar fosfato diamónico y urea, por ser productos de fácil asimilación y que dejan pocos residuos cuando se utiliza en dosis bajas.

Para saber la cantidad exacta de abono a utilizar es importante realizar un análisis de suelo. Esto nos permitirá utilizar el abono disponible en forma adecuada.

Dosis: 87-55-32 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) por hectárea respectivamente. Para la conservación de la fertilidad del suelo se recomienda realizar un abonamiento mixto (orgánico y químico). (Ruíz F., 2005).

2.6.3.2. Abonamiento con productos orgánicos.

Puedes utilizar guano de corral de vacas, ovejas o cuyes, humus de lombriz, gallinaza, compost, guano de isla, entre otros. Estos tienen una cantidad considerable de nitrógeno, fósforo y potasio, así como de micro elementos importantes para el desarrollo del cultivo. Se recomienda utilizarlo en la siembra. El abono debe estar de preferencia bien descompuesto.

2.6.3.3. Función de los distintos nutrientes en el cultivo del trigo.

- Nitrógeno (N): Es el nutriente motor de crecimiento. Cuando la planta absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento. Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas. (AGROESTRATEGIAS, 2012).

La absorción de nitrógeno depende de su disponibilidad en forma asimilable, como consecuencia puede dar lugar a una absorción excesiva, debido a condiciones adversas; como puede ser: la prolongación de la fase vegetativa, retraso de la maduración, disminución de la resistencia al frío y al encamado y mayor sensibilidad a las enfermedades. (MONOGRAFIAS, 2012).

- Fósforo (P): Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos metabólicos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: a la germinación. Para favorecer un rápido crecimiento radicular y en pre-floración. (AGROESTRATEGIAS, 2012)
- Potasio (K): Su rol relevante lo cumple en todo el proceso de traslado de azúcares foto sintetizados. A medida que la planta va foto sintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son las que la planta trasloca a los granos en el momento del llenado del mismo. El potasio es el responsable principal de este traslado. El trigo es altamente exigente en este nutriente.(AGROESTRATEGIAS, 2012).

2.6.4. Riego.

Rodríguez E. (2008), afirma es fundamental regar en dos periodos críticos: nascencia (aseguramos plantas/m²) y llenado de grano.

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. (INFOAGRO, 2012).

En los cultivos de regadío se efectúa un riego abundante unos días antes de sembrar cuando el terreno se ha preparado. Posteriormente se suelen realizar un par de riegos; cuando las plantas empiezan a salir de la tierra y cuando empiezan a formarse la caña.

Un exceso de agua con el encharcamiento de las raíces es responsable de la pobredumbre de las mismas o de la aparición de numerosas enfermedades. (BOTANICAL, 2012).

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. (INFOAGRO, 2012).

2.6.4.1. Riego por surcos.

Para regar por este método se trazan surcos desde la cabecera, a unos diez centímetros de profundidad, en el sentido de la máxima pendiente, y poco distanciado entre sí (40-80cm). Por los surcos se hace correr el agua, de modo que esta avanza poco a poco y en el extremo se vierte a otra reguera que la vuelve a distribuir en otros surcos. Este método no es conveniente en terrenos sueltos y permeables, pues el agua desciende rápidamente y se extiende con gran lentitud horizontalmente, y cuando se llega a humedecer toda la superficie se han gastado grandes cantidades de agua. (MONOGRAFÍAS, 2012).

2.6.4.2. Riego por aspersión.

Es recomendable su uso en terrenos muy desnivelados empleando aspersores de medio o pequeño alcance y de gota fina, en lugar de los de gran alcance. (INFOAGRO, 2012).

Según Rodríguez E. (2008), el uso de riego por aspersión nos garantiza nacencias óptimas en las fechas adecuadas.

2.6.6. Desmalezado.

Según Ruíz F. (2005), el deshierbe manual se realiza aproximadamente entre los 30 y 40 días después de la siembra, es decir, durante el periodo de macollaje y encañado y cuando las malezas tienen el tamaño adecuado para poder extraerlas del suelo.

Si haces una buena preparación de terreno, habrá pocas malezas y utilizarás menos jornales para el deshierbe por hectárea. El deshierbo debe hacerse cada vez que sea necesario para mantener el campo de cultivo limpio de malezas y evitar la competencia por luz, agua y nutrientes. En algunos casos se realiza hasta dos deshierbes, dependiendo de las condiciones en que se encuentre el cultivo.

2.7. PLAGAS.

Ruíz F. (2005), menciona que el trigo no tiene plagas de importancia económica. Algunas veces se presenta el ataque de Aphidos o pulgones.

2.7.1. Pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*)

Carrasco N. (2005), posee el cuerpo verde esmeralda, con una banda oscura a lo largo del dorso. Ojos salientes y negros. Antenas oscuras, que superan en largo la mitad del cuerpo y dirigidas hacia atrás. Patas del mismo color que el cuerpo. Sifones bien desarrollados, más pálidos que el color del cuerpo y con ápices negros distintivos. Cauda del mismo color que los sifones.

Daños: Esta especie ataca al trigo desde su nacimiento hasta en cañazón formando colonias. Intoxica los tejidos vegetales y si el ataque es intenso produce muerte de plantas, que comienzan por presentar un marcado amarillamiento. Los mayores daños se observan durante las dos semanas posteriores a la emergencia de las plántulas.

Imwinkelried J. (2009), control biológico, los pulgones presentan numerosos enemigos naturales entre los que encontramos los predadores, parasitoides y hongos que ejercen fuerte presión en mantener las poblaciones por debajo del umbral de daño. En base a la presencia o ausencia de estos últimos, se podrá seleccionar entre insecticidas específicos como el aficida Pirimicarb, que tiene baja toxicidad para la fauna benéfica, u otros de amplio espectro.

2.7.2. Pulgón de la espiga (*Sitobium avenae*)

Color verde amarillento (forma clara) o rojizo opaco a casi negro (forma oscura). Antenas marrones o negruzcas, con un largo que sobrepasa la base de los sifones. La cauda tiene el mismo color del cuerpo. Sifones negros. Daños: Este pulgón se ubica en el raquis de la espiga. Es transmisor del virus del enanismo amarillo. El momento de mayor daño va desde la floración hasta el estado lechoso del grano, produciendo un efecto negativo sobre el tamaño de los granos. Carrasco N. (2005).

Imwinkelried J. (2009), debido a los hábitos alimenticios de estos insectos se recomienda el uso de insecticidas sistémicos.

2.7.3. Gusanos blancos (*Diloboderus abderus*)

Según Carrasco N. (2005), el complejo de gusanos blancos comprende a un grupo de larvas de insectos que viven en los suelos (Coleoptera). Son larvas que se caracterizan por su forma de “C” y que se alimentan preferentemente de las raíces de las gramíneas y de restos vegetales en superficie, aunque no todos los gusanos blancos

causan daños a los cultivos. De las varias especies de gusanos blancos se destaca por su potencialidad de daño a los cultivos *Diloboderus abderus*. Carrasco N. (2005)

2.7.4. Ácaro o arañuela del trigo (*Penthaleus major*)

Mide algo más que 1 mm. Posee cuatro pares de patas, de color rojo. Se alimenta en forma gregaria al atardecer, la noche o primeras horas del día. Prospera con tiempo frío y húmedo, o bien en ambientes de alto contenido de humedad. Prefiere suelos sueltos y livianos. Daños: produce amarillamiento y detención del desarrollo, y en casos de ataques tempranos, muerte de plántulas.

Las plantas adquieren apariencia plateada, con las puntas de las hojas castañas. Carrasco N. (2005).

2.7.5. Gorgojo del macollo del trigo (*Listronotus bonariensis*)

Gorgojo pequeño de 3 mm de largo, cuerpo grisáceo y cubierto de una capa cerosa a la que se adhiere la tierra, mejorando su camuflaje. Esta característica sumada a la inmovilidad que adopta al ser perturbado, hace casi imposible detectar su presencia. En días nublados se la puede encontrar sobre el follaje, pero al menor ruido se tira rápidamente de la planta y se esconde. Este gorgojo se detecta a través de sus huevos, que pueden verse a simple vista encastrada en la parte interior de las vainas, próxima a la superficie del suelo. Carrasco N. (2005).

Los tratamientos cuando las larvas están dentro de planta han fracasado con insecticidas probados. Solo se ha logrado disminuir la incidencia con tratamientos curan semillas sistémicos (preventivamente) y tratamientos con los primeros síntomas de los adultos antes de oviponer. (INFOPLAGAS, 2008).

2.7.6. Hormigas

Pueden roer las plantitas recién emergidas, la presencia de hormigas en las plantas se debe generalmente a que hay pulgones, también por cochinillas. Todos estos insectos excretan un líquido azucarado que es lo que ellas buscan. Elimina los pulgones y desaparecerán, para matar a las hormigas directamente opta por algunos productos anti hormigas, aplicarlos varias veces para el control total del hormiguero. (INFOJARDÍN, 2012).

2.8. ENFERMEDADES.

La enfermedad que mayor daño causa al cultivo de trigo es la roya. Ruíz F.(2005)

2.7.1. Roya morena de hoja (*Puccinia recóndita*)

Aparece en los primeros estadios de la planta en las hojas basales (base).Carrasco N. (2005).

Pústulas pequeñas de color naranja principalmente sobre la cara superior de las hojas. Al pasar los dedos sobre esas lesiones las esporas se desprenden fácilmente en forma de polvillo. La enfermedad es evidente a partir del macollaje. (INFOPLAGAS, 2012). En zonas en las que las royas se presentan tarde, es recomendable el empleo de variedades precoces; pero en los de invasión temprana, se recomienda el empleo de variedades resistentes.

-Se recomienda la protección de las hojas superiores y de las espigas en el momento de la pulverización. (INFOAGRO, 2012).

2.8.2. Oidio (*Blumeria graminisf. sp.*)

Produce clorosis foliar. Micelio de color blanquecino similar al algodón, que se agrupa formando una superficie acolchada fácilmente removible con los dedos. En una etapa posterior pueden observarse, intercalados con el micelio, puntos oscuros.

Aparece en macollaje (porque detiene su crecimiento a los 25°C). Se desarrolla con temperaturas de 15-22°C y humedad relativa mayor a 85%. Ésta enfermedad es favorecida por el uso de cultivares susceptibles, alta densidad de plantas, excesivas dosis de nitrógeno. Carrasco N. (2005).

El control cultural del oídio incluye la erradicación de los cereales espontáneos, los cuales actúan como fuentes de inóculo donde pasar el invierno y destrucción de rastrojos y escombros, los cuales pueden estar infestados. Deben suministrar niveles óptimos de nutrientes esenciales, especialmente manganeso. Fungicidas utilizados Amistar, Folicur BT 225 EC. (PLAN PROTECTION, 2012).

2.8.3. Carbón volador (*Ustilago tritici*)

Se observa una destrucción total de la flor. Solo queda el raquis cubierto por una masa pulverulenta de esporas negras. Los síntomas aparecen cuando emerge la espiga, y su distribución en el lote es al azar, ya que la infección proviene de la semilla. Se favorece con alta humedad relativa en floración, y con temperaturas entre 16 y 22°C. La prolongación del periodo de floración por el clima fresco y húmedo favorece la infección. Las primaveras húmedas con vientos suaves son de importancia para una buena diseminación. Carrasco N. (2005).

2.8.4. Mancha foliar o septoriosis (*Septoria tritici*)

Esta enfermedad es de moderada-alta importancia. Se observan manchas cloróticas desde macollaje a “espiga embuchada”. Usualmente comienza en las hojas inferiores, con manchas que se alargan y expanden, de color pajizo con pequeños puntos negros (fructificaciones del hongo). Se ve favorecido con períodos con alta humedad relativa, neblinas, lloviznas y T° entre 15 a 20°C. La T° óptima es de 20 a 25°C. Prospera con rastrojo de cultivos con el inóculo y/o monocultivo de trigo. Produce una disminución del área fotosintética, pérdida de rendimiento, menor peso de mil granos, disminución de la calidad panadera, disminución del porcentaje de proteínas. Carrasco N. (2005).

2.8.5. Caries o tizón del trigo. (*Tilletia controversa*).

Es un hongo que atacan al grano de trigo, éstos contienen en su interior un polvillo negrozco, constituido por numerosas esporas del hongo. Los granos atacados suelen ser más pequeños y redondos que los granos normales, cuyo interior queda totalmente destruido y sólo subsiste la envoltura externa. Las espigas atacadas son más erectas que las sanas debido a que el grano no pesa.

