

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

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.

Uno de los mayores problemas del mundo es el lento incremento de la producción agrícola con respecto al aumento de la población; la producción de alimentos no es suficiente para satisfacer una demanda cada vez es mayor. Son varios los factores que contribuyen a aquello entre los que se citan como importantes: la semilla, el manejo cultural del cultivo y el manejo de plagas, enfermedades y malezas; estas últimas, competidoras del cultivo y cuyo daño puede en algunos casos llegar a superar el 25% de la productividad real del cultivo.

El estado Plurinacional de Bolivia, a través del Ministerio de Desarrollo rural y Tierras mediante la promulgación Decreto Supremo 29611 del 25 de junio del 2008 creo el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), como la entidad pública responsable de la investigación agropecuaria y forestal, de asistencia técnica y promoción de semilla de calidad para los productores agropecuarios y forestales a nivel nacional, para contribuir a la seguridad alimentaria y soberanía alimentaria del país.

El trigo es un alimento de primera necesidad en la población boliviana. El pan y fideos se constituyen en alimentos de alto consumo en hogares de bajos ingresos económicos y además son parte de la dieta de la población en general. En el área rural de la región andina el trigo se consume preparado como: lagua, tostado, trigo mote, chicha y otros, razón por la cual es uno de los cultivos de mayor importancia para los agricultores de estas regiones, ya que asegura la alimentación del habitante rural. Lamentablemente, en esta misma región andina y productora de trigo, la deficiencia de consumo de hierro y zinc provoca anemia y diversos problemas en el crecimiento y sistema inmune, en menores de 5 años es de alta vulnerabilidad ocasionando un gran porcentaje de desnutrición infantil.

Los trigos biorfortificados que tienen un alto contenido de hierro y zinc, estos dos aspectos han sido el argumento fundamental, para desarrollar un trabajo de investigación que permita a los agricultores de la zona, contar con un producto de la parcela a su mesa, que ayude a superar los problemas ocasionados por el bajo consumo de hierro y zinc.

De la misma forma que los trigos biortificados se constituyen en un bien público para que las instituciones públicas locales, departamentales y nacionales impulsen su difusión, multiplicación, transformación y consumo a través de estrategias que aseguren la ingesta sobre todo de niños en (desayuno escolar) y mujeres gestantes (subsidio pre y post natal).

El trigo es considerado un rubro estratégico de seguridad alimentaria en el país lo que hace que todo esfuerzo por incrementar la productividad de este cultivo sea en beneficio de familias vulnerables del sector rural. Este cultivo es de conocimiento generalizado en todas las ecoregiones del país desde zonas altiplánicas, valles altos, valles bajos, zonas de transición, chaco y áreas sub-tropicales.

El Programa Nacional de Trigo tiene el objetivo de desarrollar tecnología para la mejora de los índices productivos del rubro, que permitan identificar soluciones a cuellos de botella tecnológicos cuyo fortalecimiento genere saltos cualitativos y

cuantitativos en la competitividad del trigo, esto, a través del desarrollo sostenible de variedades de alta estabilidad, alto potencial genético para rendimiento, buena calidad, tolerante a factores bióticos y abióticos adversos con sus correspondientes recomendaciones de manejo, coadyuvando de esta manera a la política nacional de seguridad con soberanía alimentaria.

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 12 líneas avanzadas de trigo Biofortificados procedentes del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) por lo que se requiere realizar una evaluación de las mismas en condiciones agroecológicas del departamento de Tarija.

Los trigos Biofortificados que contienen un alto contenido de Hierro y Zinc estos dos aspectos han sido el argumento fundamental, para desarrollar un trabajo de investigación que permita a los agricultores de la zona, contar con un producto de la parcela a su mesa, que ayude a superar los problemas ocasionados por el bajo consumo de hierro y zinc.

1.3. HIPÓTESIS.

El comportamiento de las líneas avanzadas de trigo biofortificados sobre el rendimiento y algunos componentes agronómicos son iguales para las 12 líneas.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo General.

Determinar el comportamiento y la adaptabilidad doce líneas avanzadas de trigo Biofortificados, con alto contenido de hierro y zinc, en la localidad de Yesera Norte Provincia Cercado, del Departamento de Tarija.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico de doce líneas avanzadas de trigo Biofortificados con alto contenido de Hierro y Zinc.
- Determinar la productividad de cada línea avanzada expresada en Kg/ha.
- Comparar parámetros de evaluación de las doce líneas, con el rendimiento final.
- Determinar la rentabilidad de las líneas de trigo Biofortificado de la presente investigación.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEN DE CULTIVO DE TRIGO.