Se encuentra sólo en trigos de invierno, siendo la temperatura óptima de esporulación de 5-8°C. En condiciones desfavorables de germinación, las esporas pueden sobrevivir en el suelo durante muchos años. Las infecciones más frecuentes de las plántulas proceden del suelo.

-Control.

-Desinfectar la semilla previamente con Carboxina, Carboxina+ Tiram o Maneb+ Metilpirimifos.

-La siembra tardía del trigo de invierno reduce el ataque. (INFOAGRO, 2012).

2.9. COSECHA.

PRODISA, 2000, la cosecha depende de la madurez de las plantas que puede variar de 4 a 6 meses. También la humedad del grano de trigo debe estar entre 15 a 16 %.

FAO (2012), el trigo llega a su madurez, cuando la planta cambia su color verde por el blanquecino; o amarillento. La madurez empieza por el cuello de la planta y a medida que avanza hacia arriba, los materiales que ésta ha almacenado en el tallo y en las hojas, migran en dirección a la espiga, para depositarse en los granos. El grano ha llegado a la madurez cuando no se deja cortar transversalmente con la uña.

Para la cosecha se debe realizar las siguientes labores: Siega, secado de la gavilla, trilla, venteo y ensacado. Para selección de semilla es importante realizar un zarandeo, para eliminar semillas de mala calidad. (INFOAGRO, 2012).

2.9.1. Cosecha manual.

FAO (2012) La "siega" o corte del trigo a mano, se hace con echona (hoz), es una operación en la que sólo debería emplearse en superficies pequeñas o terrenos accidentados donde no es posible la entrada de la máquina como colinas o terrenos con mucha pendiente, en todo caso, esta faena debe hacerse en el menor tiempo posible para evitar pérdidas desgrane, por daño de pájaros y por inclemencias climáticas. A medida que se va segando el trigo, se van haciendo atados o "gavillas" que van quedando paradas en el terreno mismo.

Antiguamente, esta faena se hacía aplastando las gavillas extendidas en la "era" con caballos, operación que aún se practica en pequeños predios.

2.9.2. Cosecha mecanizada.

FAO (2012) Para tal efecto se usa una máquina automotriz. El porcentaje de humedad del trigo, en el momento de la cosecha puede fluctuar del 13 al 17% evitándose así, problemas de daños al grano. Un método práctico para saber cuál es el momento exacto para la cosecha, consiste en tomar varias espigas al azar y refregarlas entre las manos. Si el desgrane se produce en forma relativamente fácil, se está en el momento exacto de la cosecha. Esta no debería tomar más de cinco días por los peligros de incendio, lluvia o desgrane que es aprovechado por los pájaros. Es necesario tener en cuenta el tiempo que demorará la faena, tomando en consideración que una máquina de tamaño medio cosecha de 7 a 8 hectáreas al día.

Las máquinas combinadas siegan o trillan simultáneamente y entregan el grano con un grado de limpieza bastante aceptable.

2.10. CLASES DE TRIGO

A partir de la nominación primitiva de trigo (*Triticum vulgare*), se han ido aportando diferentes especies, clases y variedades de un cereal que está siendo constantemente

fuente de investigación y de cruces para mejorar sus condiciones genéticas. (BOTANICAL, 2012).

2.10.1. De acuerdo a la época de plantación.

- Trigos de invierno: Son aquellos que se plantan en otoño y se cosechan a principios de verano. Necesitan climas suaves. (BOTANICAL, 2012).

El grano germina en otoño y crece lentamente hasta la primavera. Las heladas podrían afectar adversamente a las plantas jóvenes, pero una capa de nieve las protege e induce al aislamiento. (INFOAGRO, 2012).

- Trigos de primavera: Son plantados en primavera y recolectados a final de verano. Se plantan en lugares más fríos. (BOTANICAL, 2012).

Se siembra el trigo en primavera, lo más pronto posible, de manera que se pueda recoger la cosecha antes de que comiencen los fríos de otoño.

2.10.2. Tardíos y Precoces.

El empleo de trigos de ciclo largo o corto, no es indiferente para el buen éxito de la cosecha. Uno de los mecanismos más potentes de resistencia a la sequía es la precocidad de la variedad, que hace que ésta escape a la misma y a los calores del final del período de llenado del grano, aunque las variedades de ciclo más largo tienen un potencial productivo mayor.

Durante el periodo de maduración, un adelanto, puede evitar daños de final de estación, además de permitir una recolección temprana. La condición de precocidad de un trigo no implica el que sea sensible al frío, pues esta cualidad aunque es constante para cada variedad, está influida por el fotoperiodo. (INFOAGRO, 2012).

2.11. RENDIMIENTO.

El rendimiento del cultivo del trigo ha aumentado de manera exponencial a nivel mundial en los últimos años debido a la mejora genética de las variedades y a la mejora de las técnicas de manejo del cultivo.

El número de plantas por unidad de superficie se regula mediante la densidad de siembra; siendo los otros dos parámetros regulables por la mejora genética, especialmente el número de granos por planta, éste no se ha obtenido aumentando el número de ahijamientos, sino a que las espigas de las nuevas variedades contienen más granos que las antiguas. (INFOAGRO, 2012).

2.11.1. Producción.

Cuando hablamos de producción agrícola estamos haciendo referencia a todo aquello que es el resultado de la actividad agrícola (la agricultura), por ejemplo, cereales como el trigo o el maíz, vegetales y hortalizas como la papa, la zanahoria o frutas como las frutillas, las manzanas, etc. Todos estos productos forman parte de la actividad agrícola y son utilizados, en un porcentaje muy alto como alimentos aunque también se pueden encontrar otros usos a los mismos para diversas industrias. (Definición ABC, 2013).

2.11.2. Productividad.

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas. Si quisiéramos buscar un sinónimo del término, podríamos aferrarnos al de rendimiento, ya que la productividad exige un buen manejo de los recursos a fin de conseguir resultados, en lo referente a los métodos utilizados. (Definición.de, 2013).

2.11.3. Potencial de Rendimiento.

En agricultura, el rendimiento potencial es el rendimiento máximo que puede lograr una variedad sin restricción alguna de insumos. (Glosario. Org, 2013).

El potencial de rendimiento se define como el rendimiento que obtiene un fenotipo adaptado bajo condiciones de manejo óptimo y en ausencia de estreses bióticos y abióticos. El término “adaptado” significa que hay un “calcerazonable” aunque no necesariamente una adaptación perfecta de las fases de desarrollo del fenotipo al medio en que se cultiva.

El rendimiento se basa en tres parámetros fundamentales como son: número de plantas por unidad de superficie, número de granos por planta y peso del grano, y cuyo producto daría como resultado el rendimiento final del cultivo. (INFOAGRO, 2012).

El genotipo es la totalidad de la información genética que posee un individuo y que ha sido heredada de sus progenitores.

2.12. PRODUCCIÓN DE TRIGO A NIVEL NACIONAL

Herbas R. (2008). Setenta mil familias campesinas se dedican a la producción y comercialización de trigo en los Valles de Bolivia. Un área que se extiende desde el altiplano, hasta extensos territorios de cabeceras de valle y planicies que abarca el Sur de Tarija, Potosí, Chuquisaca hasta los territorios de Cochabamba, Santa Cruz y una limitada área en La Paz y Oruro. En cambio en Santa Cruz, 14.000 familias distribuidas entre colonizadores, productores menonitas, japoneses, brasileños, rusos, entre los más importantes, se dedican al cultivo de trigo con una superficie promedio de siembra de 52.000 hectáreas y con una producción de 60.000 TM. En los Valles, según investigaciones del PROTRIGO y el MACA 2004, la producción de trigo se

destina entre el 29% y 32 % a la venta, entre el 36% y 45% es para la alimentación, entre el 10% y el 18% a la transformación y entre 10% y 16% es para semilla.

Al contrario, en Santa Cruz el 83% de la producción se destina al mercado, 9% al autoconsumo, 5% es para la transformación y 3% para semilla.

De esta manera se refleja la orientación y prioridad del destino de la producción de trigo en estos dos espacios geográficos. En los Valles principalmente para el consumo y en el oriente para el mercado.

CUADRO 1
USO DE SEMILLA EN BOLIVIA (Gestión 2011)

PRODUCCIÓN – GESTIÓN 2011	TRIGO
DENSIDAD DE SIEMBRA PROMEDIO (TM/HA)	0,120
SUPERFICIE COMERCIAL SEMBRADA (HAS)	205.407
SUPERFICIE SIEMBRA CON SEMILLA DE CALIDAD (HAS)	50.173.8

FUENTE: SISPAM

CUADRO 2

BOLIVIA: EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO

CAMPAÑAS AGRÍCOLAS 2002 - 2012

	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012
SUPERFICIE (Ha)	111896	10694	106119	125440	139769	134795	156670	176458	189736	191302
PRODUCCIÓN (t)	107633	93908	112431	138445	162715	161553	201508	255356	245367	251820
RENDIMIENTO (t/ha)	0.962	0.876	1.059	1.104	1.164	1.199	1.286	1.447	1.293	1.316

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE / Elaboración: IBCE.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD DE HUACATA

3.1.1. Ubicación Geográfica.

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Huacata. La zona está ubicada al norte de la provincia Méndez del Departamento de Tarija, distante de esta 40 km de la ciudad de Tarija.

3.1.2. Latitud y Longitud.

Geográficamente ubicada entre los paralelos 21 ° 14´ 18.89" de latitud sud, 64 ° 50´ 37.81" de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 2778 m.s.n.m. (Anexo 1).

3.1.3. Vegetación

La vegetación natural a una estepa arbustiva semiseca de poca cobertura, que se encuentra formando extractos, arbustivos y herbáceos a lo largo de la quebrada, ríos y la laderas. Entre las especies nativas son Churqui, Algarrobo blanco, Molle, Chañar, Pino del cerro, Aliso, Tusca, Tola.

3.1.4. Clima

La zona de estudio se caracteriza por tener un clima frío árido. La temperatura media anual es de 12°C, cuyas temperaturas varía de 14° a 16° una precipitación media anual de 550mm. con una fluctuación entre 500 -700 mm, los meses de lluvia comprende de noviembre a marzo. La humedad relativa alcanza hasta el 60%.

3.1.5. Suelo.

Tiene una amplia variación en su textura, pero predominan los siguientes tipos de suelos: franco arcillo limoso, franco arcillo.

El suelo en la parcela de implementación del ensayo fue franco arcillo limoso.

➤ **Contenido de Nutrientes**

De acuerdo al análisis de laboratorio de suelos del SEDAG, el suelo donde se implementó el ensayo presentó los siguientes datos:

- Nitrógeno: 0,281%. Considerado como alto.
- Fósforo: 11,45 ppm. (Método Olsen) considerado como normal.
- Potasio: 0,31 meq /100gr, considerado como un nivel de potasio bajo.

➤ **Materia Orgánica**

El contenido de materia orgánica esta alrededor del 4,05 %, que indica un alto porcentaje de la misma.

➤ **pH del Suelo**

En el área del ensayo el pH obtuvo un valor de 6,15 lo que indica que le suelo es ligeramente acido. (Anexo: Análisis de suelo).

3.1.6. Fauna

La fauna actualmente se encuentra dispersa a causa de las profundas intervenciones del hombre, ya sea por la explotación forestal sin control, lo que está además ocasionando cambios en la estructura de la vegetación, destruyendo de esta manera el su hábitat natural. (Municipio de San Lorenzo).

3.2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó una metodología que consta de tres fases, las que a continuación se describe.

3.2.1. Primera Fase: Revisión Bibliográfica

En esta fase se recolectó toda la información ya existente respecto al tema TRIGO, implica por lo tanto la revisión y organización de los conocimientos previos disponibles sobre el tema.

En la revisión bibliográfica utilizamos los elementos teóricos planteados por uno o varios autores, de textos, libros y boletines informativos; también se utilizó información encontrada mediante internet que permiten fundamentar el proceso de conocimiento.

3.2.2. Segunda Fase: Trabajo de campo.

3.2.2.1. Mejoramiento por Introducción de Líneas.

La mayoría de los cultivos, se introdujeron por los españoles a la América. Pocos son los originarios como la papa, tabaco, el maíz.

Así se tiene la siguiente forma de mejoramiento por introducción:

- Selección de líneas convenientes dentro del material introducido.
(Villaruel, 2003).

Se utilizo 16 líneas avanzadas de trigo proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) e introducidas a nuestro país por el INIAF.

3.2.2.2. Líneas Avanzadas (F 5).

Las mejores líneas que ya pasaron una evaluación preliminar en las estaciones Experimentales (CIMMyT), se entregan para la evaluación comparativa para valorar su productividad.