El origen del trigo (*Triticum aestivum*) ha sido siempre motivo de discusión, pero la teoría más aceptada indica que comenzó a cultivarse hace unos 10.000 años a partir de las especies silvestres que fueron recolectadas por los cazadores- recolectores del suroeste de Asia. Los primeros registros de la existencia de ésta especie como fuente primaria de alimento para la humanidad, se encuentran en la antigua Mesopotamia, región comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates. Desde allí, el cultivo se difundió en todas las direcciones del planeta, inicialmente hacia Grecia y Roma. El trigo pertenece a la familia gramínea, como todos los cereales y su nombre “Triticum” quiere decir triturado. (FENALCE, 2010)

El trigo es uno de los cultivos más viejos sembrados por el hombre, es cultivado en forma extensiva y es el que se produce en mayor cantidad. Se cultivan especies diferentes, pero el trigo de pan moderno, *Triticum aestivum* L. (hexaploide), es por lejos el más abundante (Evans et al, 1972).

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 (sequía, 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. (Guzmán, 2012)

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.

En los países en desarrollo, especialmente los de Asia Meridional y Occidental, alrededor de 500 millones de personas sufren de deficiencia de hierro. En muchos de esos mismos países y regiones, el trigo se considera uno de los principales alimentos de primera necesidad. El objetivo primordial de la labor de biofortificación del trigo es desarrollar un trigo nutricionalmente mejorado aumentando, de este modo, el consumo de hierro y de cinc de las personas. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) lidera este trabajo de investigación de HarvestPlus, en el que colaboran los sistemas nacionales de investigación y extensión agrícolas de Asia Meridional y Occidental, y también otros institutos de investigación avanzada. (Calderini, et al, 2003)

La semilla de trigo que tiene los niveles más altos de hierro y de cinc proviene de líneas nativas de trigo y de parientes silvestres de este cereal, como *Triticum dicoccon* y *Aegilops taushii*. Cuando se busquen mejores fuentes del nivel alto de hierro y de cinc en los bancos de germoplasma del CIMMYT se dará énfasis a la selección de parientes silvestres. Las mejores fuentes provienen de parientes silvestres del trigo que no pueden cruzarse directamente con el trigo moderno; por tal razón, los investigadores facilitaron el cruzamiento entre un pariente silvestre de trigo con alto contenido de micronutrientes (*Aegilops taushii*) y una variedad primitiva de trigo que también tiene un alto contenido de micronutrientes (*Triticum dicoccon*), y

Desarrollaron así una variedad de trigo hexaploide. Este trigo, que puede cruzarse directamente con las actuales variedades modernas del cereal, tiene niveles de hierro y de cinc en el grano que son de 40% a 50% más altos que los niveles encontrados en el trigo moderno. (Calderini, et al, 2003)

2.3. PRODUCCIÓN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TRIGO.

Por la facilidad con que puede cultivarse, por su adaptabilidad a toda clase de climas y terrenos, por su elevado poder nutritivo y por las buenas cualidades del pan (sabor) que suministra, el trigo es el cereal nutritivo por excelencia de todas las regiones templadas y su importancia va siendo cada vez mayor. Con el aumento de la población y los progresos de la ciencia y técnica agrícola, su cultivo se ha ido difundiendo cada vez más por el viejo y nuevo continente, especialmente sobre este último como se puede observar en el Cuadro No. 1.

Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) estima que la producción mundial de trigo 2013/14 será de 712,52 millones de toneladas, lo que implica un aumento del 8,53% con respecto a la campaña pasada (655,5 millones de toneladas). (Barberis, 2014).

Cuadro No. 1 Principales Países Productores de Trigo del Mundo

Producción Trigo 2013/14 (t)	
Unión Europea	142.886.000
China	121.720.000
India	93.510.000
Estados Unidos	57.961.000
Otros	54.037.000
Rusia	52.091.000
Canadá	37.500.000
Australia	27.000.000
Pakistán	24.000.000
Ucrania	22.278.000
Turquía	18.000.000
Irán	14.500.000
Kazajstán	13.941.000
Argentina	10.500.000
Egipto	8.800.000
Marruecos	7.000.000
Uzbekistán	6.800.000

FUENTE: Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2014)

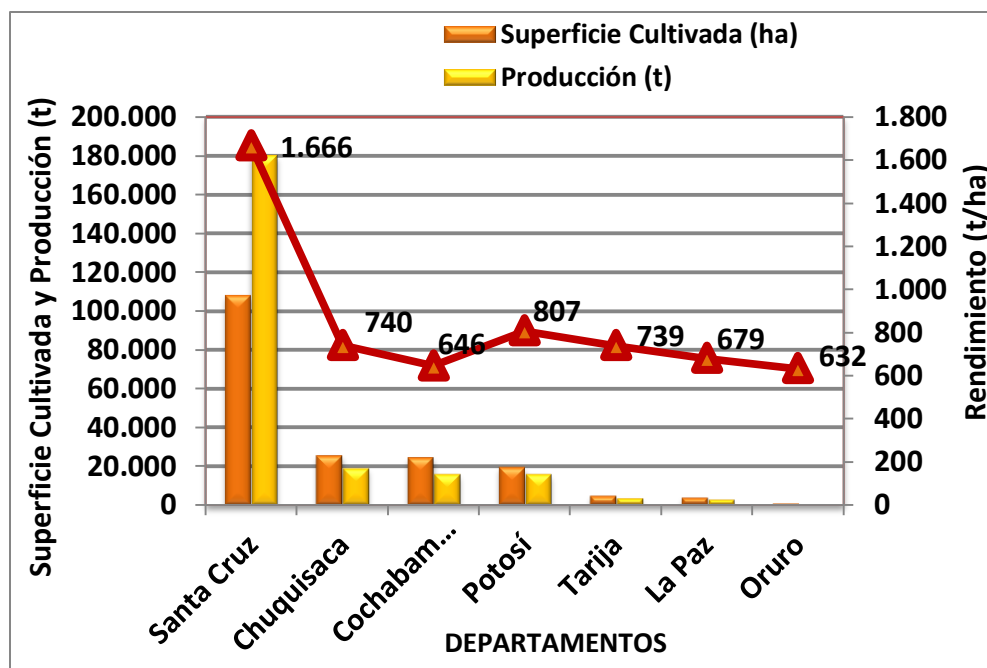
Cuadro No. 2 Bolivia: Evolución de la Superficie Cultivada, Producción y Rendimiento

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.

Gráfico No. 1 Superficie Cultivada y Rendimiento de Trigo en Bolivia



Fuente: (INIAF, 2010)

2.4. EL CULTIVO DE TRIGO EN BOLIVIA

El Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT 1998), señala que el trigo en Bolivia se cultiva principalmente en dos grandes regiones, como las tierras altas de los andes y las llanuras en las tierras bajas. Los factores más importantes que determinan el rendimiento son la carencia de agua y la degradación donde los productores afrontan carencias de nutrientes en el suelo y problemas de maleza.

El trigo ha sido cultivado en Bolivia, desde las épocas coloniales, llegando a ser uno de los principales cultivo de pequeños productores de las áreas más secas y marginales de los valles bolivianos.

Desde esa época a la actual los productos derivados del trigo han asumido una gran importancia en la dieta de la población, consumiéndose anualmente alrededor de 65 kg. De trigo per cápita, siendo la demanda interna de este grano aproximadamente 650 mil toneladas/año, de lo cual la producción del país solo cubre un 25 %, siendo necesaria la importación de este producto para poder cubrir nuestra demanda interna.

El cultivo de trigo es el principal rubro de alimentos para fomentar su producción en el país, debido a su importancia para mejorar la seguridad alimentaria de la población boliviana y disminuir los niveles de dependencia de la importación de trigo, proveniente de países vecinos. Debido a su importancia social y económica, el trigo es uno de los cultivos potenciales para incrementar su producción. (CIMMYT 1998).

2.4.1 Importancia de Trigo Biofortificado

En los países en desarrollo, especialmente los de Asia Meridional y Occidental, alrededor de 500 millones de personas sufren de deficiencia de hierro. En muchos de esos mismos países y regiones, el trigo se considera uno de los principales alimentos de primera necesidad. El objetivo primordial de la labor de biofortificación del trigo es desarrollar un trigo nutricionalmente mejorado aumentando, de este modo, el consumo de hierro y de cinc de las personas. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) lidera este trabajo de investigación de HarvestPlus, en el que colaboran los sistemas nacionales de investigación y extensión agrícolas de Asia Meridional y Occidental, y también otros institutos de investigación avanzada. (Calderini, et al, 2003).