Las líneas con la mejor productividad y otras características valiosas, pasan a la evaluación comparativa en F 6 (Líneas Elite). Se seleccionan nuevas líneas y plantas para la evaluación preliminar, testigos de uniformidad y formación de nuevas líneas. (CIMMyT, 2012)

3.2.2.3. Implantación de las Parcelas de Ensayo.

Se implementó las parcelas de ensayo en la siembra de invierno (julio a diciembre 2012), enteramente bajo riego, con semillas de trigo de 16 líneas avanzadas provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT) de acuerdo al croquis de campo que refleja el Diseño Experimental. Parcela del señor Telésforo Valdéz.

3.2.2.3.1. Preparación del terreno.

Se procedió con la preparación del terreno con una anticipación de 20 días a la siembra, utilizando para ello tracción animal (yunta de bueyes) y los siguientes implementos: arado y rastra.

Seguido de un riego para retener humedad para la posterior siembra.

3.2.2.3.2. Siembra.

El concepto del trigo en surcos cultivados se introduce al experimentar por primera vez se llevó a cabo un ensayo para comparar la respuesta de la variedad, a dos métodos de siembra: el tradicional o en melgas y el método de surcos cultivados. Para la planeación de este trabajo se usó la experiencia de 1968 - 69, -donde se concluyó

que había "indiferencia del cultivo al complejo de la distancia entre surcos en el rango de 17.5 y 70 cm", razón por la cual el trigo se sembró a 45 cm entre hileras.

Los resultados de este trabajo indicaron que los rendimientos de trigo disminuyeron entre el 5 y el 7 %, cuando se usó el sistema de siembra en surcos; sin embargo, esta reducción se compensa con el valor de la semilla que se ahorra al sembrar el trigo en surcos. Se observó además, que la cantidad de malas hierbas, en la siembra de trigo en surcos fue mucho menor que en el sistema tradicional. Estos resultados, indican que con sólo cerrar el surco, pueden lograrse mayores rendimientos. (Moreno Ramos, 2008).

La siembra de las 16 Líneas avanzadas de trigo se realizó en fecha 3 de agosto de 2012, en surcos mediante tracción animal utilizando arado de palo; la distancia de surco a surco fue de 0,35 m, la distancia de bloque a bloque fue de 1m.

La semilla fue proporcionada por el INIAF, la cantidad de semilla utilizada por unidad experimental es de 40 gr para cuatro surcos, haciendo un total de 120 gr. por líneas para 3 repeticiones de 40 gr. c/u, junto con la semilla se colocó 25 gr. de triple 15 por unidad experimental.

La semilla fue depositada en el surco a chorrillo continuo, de modo que los 40 gr. fueron depositados en cada unidad experimental de 4 m. de largo y 1,4 m de ancho.

3.2.2.3.3. Labores Culturales.

Las labores culturales que se realizó en el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo fueron: riego, fertilización y control de malezas.

➤ Riego.

El programa de riego para el cultivo de trigo este debe estar basado en un parámetro de 11 a 17 días teniendo muy en cuenta la presencia de precipitaciones y otros factores meteorológicos. (Regar, 2013).

En el terreno donde se realizó el ensayo, en aproximadamente 800 m. de distancia se encuentra el atajado de la represa de Huacata, atajado que abasteció de agua durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, el sistema de riego fue por surco, utilizando bomba de agua, con el cual se realizaba el riego. El intervalo de riego necesario fue en un rango de 15 días aproximadamente.

➤ **Fertilización.**

Fertilización de trigo en el valle central de Tarija, para la siembra se coloca el fertilizante junto con la semilla la cantidad una bolsa de triple 15/ha, cuidando de no crear excesos ya que es una planta propensa al acame, y una bolsa de urea para el macollaje. (PRODISE, 2000).

La fertilización se realizó utilizando triple 15 (15-15-15) incorporando a cada unidad experimental 25 gr, estos colocados al momento de la siembra junto con la semilla.

Se incorporo urea 46-00-00 al inicio del macollaje, utilizando una cantidad de 20 gr. / unidad experimental.

➤ **Control de Malezas.**

El control de malezas se realizó con dos deshierbes de forma manual, el primero fue a las 40 días y el último a los 60 días. El control de las malezas consiste en arrancar las plantas perjudiciales de los surcos y parcelas en su totalidad para evitar la competencia de nutrientes al cultivo y en especial la humedad del suelo.

El control de malezas ayuda, por una parte, a conservar la humedad del suelo al disminuir la competencia pro el agua entre el cultivo y las malezas. Por otra parte, permite disminuir los aportes de fertilizantes. Además, contribuye a disminuir el ataque de muchas plagas y enfermedades de las cuales las malezas son hospederas. (Canales, 2011).

3.2.2.3.4. Cosecha.

Esta labor se realizó manualmente la fecha 19 / 12 / 2012, segando con hoz los dos surcos centrales, de los cuatro que tuvo cada unidad experimental, de manera que de cada parcela, la cosecha se realizo de los dos surcos centrales a fin de evitar el efecto de bordura, teniendo estas una superficie de 2,6 m² sacando todo el tallo mas la espiga colocados respectivamente en una bolsa de polietileno identificada, con la línea y bloque correspondiente.

El momento más conveniente para realizar la siega es aquel en que los tallos han perdido por completo su color verde y el grano tiene suficiente consistencia. El corte del tallo se hará a unos 30 cm. del suelo. (scribd.com, 2013).

3.2.2.3.5. Trilla.

Esta labor se realizó manualmente la fecha 08 / 01 / 2013. Se trató de realizar todas las labores culturales, igual a como tradicionalmente realiza el agricultor. La cosecha útil de cada unidad experimental, fue trillada manualmente de forma separada y se depositó en una bolsa de papel etiquetada.

Las gavillas se sujetaban con las dos manos un manojo cogido por los tallos, y la espiga se sacudía contra la superficie de majar; así, ésta se desgranaba y soltaba la semilla. Se usaba para pequeñas cantidades y tenía la ventaja de que la limpia posterior era más fácil. (Wikipedia.com 2013).

Durante la etapa de cosecha no debería generar demasiada molienda en la paja de trigo y trillar solamente la porción de la espiga con granos sanos, para posteriormente facilitar el trabajo del sistema de limpieza y provocar el volado de los granos de menor peso durante la limpieza. (infocampo.com.ar, 2013).

3.2.3. Tercera Fase: Sistematización de datos

Durante todo el desarrollo del trabajo de campo y en la parte de pos cosecha, se fueron realizando los registros necesarios para poder sistematizar e interpretar los resultados. Los datos fueron sistematizados y plasmados en cuadros y gráficos.

3.2.3.1. Diseño Experimental.

En este diseño de bloques al azar, en donde los tratamientos se asignan aleatoriamente a un grupo de unidades experimentales denominado bloque o repetición. El diseño de bloques al azar se usa por tanto, donde las unidades experimentales pueden agruparse en bloque relativamente homogéneos, de manera tal que las diferencias observadas entre unidades sean primordialmente debidas a los tratamientos.(scrobd.com, 2013).

Número de Líneas Avanzadas: 16

Características de la identificación de cada Línea Avanzada:

TH ERR ZA (1)
TAR-2012(2)

- (1) Trigo Harinero Ensayo Regional de Rendimiento para Zonas de Alta.
- (2) Departamento y ciclo agrícola.

Línea Avanzada

- TH ERR ZA (1) L 1
- TH ERR ZA (2) L 2
- TH ERR ZA (3) L 3
- TH ERR ZA (4) L 4
- TH ERR ZA (5) L 5
- TH ERR ZA (6) L 6
- TH ERR ZA (7) L 7
- TH ERR ZA (8) L 8
- TH ERR ZA (9) L 9
- TH ERR ZA (10) L 10
- TH ERR ZA (11) L 11
- TH ERR ZA (12) L 12
- TH ERR ZA (13) L 13
- TH ERR ZA (14) L 14
- TH ERR ZA (15) L 15
- TH ERR ZA (16) L 16

El presente estudio fue realizado en diseño experimental de bloques al azar con tres replicas, Ver anexo 3.

CUADRO 3.

DISEÑO: BLOQUES AL AZAR.

TRATAMIENTOS	REPLICAS	NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTALES
L1	3	48
L2		
L3		
L4		
L5		
L6		
L7		
L8		
L9		
L10		
L11		
L12		
L13		
L14		
L15		
L16		

- **Características del Diseño**

Número de tratamientos: 16

Número de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 48

Largo de la unidad experimental: 4m

Ancho de la unidad experimental: 1,40 m

Número de surcos por unidad experimental: 4

Distancia entre surcos: 0.35 m

Espacio entre bloques: 1m

Superficie por unidad experimental: 5.6 m²

Área total del ensayo: 313.6m²

3.2.3.2. Modelo matemático bloques al azar.

Cuando se trata de un experimento diseñado, es decir, cuando se trata de la aplicación de r tratamientos a un conjunto de unidades experimentales, estas deben seleccionarse para que sean homogéneas, de forma que no se introduzcan factores de variación distintos del que se desea controlar. La asignación de los tratamientos a cada una de las unidades debe hacerse al azar. Es lo que se conoce como diseño **“completamente al azar”**.

El modelo matemático subyacente a este tipo de diseño es:

$$x_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$
$$x_{ij} = \mu + (\mu_i - \mu) + \varepsilon_{ij}$$
$$x_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde $\mu_i = \mu + \alpha_i$ es la cantidad que depende del tratamiento usado (descompuesta en una media global y un efecto del tratamiento) y ε_{ij} es la cantidad que depende solamente de la unidad experimental y que se identifica con el error experimental.

Dentro de cada bloque se aplica una vez cada tratamiento utilizando un procedimiento de aleatorización.

Los datos resultantes serían los siguientes

	Tratamientos	T_1	...	T_r
Bloques	B_1	x_{11}	...	x_{1r}
	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
	B_s	x_{s1}	...	x_{sr}

El modelo matemático es ahora

$$x_{ij} = \mu_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$x_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde β_j es el efecto debido al bloque, α_i es el efecto debido al tratamiento y ε_{ij} es el error experimental.

Obsérvese que solamente hemos sustraído del residual la parte correspondiente a los bloques. (Orisis, 2004)

3.1.3.3. Características Fenotípicas

Basadas en observaciones subjetiva, de carácter netamente visual. (Fraga H., 1999)

Las variaciones fenotípicas son aquellas particularidades visibles en los organismos, es decir, la suma de todas las características observables de un individuo y que son el resultado de la interacción entre el genotipo y el ambiente. Entre ellas podemos señalar el color de planta, la altura, la forma de la raíz, etc., variaciones observables en los seres. (Feliú Z, 1990).

3.1.3.4. Potencial de rendimiento.

Los componentes de rendimientos en el cultivo de trigo son los siguientes:

- N° de macollos/planta.
- N° de granos/ espiga.
- Peso de 1000 granos (g).

(Fraga H., 1999).

3.1.3.3. Variables Estadísticas

Para la determinación de las líneas avanzadas con mejores características agronómicas, se realizaron diferentes análisis de cada variable de estudio, basándose en el análisis de varianza (A. N. O. V. A.). Anexo 4.

El análisis de la varianza (Anova) es un método para comparar dos o más medias. En resumen sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El método para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. (BLOG DE ESTADÍSTICA, 2013).

Como también en la prueba de comparación de medias TUKEY para determinar cuál es la mejor línea avanzada dependiendo a la variable de estudio.

Prueba de comparación de medias Tukey, es llamado también «Diferencia Significativa Honesta», se utiliza para realizar comparaciones múltiples de medias. (BLOG DE ESTADÍSTICA, 2013).

Toma de Datos en Campo.

En cada parcela implementada se ha realizado una observación visual, así como también se realizó algunas mediciones (con un flexómetro y balanza) de cada línea avanzada en los bloques correspondientes.

Las observaciones de campo y toma de datos fueron de las siguientes variables de estudio:

- **Ciclo vegetativo:** Se consideró el número de días transcurrido desde la siembra hasta cuando las plantas del ensayo alcancen su madurez fisiológica, mediante observación directa.

Ciclo vegetativo, aluce al círculo que sigue un vegetal durante el curso de su evolución completa, período de tiempo en el que se realiza, el crecimiento y la reproducción de una planta. (INFOJARDIN, 2012).

- **Número de macollos:** Se ha realizado mediante observación directa, la fecha de toma de datos fue aproximadamente a los dos meses después de la siembra la fecha 7 de octubre, tomando diez plantas al azar de cada unidad experimental.

El número total de macollos por planta puede fluctuar entre uno y cinco, dependiendo fundamentalmente del cultivar, de la fertilidad del suelo, de la fecha de siembra, de la densidad de población y del abastecimiento hídrico. (uc.cl, 2013).

- **Altura de planta:** Medida en centímetros a partir de la base de los tallos hasta el ápice de la espiga, excluyendo las aristas. (Fraga H., 1999).

Se ha registrado en fecha 25 de noviembre, tomando diez plantas al azar de cada unidad experimental.

- **Tamaño de espiga:** En centímetros, desde la base de la espiga hasta el ápice (sin considerar aristas). (Fraga H., 1999)-

Se ha realizado mediante muestreo, se registró la fecha 25 de noviembre, tomando diez plantas al azar de cada unidad experimental.

- **Número de espigas/planta:** El número total de espigas por planta puede fluctuar entre uno y cinco, dependiendo fundamentalmente del cultivar, de la fertilidad del suelo, de la fecha de siembra, de la densidad de población y del abastecimiento hídrico. (uc.cl, 2013).

Mediante muestreo, se contaran el número de espigas/ planta mediante observación directa, se registró la fecha 25 de noviembre, tomando diez plantas al azar de cada unidad experimental.

Toma de Datos en Laboratorio.

Después de haber realizado la cosecha y trilla manual, se procedió a realizar el pesado de la biomasa de cada unidad experimental, seguida del pesado del grano de trigo de cada unidad experimental con una balanza de precisión (1 gr).

Las observaciones en laboratorio y toma de datos fueron de las siguientes variables de estudio:

- **Número de granos / espiga:** Tomando el total de granos de cada espiga. (Fraga H., 1999).

Se ha realizado mediante muestreo, se contaron los granos de cada espiga mediante observación directa, tomando cinco espigas al azar de cada unidad experimental. Se registraron estos datos la fecha 05 y 06 de enero de 2013.

- **Producción de biomasa:**

Se realizó la fecha 04 de enero de 2013, mediante el pesaje en gramos (tallos y hojas) del área útil cada unidad experimental (surcos centrales), el pesado se realizó con una balanza de precisión de 1 gr.

- **Rendimiento:** A partir de la siega de toda la parcela, en la cual previamente se deben anular los bordes para evitar los efectos de bordura.(Fraga H., 1999).

Se lo determinó por el peso en gramos de los granos llenos provenientes del área útil de cada parcela experimental (surcos centrales), la fecha 09 de enero de 2013, en una balanza de precisión de 1 gr, luego se lo transformo en Kg/ha respectivamente.

- **Peso de 1000 granos:** En base al conteo y peso de mil granos llenos. (Fraga H., 1999).

Se tomaron mil granos de cada línea avanzada del bloque correspondiente, y se procedió a pesarlos y registrarlos en granos (balanza de precisión de 1 gr). La fecha 09 y 10 de enero de 2013.

3.3. Materiales.

Para llevar a cabo la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

- **Material Biológico.**

Semilla de trigo proveniente del CIMMYT. Características de la semilla de trigo destinada para zonas de altura.

- **Material de Escritorio.**

a)- Material de escritorio (libreta de campo, cinta adhesiva, marcadores, etc.)

b)- Manuales o textos de consulta.

➤ **Equipos de Campo**

a)- Equipos menores (máquina fotográfica, flexómetro).

b)- Herramientas menores (azadón, pala, hoz).

c)- Equipo de transporte (vehículo).

d)- Balanza de precisión (1 gr.).

➤ **Agroquímicos.**

a)- Fertilizantes.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En base a la aplicación del método descrito en el anterior capítulo a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables de estudio y posteriormente se hace el respectivo análisis e interpretación de datos.

4.1. Ciclo vegetativo.

El número de días desde la siembra (3 agosto, 2012) hasta la cosecha (19 diciembre, 2012) fueron 139, en las fases fenológicas de macollamiento, encañado no hubieron diferencias en estas fases fenológicas, notándose así las diferencias en la maduración del grano. Se ha realizado mediante observación directa, evaluación a los 110 días después de la siembra.

Cuadro N° 4. Estado de grano a los 110 días después de la siembra.

Tratamiento	Estado Fenológico
L 1	Grano Mazoso
L 2	Grano Mazoso
L 3	Grano Inicio Pastoso
L 4	Grano Inicio Mazoso
L 5	Grano Mazoso
L 6	Grano Maduro
L 7	Grano Mazoso
L 8	Grano Mazoso
L 9	Grano Inicio Mazoso
L 10	Grano Inicio Mazoso
L 11	Grano Mazoso
L 12	Grano Pastoso
L 13	Grano Inicio Mazoso
L 14	Grano Inicio Mazoso
L 15	Grano Pastoso
L 16	Grano Pastoso

Al observar los resultados obtenidos en la evaluación de las diferentes Líneas Avanzadas se pudo constatar a los 110 días de evaluación que la Línea Avanzada L 6,

fue la más precoz, al estar el grano maduro en comparación a las demás, ya que estas mostraron estar en estado de grano mazoso y pastoso.

En el proyecto titulado “Caracterización y desarrollo de germoplasma de trigo adaptado a siembra directa”, por Jot et Claudio, Campillo R, Rouanet, Chile, 2001, Se pudo constatar que la línea avanzadas F6501 y TEMU 1518, tuvieron entre 114 a 117 días a la madurez, en los cuales se reportan un similar número de días a la maduración que corrobora este trabajo realizado.

4.2. Macollamiento.

Cuadro N° 5. Número promedio de macollos por planta.

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	4	4	4	12	4.0
L 2	5	6	5	16	5.3
L 3	4	4	4	12	4.0
L 4	5	5	5	15	5.0
L 5	4	4	4	12	4.0
L 6	3	3	4	10	3.3
L 7	5	5	6	16	5.3
L 8	6	5	6	17	5.7
L 9	5	4	4	13	4.3
L 10	5	6	6	17	5.7
L 11	4	4	4	12	4.0
L 12	5	4	4	13	4.3
L 13	4	4	4	12	4.0
L 14	5	4	4	13	4.3
L 15	4	4	4	12	4.0
L 16	4	4	4	12	4.0
Total Bloques	72	70	72	214	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 6. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) número de macollos por planta.

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	27.92				
Bloques	2	0.17	0.08	0.48 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	22.58	1.51	8.74 **	2.03	2.74
Error	30	5.17	0.17			

CV= 9,25%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No hay significancia

En el cuadro N° 6, la tabla de análisis de varianza se encontró que la F cal. es menor que la F tab. por lo tanto no existe diferencias significativa entre bloques.

Como se observa en la cuadro N° 6 en los tratamientos la F cal. es mayor que la F tab. es decir, que hay existen diferencias entre Líneas Avanzadas, por lo que podemos concluir diciendo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 7.Comparación de medias por Tukey Número de macollos por planta.

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 8	5.7	A
L 10	5.7	A
L 7	5.3	AB
L 2	5.3	AB
L 4	5.0	AB
L 9	4.3	ABC
L 12	4.3	ABC
L 14	4.3	ABC
L 1	4.0	BC
L 3	4.0	BC
L 5	4.0	BC
L 11	4.0	BC
L 13	4.0	BC
L 15	4.0	BC
L 16	4.0	BC
L 6	3.3	C
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		1.36

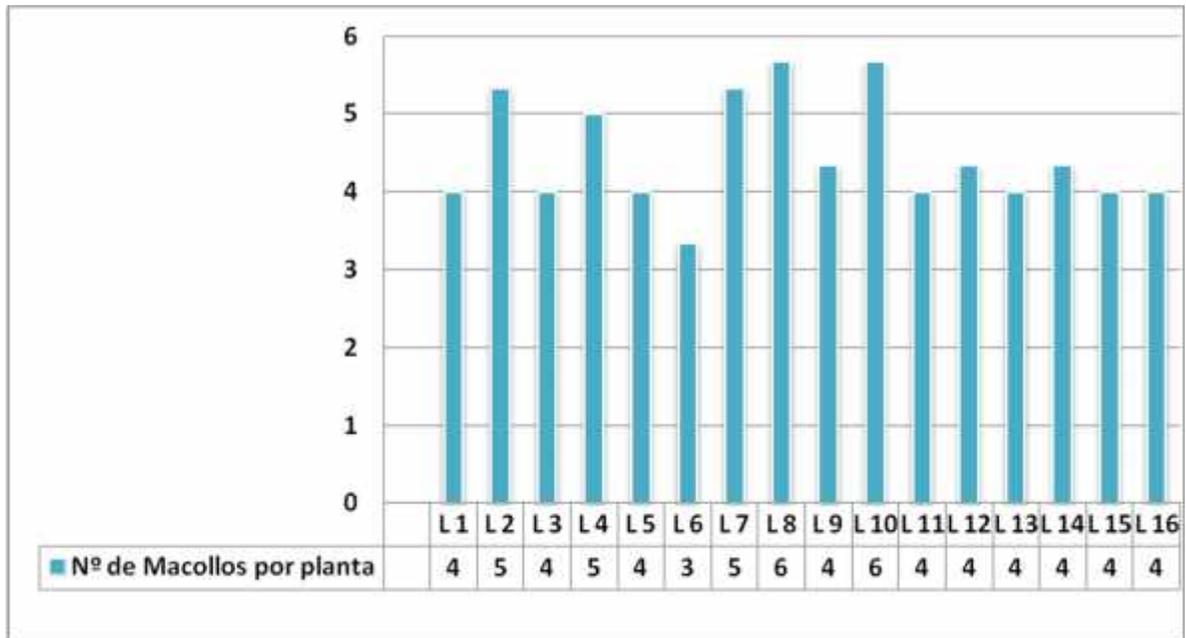
En cuanto al macollamiento los resultados muestran que las líneas avanzadas que mayor número de macollos presentaron fueron los tratamientos de líneas avanzadas L 8 y L 10, presentando un promedio de 5,7 macollos por planta, y teniendo un promedio de 5,3 macollos el tratamiento L 7 y L 2; las demás líneas avanzadas presentaron un promedio de 4 macollos por planta, y la línea avanzada L 6 con el menor número de macollos por planta de 3,3.

Según Bargues D. E en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo” Argentina 2001. En las nueve líneas avanzadas con las se estudiaron, tuvieron 5 macollos por planta y 4 macollos la mayor parte de

las mismas, por lo cual se comprueba este trabajo al presentar la mayor parte de las líneas avanzadas un promedio de 4 macollos por planta.

Gráfico N° 1.

Número de macollos por planta



Efectivamente se puede comprobar que el mayor número de macollos por planta son de los tratamientos L 2, L7, L 8 y L10.

4.3. Altura de planta.

Se midió en centímetros desde el suelo hasta la espiga.

Cuadro N° 8. Valores promedios Altura de plantas expresada en centímetros.

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	63.7	65.7	66	195.4	65.1
L 2	81.7	76.6	86.7	245	81.7
L 3	77	72.7	78	227.7	75.9
L 4	95.3	86	82.7	264	88.0
L 5	101.7	95	96.7	293.4	97.8
L 6	83	70.3	77.3	230.6	76.9
L 7	88.7	92.7	92	273.4	91.1
L 8	86	80.7	80.3	247	82.3
L 9	79.3	89.7	98	267	89.0
L 10	80	97.3	94.3	271.6	90.5
L 11	69	68.3	70.3	207.6	69.2
L 12	98.3	89.3	97.7	285.3	95.1
L 13	103.7	101.3	107.7	312.7	104.2
L 14	77.3	87.7	96.7	261.7	87.2
L 15	72.3	71	72.3	215.6	71.9
L 16	78	73	76.3	227.3	75.8
Total Bloques	1335	1317.3	1373	4025.3	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 9. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Altura de plantas.

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	6259.99				
Bloques	2	101.25	50.62	1.87 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	5347.39	356.49	13.18 **	2.03	2.74
Error	30	811.36	27.05			

Cv =6,20%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En el Cuadro N° 9 el valor de F. calculada de los bloques es menor a que la F tabulada, no hay diferencias significativas entre los bloques.