"La obtención de las primeras variedades de trigo Biofortificado en Bolivia", presentada por la Fundación PROINPA, obtuvo el premio "Mejor Innovación Agrícola 2013, otorgado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

La fundación PROINPA, luego de cinco años de investigación, cerca de 1000 pruebas de cruzamiento e hibridaciones se logró producir dos variedades nuevas de trigo Biofortificados TARABUCO-2012 y LIMABAMBA-2012 que tienen alto contenido de Hierro y Zinc con un porcentaje superior al 38 % que los trigos comerciales.

Las características principales son: su precocidad, tolerancia a Septoriatritici, alto contenido de Hierro y Zinc (36 y 38 % más, comparados frente a los testigos comerciales) y rendimientos superiores a los testigos locales, bajo las mismas condiciones de "Manejo del cereal". (Calle et al, 2013)

2.5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

La clasificación taxonómica del trigo es la siguiente:

Cuadro No. 3 Clasificación Taxonómica

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Tracheophytae
Subdivisión	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subflia	Poideae
Tribu	Triticeae
Nombre científico	<i>Triticum aestivum</i> L.
Nombre común	Trigo

Fuente: Herbario Universitario

2.6. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL TRIGO.

2.6.1. Raíz.

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, y se extienden en superficie y profundidad de acuerdo a las condiciones del suelo. (INFOAGRO, 2012).

2.6.2. Tallo.

El tallo es una caña, formada de nudos y entrenudos, el nudo es una porción maciza y pequeña, donde se encuentran las yemas que dan origen a las hojas, como así también a los macollos. El entrenudo es mucho más largo que el nudo. (Reilly, 1990).

Soldano (1985), Manifiesta que Existe un tallo principal y varios tallos secundarios llamados macollos. El tallo principal nace del embrión, mientras que los macollos nacen del principal, sea directamente, o sea naciendo de otros macollos.

La altura total del tallo oscila, según variedades, entre un mínimo de 0,60 metros y un máximo de 1,30 metros.

2.6.3. Hoja.

Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta. En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello 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. La longitud de la hoja depende de la posición sobre el tallo. (Soldano, 1985)

2.6.4. Inflorescencia.

Es una espiga compuesta por un raquis, sobre el cual van dispuestas las espiguillas en forma alterna, llevando cada una las flores. (INFOAGRO, 2012).

2.6.5. 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. (García, 2005).

2.6.6. Fruto.

Los granos (frutos) son carióspsides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. Los granos varían en forma, tamaño, color, textura y otras muchas características. Varía de 4-10 mm de longitud, dependiendo de la variedad, localización en la espiga y posición en la espiguilla durante el desarrollo. (Bidwell, 1993.).

2.7. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TRIGO

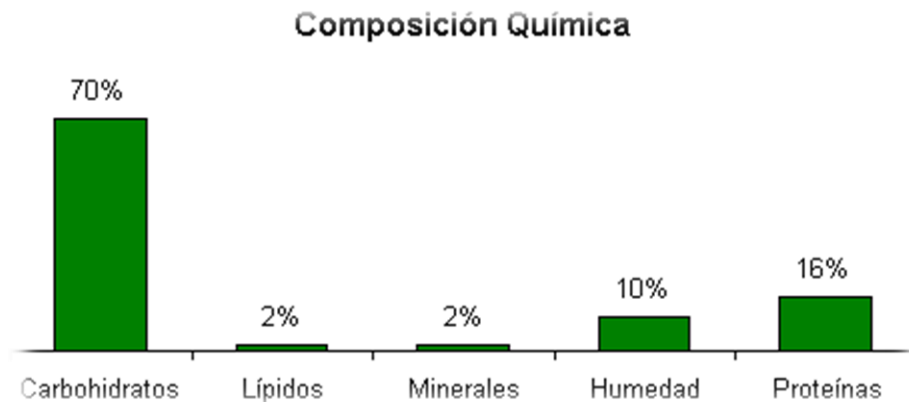
En la Cuadro No.4 se consignan los valores de composición del grano de trigo en principios inmediatos y valoración para uso en alimentación

Cuadro No. 4 Composición Analítica del Trigo (%)

Materia seca	Proteína Bruta	Grasa Bruta	ELN	Fibra Bruta	Cenizas
87	12	2	69	2	2

Fuente: INFOAGRO, 2012

Gráfico No. 2 Composición Química De Trigo



Fuente: INFOAGRO, 2012

2.8. VALOR NUTRICIONAL DE TRIGO BIOFORTIFICADOS

La deficiencia de hierro (Fe) es la carencia nutricional más frecuente en el ámbito mundial afectando en promedio al 30% de la población en general. Su incidencia en los países desarrollados es de aproximadamente del 10% cifra que aumenta al 40% en los países que están en vías de desarrollo, llegando a valores de hasta un 80% en algunas poblaciones infantiles de Latinoamérica. La deficiencia de zinc (Zn) es tan grave como la deficiencia de hierro. Por otra parte entre los aminoácidos esenciales para el organismo figura la lisina necesario para la síntesis de proteína así como para el metabolismo de los carbohidratos y los ácidos grasos. (Landriscini & Lázari, 2006).