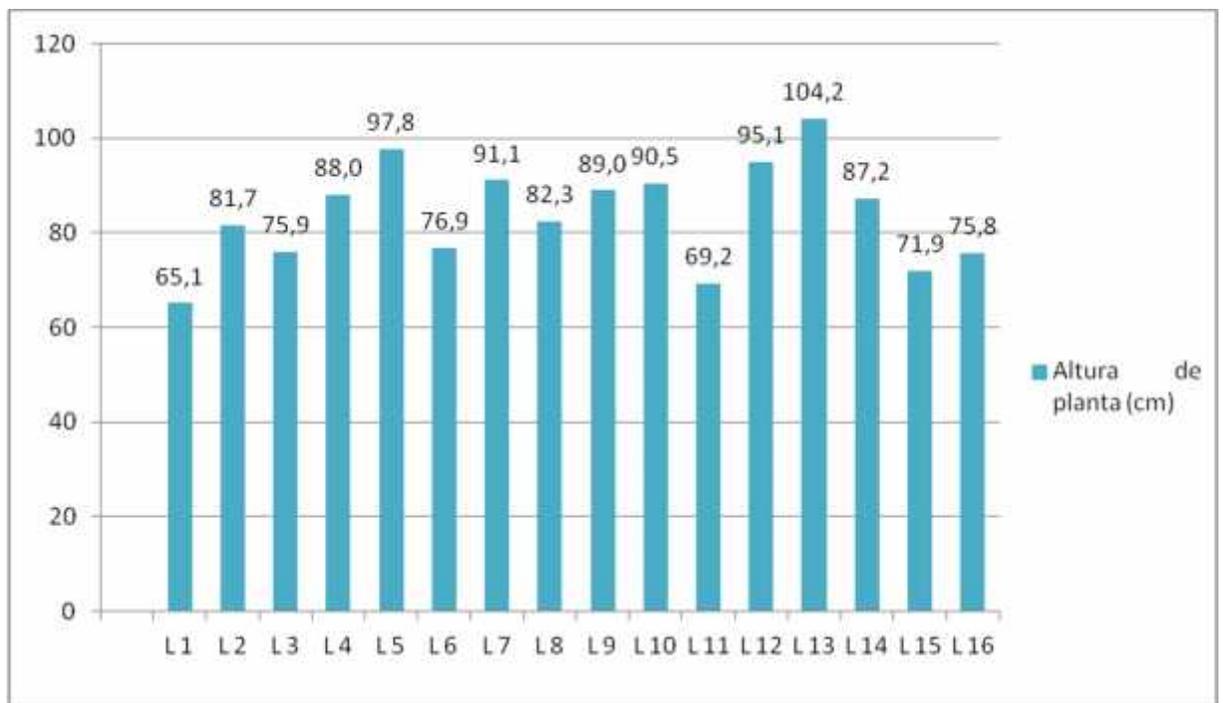
Como el valor de F. calculada de los tratamientos es mayor que la F tabulada, hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto se requiere realizar comparaciones entre tratamientos, para determinar el orden de clasificación de los tratamientos.

Cuadro N° 10. Comparación de medias por Tukey Altura de plantas

Líneas Avanzadas	\bar{X}	Significación
L 13	104.2	A
L 5	97.8	AB
L 12	95.1	ABC
L 7	91.1	ABCD
L 10	90.5	ABCD
L 9	89.0	ABCD
L 4	88.0	BCD
L 14	87.2	BCDE
L 8	82.3	BCDEF
L 2	81.7	CDEF
L 6	76.9	DEFG
L 3	75.9	DEFG
L 16	75.8	DEFG
L 15	71.9	EFG
L 11	69.2	FG
L 1	65.1	G
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		15.64

La altura de planta tomada a nivel de la espiga y medida en cm. La línea que tuvo un rango mayor de altura fue el tratamiento L 13 teniendo una altura mayor a los 100 cm, los tratamientos que estuvieron en un rango de 90 cm, L5, L12, L7 y L10 las líneas avanzadas que tienen menor altura son los tratamientos menos susceptibles al acame, tratamientos con menores alturas, estas líneas avanzadas fueron: L 1, L 11, L15, L 16, L 3 y L 6 que estuvieron en un rango de 60 a 80 cm de altura.

Gráfico N° 2. Altura de planta en los distintos tratamientos.



Consecuentemente en el Gráfico N° 2. Se comprueba que las plantas que menor altura tuvieron fueron las líneas avanzadas L 1, L 11, L 15, L 16, L 3 y L 6 que se encuentran en un rango de 60 – 80 cm de altura.

4.4. Tamaño de espiga.

Se realizo mediante muestreo, se midieron las espigas en centímetros.

Cuadro N° 11. Valor promedio Tamaño de espigas expresadas en centímetros.

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	8.7	7.3	8.3	24.3	8.1
L 2	9.0	8.7	8.7	26.3	8.8
L 3	7.7	7.7	7.0	22.3	7.4
L 4	8.0	7.7	7.7	23.3	7.8
L 5	7.3	7.7	7.7	22.7	7.6
L 6	6.7	6.7	6.3	19.7	6.6
L 7	6.7	6.3	6.7	19.7	6.6
L 8	7.7	7.0	7.3	22.0	7.3
L 9	10.7	9.7	10.0	30.3	10.1
L 10	9.0	9.0	9.3	27.3	9.1
L 11	6.3	6.7	7.0	20.0	6.7
L 12	10.0	8.7	9.7	28.3	9.4
L 13	11.0	10.3	10.0	31.3	10.4
L 14	8.7	9.3	9.3	27.3	9.1
L 15	7.7	7.7	7.7	23.0	7.7
L 16	8.7	8.3	8.3	25.3	8.4
Total Tratamiento	133.7	128.7	131.0	393.3	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 12. Análisis de varianza Tamaño de espigas.

F. Variación.	G.L	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	71.3				
Bloques	2	0.78	0.39	3.14 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	66.78	4.45	35.75**	2.03	2.74
Error	30	3.74	0.13			

Cv =4,40%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

Como el valor de F_c de los bloques es menor a que la F tabulada, no hay diferencias significativas entre los bloques,

Como el valor de F_c de los tratamientos es mayor a que la F tabulada, hay diferencias altamente significativas entre los tratamiento, por lo tanto se requiere realizar comparaciones entre tratamientos, para determinar el orden de clasificación de los tratamientos

Cuadro N° 13.Comparación de medias por Tukey Tamaño de espiga.

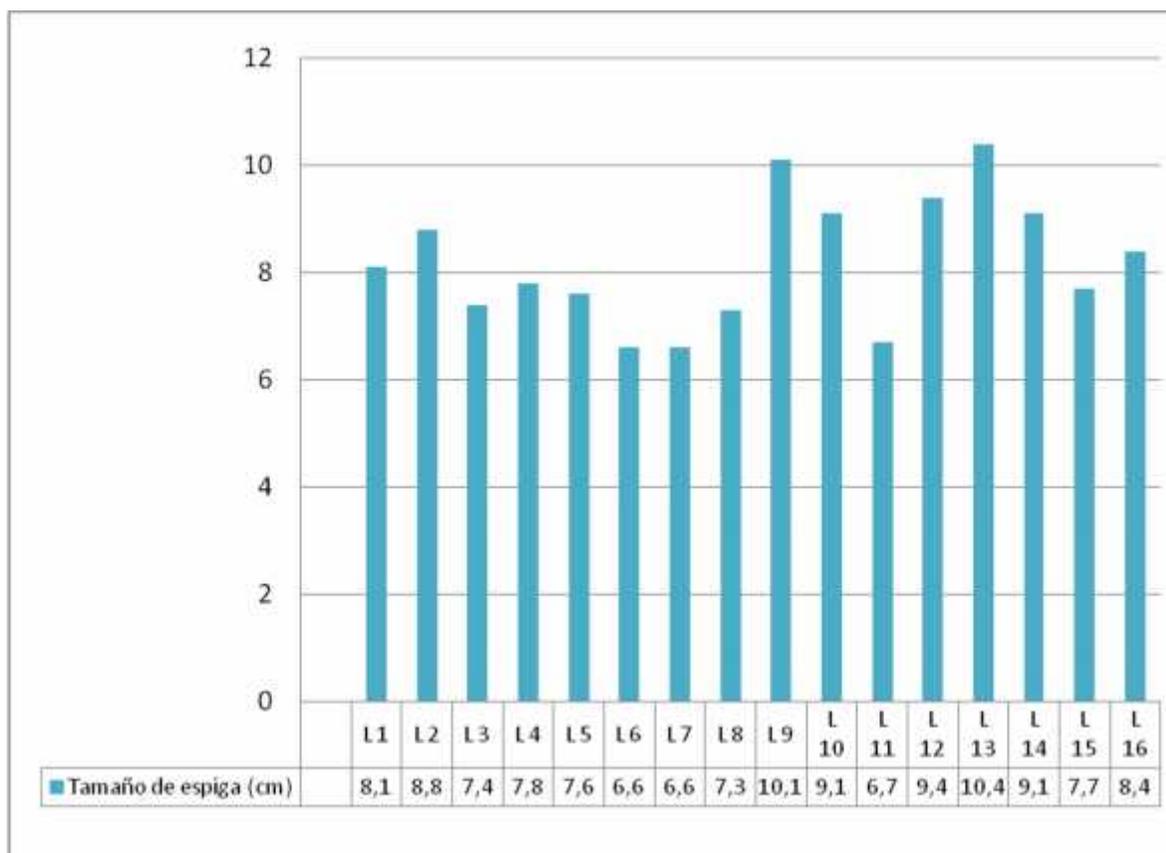
Líneas Avanzadas	\bar{X}	Significación
L 13	10.4	A
L 9	10.1	AB
L 12	9.4	ABC
L 10	9.1	BCD
L 14	9.1	BCD
L 2	8.8	CDE
L 16	8.4	CDEF
L 1	8.1	DEF
L 4	7.8	EFG
L 15	7.7	EGH
L 5	7.6	EGHI
L 3	7.4	EGHI
L 8	7.3	GHI
L 11	6.7	HI
L 6	6.6	I
L 7	6.6	I
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		1.06

Las mejores líneas avanzadas en cuanto al tamaño de la espiga, son las líneas avanzadas L 13 y L 9; seguidas de los tratamientos L 12, L 10, L 14 que tuvieron

espigas mayores de 9 cm de largo, las espigas de menor tamaño fueron de las líneas avanzadas L 11, L 6 y L 7.

Según Cano A. 2011, el trabajo “Primer ciclo de selección de Líneas Puras a partir de variedades del trigo (*Triticuma estivum* L.) en la Comunidad de Coimata. Reportan en el tamaño de espiga en *Triticuma estivum* de 8,0 a 10,5 cm, mientras que en este trabajo se obtuvieron tamaños de 10,4 a 6,6 cm presentando menores tamaños de espiga en algunas líneas avanzadas.

Gráfico N° 3. Tamaño de espiga en los distintos tratamientos.



Efectivamente las Líneas Avanzadas L 13 y L 9 fueron los mejores tratamientos en cuanto al tamaño de la espiga presentando tamaños superiores a los 10 cm.

4.5. Espigas por planta.

Cuadro N° 14. Número promedio de espigas por planta.

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	4	4	4	12	4.0
L 2	5	6	5	16	5.3
L 3	4	4	4	12	4.0
L 4	5	5	5	15	5.0
L 5	4	4	4	12	4.0
L 6	3	3	4	10	3.3
L 7	5	5	6	16	5.3
L 8	6	5	6	17	5.7
L 9	5	4	4	13	4.3
L 10	5	6	6	17	5.7
L 11	4	4	4	12	4.0
L 12	5	4	4	13	4.3
L 13	4	4	4	12	4.0
L 14	5	4	4	13	4.3
L 15	4	4	4	12	4.0
L 16	4	4	4	12	4.0
Total Bloques	72	70	72	214	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 15. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) número de espigas por planta.

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	27.92				
Bloques	2	0.17	0.08	0.48 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	22.58	1.51	8.74 **	2.03	2.74
Error	30	5.17	0.17			

CV= 9,25%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No hay significancia

En el cuadro N° 15 la tabla de análisis de varianza se encontró que la F cal. es menor que la F tab. en los bloques, por lo tanto existe una relativa homogeneidad entre bloques.

Como se observa en la cuadro N° 15 en los tratamientos la F cal. es mayor que la F tab. es decir, que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que podemos concluir diciendo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias.

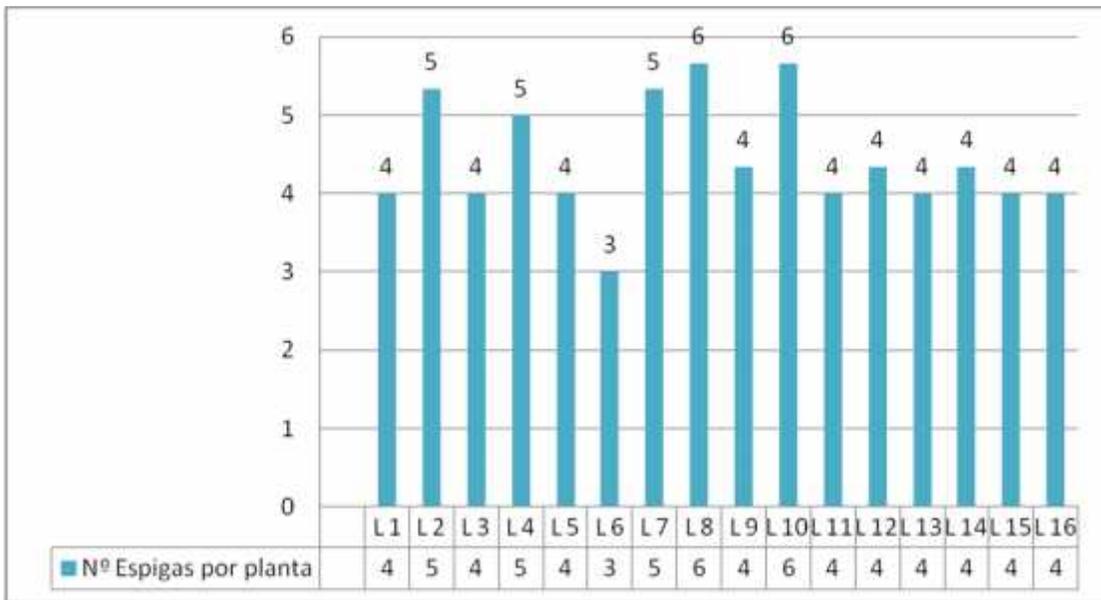
Cuadro N° 16. Comparación de medias por Tukey Número de espigas por planta.

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 8	5.7	A
L 10	5.7	A
L 7	5.3	AB
L 2	5.3	AB
L 4	5.0	AB
L 9	4.3	ABC
L 12	4.3	ABC
L 14	4.3	ABC
L 1	4.0	BC
L 3	4.0	BC
L 5	4.0	BC
L 11	4.0	BC
L 13	4.0	BC
L 15	4.0	BC
L 16	4.0	BC
L 6	3.3	C
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		1.36

Los resultados muestran que las líneas avanzadas que mayor número de espigas por planta fueron de los tratamientos L8 y L 10, presentando un promedio de 5,7 macollos por planta, y teniendo un promedio de 5,3 macollos el tratamiento L 7 y L 2; las demás líneas avanzadas presentaron mayormente alrededor de 4 macollos por planta.

Gráfico N° 4.

Número de espigas por planta.



Consiguientemente se puede observar que el mayor número de espigas por planta fueron de los tratamientos L 8 y L 10.

4.6. Granos por Espiga.

Cuadro N° 17. Número promedio Granos por espigas.

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	31	24	33	88	29.3
L 2	40	35	22	97	32.3
L 3	33	41	38	112	37.3
L 4	32	44	31	107	35.7
L 5	24	45	31	100	33.3
L 6	31	33	26	90	30.0
L 7	47	49	20	116	38.7
L 8	41	30	44	115	38.3
L 9	41	35	34	110	36.7
L 10	45	41	49	135	45.0
L 11	27	41	43	111	37.0
L 12	37	24	49	110	36.7
L 13	33	33	28	94	31.3
L 14	37	31	30	98	32.7
L 15	30	45	31	106	35.3
L 16	32	52	30	114	38.0
Total Bloques	561	603	539	1703	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N°18. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Granos por espiga.

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	2943.98				
Bloques	2	132.17	66.08	0.94 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	693.98	46.27	0.66 NS	2.03	2.74
Error	30	2117.83	70.59			

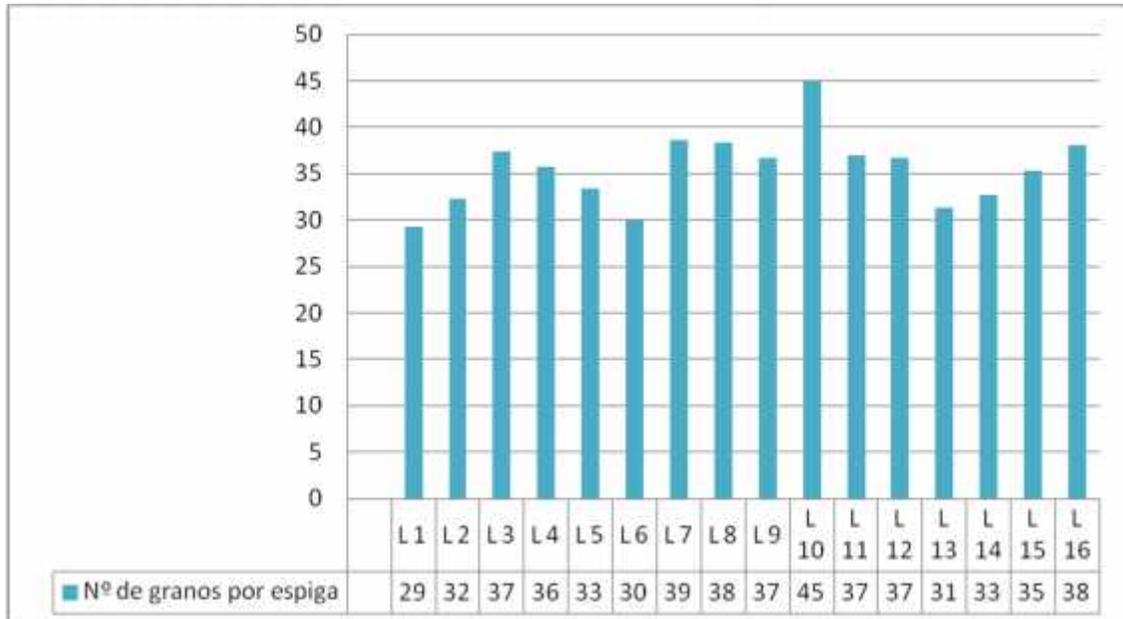
* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

De acuerdo al análisis de varianza efectuado no existen diferencias para ninguna de las fuentes de variación.

Gráfico N° 5. Número de Granos por espiga.



Mediante el gráfico N 5, efectivamente se puede decir que el rango de número de granos por espiga se encuentra entre los 29 – 45, presentando la mayoría de los tratamientos mayores de 30 granos y menores de 40 granos por espiga.

Según Bargues D. E en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo” Argentina 2001. Con las nueve líneas avanzadas con las que se trabajó se obtuvo un rango de 18,84 – 39,96 granos por espiga, se ha obtenido mejores resultados en algunas líneas avanzadas teniendo un rango mayor de 29 – 45 granos por espiga.

4.8. Biomasa.

Cuadro N° 19. Biomasa (Kg/ hectárea)

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	1671.43	1725.00	1703.571	5100	1700.00
L 2	2328.57	1689.29	2189.286	6207.1429	2069.05
L 3	3039.29	1175.00	1828.571	6042.8571	2014.29
L 4	2853.57	2292.86	1682.143	6828.5714	2276.19
L 5	2175.00	2707.14	2703.571	7585.7143	2528.57
L 6	2464.29	1882.14	1985.714	6332.1429	2110.71
L 7	2228.57	2742.86	2285.714	7257.1429	2419.05
L 8	2303.57	2353.57	2978.571	7635.7143	2545.24
L 9	2964.29	2714.29	1935.714	7614.2857	2538.10
L 10	4950.00	3792.86	2753.571	11496.429	3832.14
L 11	1471.43	2835.71	1832.143	6139.2857	2046.43
L 12	1160.71	2317.86	2314.286	5792.8571	1930.95
L 13	2371.43	3517.86	3514.286	9403.5714	3134.52
L 14	2407.14	3139.29	1632.143	7178.5714	2392.86
L 15	2085.71	2353.57	2746.429	7185.7143	2395.24
L 16	3032.14	1864.29	1353.571	6250	2083.33
Total Bloques	39507.14	39103.57	35439.28	114050	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 20. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Biomasa (Kg/ hectárea.)

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F.Tabulada	
					5%	1%
Total	47	23909743.84				
Bloques	2	627860.86	313930.43	0.82 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	11793366.28	786224.42	2.05 **	2.03	2.74
Error	30	11488516.69	382950.56			

Cv =26.04%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En este cuadro N° 20 de análisis de varianza se demuestra que no hay significancia, para los bloques.

Para los tratamientos, existe diferencias altamente significativas, por lo que se procede a realizar la prueba de comparación de la medias, la prueba de Tukey.

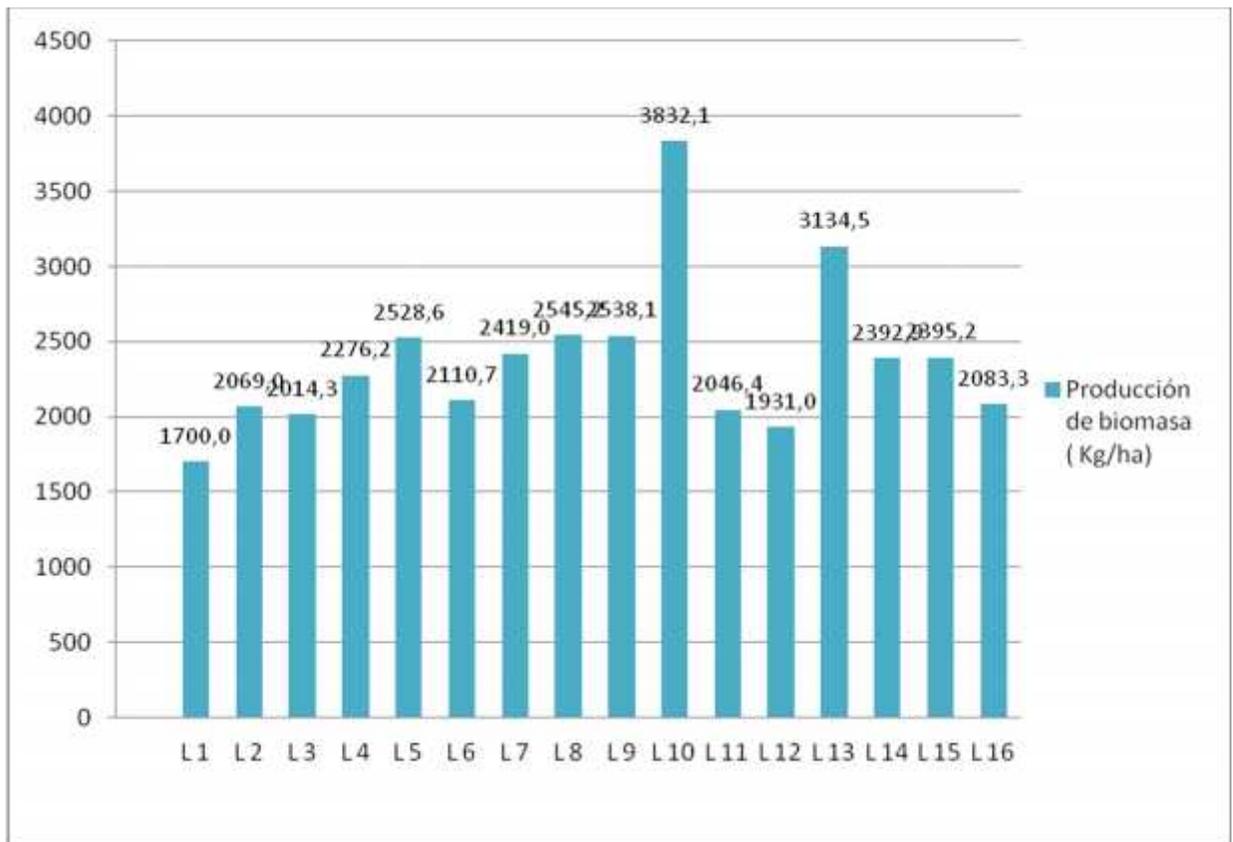
Cuadro N° 21. Comparación de medias por Tukey Biomasa (Kg/ hectárea.)

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 10	3832.14	A
L 13	3134.52	AB
L 8	2545.24	AB
L 9	2538.10	AB
L 5	2528.57	AB
L 7	2419.05	AB
L 15	2395.24	AB
L 14	2392.86	AB
L 4	2276.19	AB
L 6	2110.71	AB
L 16	2083.33	AB
L 2	2069.05	AB
L 11	2046.43	AB
L 3	2014.29	AB
L 12	1930.95	B
L 1	1700.00	B
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		1861.44

Luego de analizar la comparación entre las medias podemos recomendar como primera opción la línea avanzada L 10, teniendo esta la mayor producción en cuanto a biomasa, la línea avanzada que menor producción de biomasa es la línea avanzada L 1.

Según Vidal C. en el trabajo de fertilización en trigo de la Línea AC 302. Se obtuvo 2935 Kg/ha. en promedio en cuanto al rendimiento de biomasa. Por lo que se tuvieron menores resultados en la mayoría de las líneas avanzadas, teniendo en rango de rendimiento de 1700 – 3832,14 Kg / ha.