La deficiencia de Fe puede provocar incremento en los nacimientos prematuros, en la mortalidad materna y fetal, anemia y disminución en el desarrollo intelectual y psicomotor. La deficiencia de Zn genera un significativo retardo en el crecimiento de los niños, letárgica mental y alteraciones en la respuesta inmune entre otras manifestaciones. La deficiencia de lisina puede producir anemia, retardo en el crecimiento y desarrollo normal tanto de niños como de adultos. (Guzmán, 2013)

2.8.1. Importancia de hierro en el Organismo

La carencia de hierro es una causa muy común de enfermedad en todas partes del mundo. El contenido promedio de hierro en un adulto sano es solamente de 3 a 4 g, aunque esta cantidad relativamente pequeña es vital. (Guzmán, 2013)

2.8.2. Propiedades y funciones de Hierro

La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, sobre todo como componente de la hemoglobina. Gran parte del resto se encuentra en la mioglobina, compuesto que se halla por lo general en los músculos, y como ferritina que es el hierro almacenado, de modo especial en hígado, bazo y médula ósea. Hay pequeñas cantidades adicionales ligadas a la proteína en el plasma sanguíneo y en las enzimas respiratorias. (Boccio, 2003)

2.8.2.1. Fuentes alimentarias de hierro

El hierro se encuentra en una variedad de alimentos de origen vegetal y animal. Las fuentes de alimentos ricos incluyen carne (especialmente hígado), pescado, huevos, legumbres (porotos, arvejas y otras leguminosas) y hortalizas de hoja verde. Los granos de cereales, como maíz, arroz y trigo, contienen cantidades moderadas de hierro, pero debido a que éstos con frecuencia son alimentos básicos que se consumen en grandes cantidades, suministran la mayor parte del hierro para muchas personas en los países en desarrollo (Boccio, 2003)

2.8.2.2. La principal función biológica del hierro

- Es indispensable para el **transporte de oxígeno** por la sangre hacia los tejidos
- Es necesario para la metabolización de las **vitaminas del grupo B**

La hemoglobina en los eritrocitos es el pigmento que lleva el oxígeno de los pulmones a los tejidos. Debido a que el hierro se conserva, las necesidades nutricionales. Las mujeres en edad fértil, sin embargo, deben reemplazar el hierro perdido durante la menstruación y el parto y deben satisfacer las necesidades adicionales del embarazo y la lactancia. Los niños tienen relativamente necesidades altas debido a su rápido crecimiento, que compromete aumentos no sólo en el tamaño corporal sino además, en el volumen sanguíneo. (Latham, 2002).

2.8.3. Importancia de Zinc en el organismo

El zinc es un elemento esencial en la nutrición humana y su importancia para la salud ha recibido mucha atención recientemente. El zinc se encuentra en muchas enzimas importantes y esenciales para el metabolismo. El cuerpo de un adulto humano sano contiene de 2 a 3 gr de zinc y necesita alrededor de 15 mg de zinc dietético por día. La mayoría del zinc en el cuerpo se halla en el esqueleto, pero otros tejidos (como la

piel y el cabello) y algunos órganos (sobre todo la próstata) tienen altas concentraciones. (Boccio, 2003).

2.8.3.1. Fuentes alimentarias

El zinc se encuentra en la mayoría de los alimentos de origen vegetal y animal, pero las fuentes más ricas tienden a ser alimentos ricos en proteínas, como la carne, alimentos de mar y huevos. En los países en desarrollo, sin embargo, donde casi todas las personas consumen relativamente pequeñas cantidades de estos alimentos, la mayoría del zinc proviene de los granos de cereal y de las legumbres. (Landriscini & Lazzari 2006).