Gráfico N° 6. Biomasa (Kg/ hectárea).



Efectivamente se puede concluir que el mejor tratamiento en cuanto a producción de biomasa son L10 y L 13 estando la siguiente con mayor rendimiento de biomasa.

4.9. Rendimiento.

4.9.1. Rendimiento unidad útil experimental.

Cuadro N°22. Rendimiento (gr/ área útil unidad experimental)

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	411	420	405	1236	412.0
L 2	673	467	480	1620	540.0
L 3	540	300	485	1325	441.7
L 4	393	632	574	1599	533.0
L 5	535	340	478	1353	451.0
L 6	360	255	298	913	304.3
L 7	549	644	460	1653	551.0
L 8	851	643	577	2071	690.3
L 9	438	494	455	1387	462.3
L 10	665	559	545	1769	589.7
L 11	491	480	511	1482	494.0
L 12	325	244	228	797	265.7
L 13	129	240	153	522	174.0
L 14	298	312	360	970	323.3
L 15	431	470	495	1396	465.3
L 16	357	324	338	1019	339.7
Total Bloques	7446	6824	6842	21112	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 23. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Rendimiento (gr/unidad experimental útil).

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	993366.67				
Bloques	2	15667.17	7833.58	1.27 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	792696.67	52846.44	8.57**	2.03	2.74
Error	30	185002.83	6166.76			

Cv =17,85%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En el A.N.O.V.A. nos indica que en los bloques no existe diferencia significativa.

En cuanto a los tratamientos, existe diferencias altamente significativas, por lo que se procede a realizar la prueba de comparación de la medias.

Cuadro N° 24.Comparación de medias por Tukey Rendimiento (gr/unidad experimental útil).

Tratamiento	\bar{X}	Significación
L 8	690.3	A
L 10	589.7	AB
L 7	551.0	ABC
L 2	540.0	ABCD
L 4	533.0	ABCD
L11	494.0	ABCDE
L 15	465.3	ABCDE
L 9	462.3	ABCDE
L 5	451.0	BCDE
L 3	441.7	BCDE
L 1	412.0	BCDE
L 16	339.7	CDEF
L 14	323.3	CDEF
L 6	304.3	DEF
L 12	265.7	EF
L 13	174.0	F
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		236.21

Observando la prueba de comparación de medias podemos afirmar que el mejor tratamiento resulto ser L 8, el segundo tratamiento que mejores rendimientos L 10,

los tratamientos con bajos rendimientos por unidad útil experimental fueron las líneas avanzadas L 12 y L 13.

4.9.2. Rendimiento (Kg/Ha)

Cuadro N° 25. Rendimiento (Kg/ hectárea)

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	1467.86	1500.00	1446.43	4414.29	1471.43
L 2	2403.57	1667.86	1714.29	5785.71	1928.57
L 3	1928.57	1071.43	1732.14	4732.14	1577.38
L 4	1403.57	2257.14	2050.00	5710.71	1903.57
L 5	1910.71	1214.29	1707.14	4832.14	1610.71
L 6	1285.71	910.71	1064.29	3260.71	1086.90
L 7	1960.71	2300.00	1642.86	5903.57	1967.86
L 8	3039.29	2296.43	2060.71	7396.43	2465.48
L 9	1564.29	1764.29	1625.00	4953.57	1651.19
L 10	2375.00	1996.43	1946.43	6317.86	2105.95
L 11	1753.57	1714.29	1825.00	5292.86	1764.29
L 12	1160.71	871.43	814.29	2846.43	948.81
L 13	460.71	857.14	546.43	1864.29	621.43
L 14	1064.29	1114.29	1285.71	3464.29	1154.76
L 15	1539.29	1678.57	1767.86	4985.71	1661.90
L 16	1275.00	1157.14	1207.14	3639.29	1213.10
Total Bloques	26592.86	24371.43	24435.71	75400.00	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 26. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Rendimiento (Kg/ hectárea.)

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	12670493.20				
Bloques	2	199836.31	99918.15	1.27 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	10110926.87	674061.79	8.57 **	2.03	2.74
Error	30	2359730.02	78657.67			

Cv =17,85%

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En el cuadro N° 26 de análisis de varianza se demuestra que no hay significancia, para los bloques.

Para los tratamientos, existen diferencias altamente significativas, por lo que se procede a realizar la prueba de comparación de la medias Tukey.

Cuadro N° 27. Comparación de medias por Tukey Rendimiento (Kg/ hectárea.)

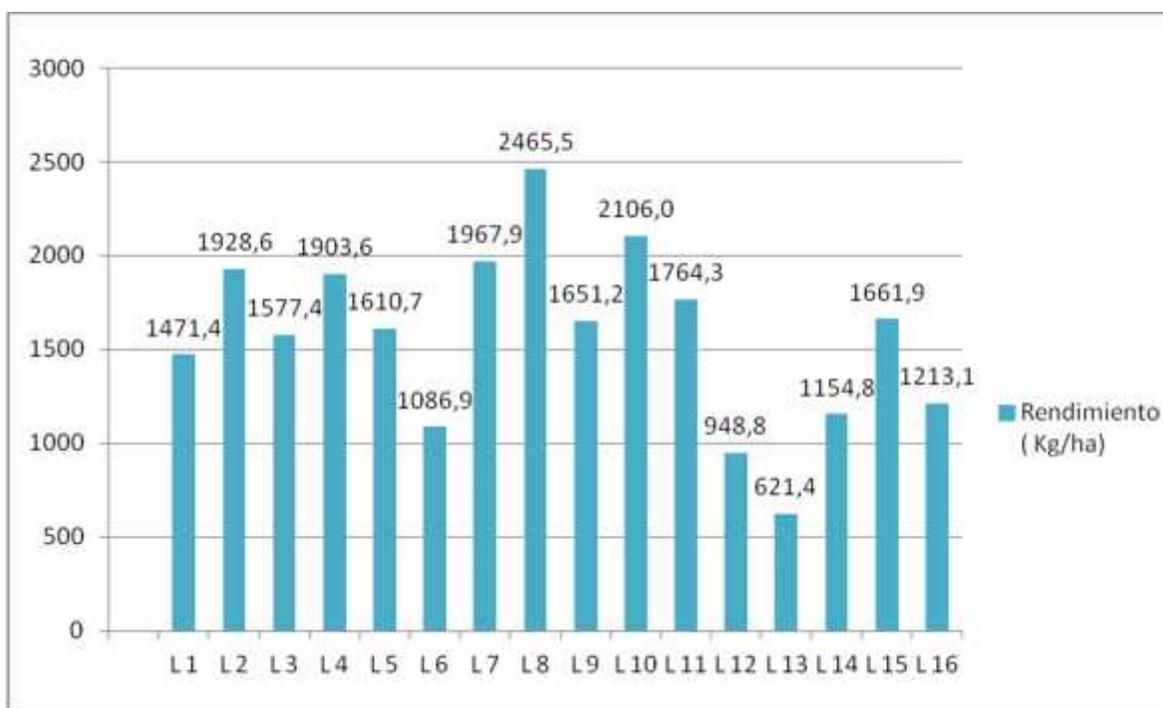
Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 8	2465.48	A
L 10	2105.95	AB
L 7	1967.86	ABC
L 2	1928.57	ABC
L 4	1903.57	ABCD
L11	1764.29	ABCDE
L 15	1661.90	ABCDE
L 9	1651.19	ABCDE
L 5	1610.71	BCDE
L 3	1577.38	BCDE
L 1	1471.43	BCDE
L 16	1213.10	CDEF
L 14	1154.76	CDEF
L 6	1086.90	DEF
L 12	948.81	EF
L 13	621.43	F
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		843.62

Luego de analizar la comparación entre las medias podemos del rendimiento por hectárea el mejor rendimiento obtenido del tratamiento L 8, seguida de la línea

avanzada L 10, las líneas avanzadas que menor rendimiento fueron las líneas avanzadas numero L 12 y L 13.

Según Banegas L. y Guzmán E., en el “Ensayo Nacional de Líneas y Variedades de Trigo harinero. Verano 1994/95 a invierno 1997” en Líneas como BL/022 teniendo un rendimiento por hectárea de 1544 Kg/ha y la Línea HU2325 tuvo un rendimiento de 1762 kg / ha, resultados similares a algunas de las Líneas avanzadas (L 3 y L 11) utilizadas en este ensayo.

Gráfico N° 7.Rendimiento (Kg/ hectárea.)



Efectivamente se puede observar que el mejor tratamiento en cuanto al rendimiento por hectárea fue L 8, seguido del tratamiento L 10.

4.9. Peso de 1000 granos.

Cuadro N° 28. Peso de 1000 granos (gramos).

Tratamientos	Bloques			Total Trat.	\bar{X}
	I	II	III		
L 1	41	39	39	119	39.67
L 2	49	49	47	145	48.33
L 3	48	49	49	146	48.67
L 4	46	47	46	139	46.33
L 5	41	40	41	122	40.67
L 6	42	42	42	126	42.00
L 7	37	39	38	114	38.00
L 8	43	43	43	129	43.00
L 9	47	49	47	143	47.67
L 10	46	45	44	135	45.00
L 11	44	45	45	134	44.67
L 12	37	38	38	113	37.67
L 13	40	41	40	121	40.33
L 14	41	42	42	125	41.67
L 15	44	42	42	128	42.67
L 16	40	41	41	122	40.67
Total Bloques	686	691	684	2061	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

\bar{X} : Valor promedio (media).

Cuadro N° 29. Análisis de varianza (A.N.O.V.A.) Peso de 1000 granos (gramos).

F. Variación.	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	47	576.81				
Bloques	2	1.63	0.81	1.33 NS	3.35	5.49
Tratamientos	15	556.81	37.12	60.61 **	2.03	2.74
Error	30	18.38	0.61			

Cv = 1,82 %

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En este cuadro N° 29 de análisis de varianza se demuestra que no hay significancia, para los bloques.

Para los tratamientos, existe diferencias altamente significativas, por lo que se procede a realizar la prueba de comparación de la medias.

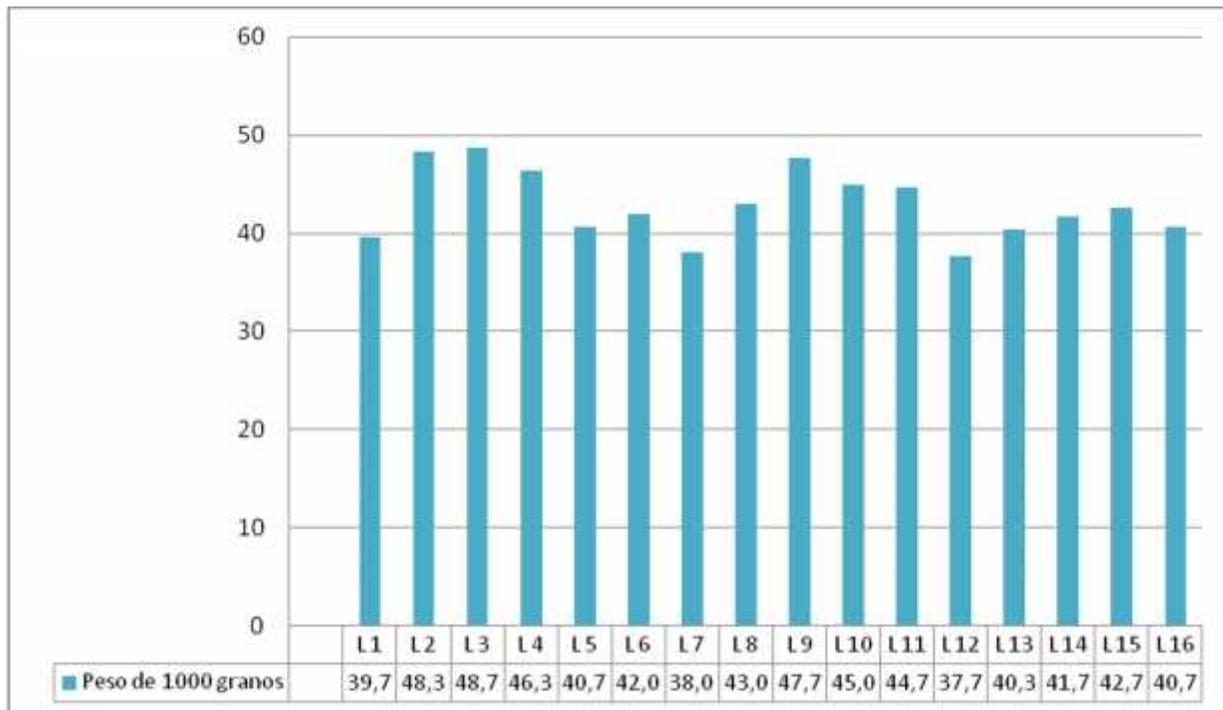
Cuadro N° 30. Comparación de medias por Tukey Peso de 1000 granos (gramos).

Tratamiento	\bar{X}	Significación
L 3	48.67	A
L 2	48.33	A
L 9	47.67	A
L 4	46.33	AB
L 10	45.00	BC
L 11	44.67	BC
L 8	43.00	CD
L 15	42.67	CDE
L 6	42.00	DEF
L 14	41.67	DEF
L 5	40.67	DEF
L 16	40.67	DEF
L 13	40.33	EFG
L 1	39.67	FGH
L 7	38.00	GH
L 12	37.67	H
VALOR DE LA TABLA		5.21
TUKEY		2.35

La comparación de medias en el peso de 1000 granos podemos identificar que las líneas avanzadas que mayor peso obtuvieron fueron los tratamientos L 3, L 2 y L 9, la línea avanzadas que menor peso se obtuvo por el peso de 1000 granos fue el tratamiento L 12.

Según Bargues D. E en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo” Argentina 2001. Obteniéndose en este trabajo de 33,1 – 46,6 grs el peso de 1000 granos. Obteniéndose similares resultados con las 16 Líneas Avanzadas de 37,67 – 48,67 grs.

Gráfico N° 8. Peso de 1000 granos (gramos)



Evidentemente se puede observar que los mejores tratamientos fueron las líneas avanzadas L 3, L 2 y L 9.

4.3. Componentes de rendimiento.

Trat.	Macollos		Granos	Peso de 1000 granos		Rendimiento	
	macollos/planta		granos /espiga	gr		Kg/ha	
L 1	4.0	BC	29.3	39.67	FGH	1471.43	BCDE
L 2	5.3	AB	32.3	48.33	A	1928.57	ABC
L 3	4.0	BC	37.3	48.67	A	1577.38	BCDE
L 4	5.0	AB	35.7	46.33	AB	1903.57	ABCD
L 5	4.0	BC	33.3	40.67	DEF	1610.71	BCDE
L 6	3.3	C	30.0	42.00	DEF	1086.90	DEF
L 7	5.3	AB	38.7	38.00	GH	1967.86	ABC
L 8	5.7	A	38.3	43.00	CD	2465.48	A
L 9	4.3	ABC	36.7	47.67	A	1651.19	ABCDE
L 10	5.7	A	45.0	45.00	BC	2105.95	AB
L 11	4.0	BC	37.0	44.67	BC	1764.29	ABCDE
L 12	4.3	ABC	36.7	37.67	H	948.81	EF
L 13	4.0	BC	31.3	40.33	EFG	621.43	F
L 14	4.3	ABC	32.7	41.67	DEF	1154.76	CDEF
L 15	4.0	BC	35.3	42.67	CDE	1661.90	ABCDE
L 16	4.0	BC	38.0	40.67	DEF	1213.10	CDEF
Promedio	4.5		35.5	42.94		1570.83	
C.V %	9.35			1.82		17.85	
TUKEY	1.36			2.35		843.62	

4.4. Descripción 16 Líneas Avanzadas.

Descripción fenotípica L 1

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	65,1
Tamaño de espiga:	8,1
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	29
Producción de biomasa (Kg / Ha):	1700
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1471,4
Peso de 1000 granos (gr):	39,7

Descripción fenotípica L 2

Número promedio de macollos:	5
Altura promedio:	81,7
Tamaño de espiga:	8,8
Número de espigas/ planta:	5
Número promedio de granos/espiga:	32
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2069,0
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1928,6
Peso de 1000 granos (gr):	48,3

Descripción fenotípica L 3

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	75,9
Tamaño de espiga:	7,4
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	37
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2014,3
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1577,4
Peso de 1000 granos (gr):	48,7

Descripción fenotípica L 4

Número promedio de macollos:	5
Altura promedio:	88,0
Tamaño de espiga:	7,8
Número de espigas/ planta:	5
Número promedio de granos/espiga:	36
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2276,2
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1903,6
Peso de 1000 granos (gr):	46,3

Descripción fenotípica L 5

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	97,8
Tamaño de espiga:	7,6
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	33
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2528,6
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1610,7
Peso de 1000 granos (gr):	40,7

Descripción fenotípica L 6

Número promedio de macollos:	3
Altura promedio:	76,9
Tamaño de espiga:	6,6
Número de espigas/ planta:	3
Número promedio de granos/espiga:	30
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2110,7
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1086,9
Peso de 1000 granos (gr):	42,0

Descripción fenotípica L 7

Número promedio de macollos:	5
Altura promedio:	91,1
Tamaño de espiga:	6,6
Número de espigas/ planta:	5
Número promedio de granos/espiga:	39
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2419,0
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1967,9
Peso de 1000 granos (gr):	48,0

Descripción fenotípica L 8

Número promedio de macollos:	6
Altura promedio:	82,3
Tamaño de espiga:	7,3
Número de espigas/ planta:	6
Número promedio de granos/espiga:	38
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2545,2
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	2465,5
Peso de 1000 granos (gr):	43,0

Descripción fenotípica L 9

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	89,0
Tamaño de espiga:	10,1
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	37
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2538,1
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1651,2
Peso de 1000 granos (gr):	47,7

Descripción fenotípica L 10

Número promedio de macollos:	6
Altura promedio:	90,5
Tamaño de espiga:	9,1
Número de espigas/ planta:	6
Número promedio de granos/espiga:	45
Producción de biomasa (Kg / Ha):	3832,1
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	2106,0
Peso de 1000 granos (gr):	45,0

Descripción fenotípica L 11

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	69,2
Tamaño de espiga:	6,7
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	37
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2046,4
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1764,3
Peso de 1000 granos (gr):	44,7

Descripción fenotípica L 12

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	95,1
Tamaño de espiga:	9,4
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	37
Producción de biomasa (Kg / Ha):	1931,0
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	948,8
Peso de 1000 granos (gr):	37,7

Descripción fenotípica L 13

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	104,2
Tamaño de espiga:	10,4
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	31
Producción de biomasa (Kg / Ha):	3134,5
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	612,4
Peso de 1000 granos (gr):	40,3

Descripción fenotípica L 14

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	87,2
Tamaño de espiga:	9,1
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	33
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2392,9
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1154,8
Peso de 1000 granos (gr):	41,6

Descripción fenotípica L 15

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	71,9
Tamaño de espiga:	7,7
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	35
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2395,2
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1661,9
Peso de 1000 granos (gr):	42,7

Descripción fenotípica L 16

Número promedio de macollos:	4
Altura promedio:	75,8
Tamaño de espiga:	8,4
Número de espigas/ planta:	4
Número promedio de granos/espiga:	38
Producción de biomasa (Kg / Ha):	2083,3
Rendimiento de grano (Kg / Ha):	1213,1
Peso de 1000 granos (gr):	40,7

CUADRO 31. Descripción Agronómica de las 16 Líneas Avanzadas de Trigo.

CULTIVARES DE TRIGO	Nº de Macollos por planta	Altura de planta (cm)	Tamaño de espiga (cm)	Nº Espigas por planta	Nº de granos por espiga	Producción de biomasa (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Peso de 1000 granos
L 1	4	65.1	8.1	4	29	1700.0	1471.4	39.7
L 2	5	81.7	8.8	5	32	2069.0	1928.6	48.3
L 3	4	75.9	7.4	4	37	2014.3	1577.4	48.7
L 4	5	88.0	7.8	5	36	2276.2	1903.6	46.3
L 5	4	97.8	7.6	4	33	2528.6	1610.7	40.7
L 6	3	76.9	6.6	3	30	2110.7	1086.9	42.0
L 7	5	91.1	6.6	5	39	2419.0	1967.9	38.0
L 8	6	82.3	7.3	6	38	2545.2	2465.5	43.0
L 9	4	89.0	10.1	4	37	2538.1	1651.2	47.7
L 10	6	90.5	9.1	6	45	3832.1	2106.0	45.0
L 11	4	69.2	6.7	4	37	2046.4	1764.3	44.7
L 12	4	95.1	9.4	4	37	1931.0	948.8	37.7
L 13	4	104.2	10.4	4	31	3134.5	621.4	40.3
L 14	4	87.2	9.1	4	33	2392.9	1154.8	41.7
L 15	4	71.9	7.7	4	35	2395.2	1661.9	42.7
L 16	4	75.8	8.4	4	38	2083.3	1213.1	40.7

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Dando respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación se tiene que:

- La línea avanzada que mostró ser más precoz cumpliendo su ciclo vegetativo a los 110 días corresponde a L6.
- La línea que tuvo un rango mayor de altura fue el tratamiento L 13 teniendo una altura mayor a los 100 cm.
- Las mejores líneas en cuanto al tamaño de la espiga, son las líneas avanzadas L 13 y L 9, obteniéndose en estas tamaños promedios mayores a 10 cm.
- La línea que mayor número de granos por espiga mostró corresponder a L10, con un número promedio de 45 granos.
- Los resultados de rendimiento del ensayo de 16 líneas avanzadas de trigo harinero, se obtuvo un rendimiento promedio de 1570.83 Kg / ha, con un rango de rendimiento desde 621.43 Kg/ha, hasta los 2465.48 Kg/ha; los mayores rendimientos corresponden a L 8 y L 10 con más de 2000 Kg / ha.
- La L 10 (3832,14 Kg/ha) mostró un mejor promedio en cuanto a producción de biomasa, debido más que todo al tener mayor número de macollos.
- Respecto al peso de 1000 granos, las líneas que mejores resultados mostraron fueron la L3 (48,67 gr), L2 (48.33gr) y L9 (47,67gr) lo que se interpreta como un mayor peso específico por grano.
- El análisis de varianza de la diferentes características fenotípicas evaluadas, muestra que en cada una que los tratamientos (diferentes líneas avanzadas) existe una diferencia estadística lo que demuestra que los

tratamientos difieren, teniendo cada una características fenotípicas diferentes.

- Al comparar estadísticamente los diferentes tratamientos, se pudo comprobar que los tratamientos que tuvieron mayor número de macollos, tuvieron mayor rendimiento tanto en granos, como biomasa.
- Las líneas avanzadas con mayor potencial de rendimiento, estas presentan un mayor número de macollos por planta, por lo tanto mayor rendimiento de espigas que aportó en rendimiento de grano y biomasa. Los tratamientos L 8, L 10 Y L 2, mostraron tener mayores componentes de rendimiento (número de espigas por planta, granos por espiga, peso de 1000 granos).
- Descripción fenotípica L 8: Presento un número promedio de 6 macollos por planta, altura promedio de 82,3 cm, tamaño de espiga de 7,3 cm, número de espigas por planta 6, granos en promedio 38 en cada espiga, producción de biomasa de 2545,2 Kg /ha, el rendimiento de grano 2465,5 Kg /ha y presentando 43,0 gr en el peso de 1000 granos.
- Descripción fenotípica L 10: Presento un número promedio de 6 macollos por planta, altura promedio de 90,5 cm, tamaño de espiga de 9,1 cm, número de espigas por planta 6, granos en promedio 45 en cada espiga, producción de biomasa de 3832,1 Kg /ha, el rendimiento de grano 2106,0 Kg /ha y presentando 45,0 gr en el peso de 1000 granos.
- Descripción fenotípica L 2: Presento un número promedio de 5 macollos por planta, altura promedio de 65,1 cm, tamaño de espiga de 8,8 cm, número de espigas por planta 5, granos en promedio 32 en cada espiga, producción de biomasa de 2069,0 Kg /ha, el rendimiento de grano 1928,6 Kg /ha y presentando 48,3 grs en el peso de 1000 granos.

5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones efectuadas en el presente estudio, se recomienda:

- Para las condiciones en la zona de estudio se recomienda utilizar las líneas avanzadas L 10,L 8 y L 2, por tener mejores componentes de producción expresadas en número de macollos, mayor número de espigas por planta (en proporción al número de macollos), mayor número de granos por espiga y adicionalmente presenta un buen rendimiento de biomasa.
- Realizar otros ensayos con cuatro o cinco las líneas avanzadas, con mayor potencial de rendimiento.
- Continuar la investigación, de manera que se pueda generar mayor información de nuevas variedades con mejores características agronómicas.
- Continuar con este tipo de investigación tomando en cuenta otros factores en estudio como el rendimiento en harina y otros.