2.8.3.2. Funciones que desempeña el Zinc

Estas son algunas de las funciones más importantes que el zinc, desarrolla en el organismo

- Juega un papel principal en el crecimiento y desarrollo infantiles.
- Interviene en la movilización de la Vitamina A del hígado.
- Participa en el **desarrollo de los órganos reproductivos.**

2.9. CONDICIONES ECOLÓGICAS DEL CULTIVO DE TRIGO.

Según Crompton, (1968) y otros autores indican que una de las condiciones que más contribuyen a hacer del trigo el alimento universal del hombre, esta facultad que tiene de soportar climas diversos y poder madurar en casi todos los países del globo, que no sean los de temperatura extremas.

Para que el trigo pueda madurar bien sus granos en las regiones situadas entre los puntos extremos, es indispensable que las especies y sobre todo las variedades sean cultivadas según sus exigencias peculiares, en terrenos adecuados y situados en cierta altura, bajo el clima que exigen.

2.9.1. Clima.

Robles (1990), sostiene que el trigo, se produce en regiones templadas, frías y cálidas desde 15 a 60 °C de latitud norte 27 a 40 °C de latitud sur, pero esto no quiere decir que no se puede cultivar en otras regiones que tiene una altura de 2500 a 3000 msnm.

2.9.2. Temperatura.

La temperatura normal para el cultivo de trigo varía entre 15° y 31°C. La óptima depende de la etapa del desarrollo de variedad. La temperatura mínima es de 2° a 4° C, la óptima entre 25° a 31° C y una máxima de 31° a 43 °C.

El trigo es sensible a las heladas, especialmente cuando se encuentra en estado de grano lechoso, también las temperaturas altas o muy bajas provocan el aborto de las flores y no hay fecundación.

Así mismo esta autor señala que la resistencia al frío de los cereales otoño-invernales, es mayor en el periodo juvenil, pues en esos momentos, la planta requiere cierta dosis de frío, y si no la tiene, no sigue desarrollando en cambio. Se vuelve más sensible perjudicado por temperaturas inferiores a 0° C. (Parson, 1991)

2.9.3. Precipitación.

El cultivo de trigo necesita entre 450 a 600 mm de agua durante el periodo de cultivo. Necesitando agua durante la época de germinación y bastante durante la formación del embuche, durante el periodo de floración y en la primera etapa de maduración del grano. (Parson, 1991)

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 a 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera. El trigo es moderadamente tolerante a la sequía, logrando

buenos rendimientos con precipitaciones bien distribuidas, especialmente durante su desarrollo vegetativo (CETABOL, 2006).

O.R. Soldano (1985) señala que en las principales regiones trigueras del mundo las lluvias anuales no alcanzan a 750 mm y a medida que disminuye esta cantidad la producción es menos segura. Sin embargo, en ciertos lugares donde se practica el barbecho y una técnica agrícola evolucionada, se consiguen buenos rendimientos hasta con solo 400 mm anuales.

2.9.4. Humedad.

En los lugares donde los inviernos son muy lluviosos, la gran humedad de suelo, disuelve los nitratos y los arrastra a la profundidad fuera del alcance de las raíces del trigo, y si tenemos en cuenta que en el grano de trigo debe haber normalmente un 10% a un 15% de proteínas, nos damos cuenta de la importancia de lo que se está diciendo, y lo comprenderemos mejor más adelante cuando veamos la importancia del gluten en el comportamiento panadero de la harina. Además, el exceso de humedad en el suelo facilita el desarrollo de las malezas, las cuales, compitiendo por el espacio y los alimentos del suelo, constituyen plaga para los cultivos.

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. (INFOAGRO, 2012)

2.9.5. Viento.

Los vientos rápidos en época de fructificación producen lo que se llama “arrebataamiento”, podemos agregar que hay arrebataamiento cuando faltando 10 a 15 días para la madurez, las temperaturas pasan los 28° C. también se produce arrebataamiento cuando tiene lugar el fenómeno llamado “golpe de sol”.

Otro factor de importancia como limitante del cultivo lo encontramos en los temporales en madurez hay más problemas con relación al vuelco de las plantas, el vuelco en floración no tiene importancia pues la planta tiende a la vertical nuevamente. (Robles, 1990)

2.9.6. Suelo.

Los mejores suelos para el cultivo de trigo son aquellos con buena fertilidad, adecuada capacidad de retención del agua, y apropiación drenaje. Prefiere suelos de textura mediana a pesada, franco-limosas o franco-arcillosas, aunque también se desarrolla bien en suelos franco arenoso y franco arcilloso. (INFOAGRO, 2012)

CIAT-ANAPO (2003), manifiesta que una buena disposición de suelo es de fundamental importancia para lograr los siguientes beneficios; un buen ambiente físico para el desarrollo normal de las raíces, buen control de las malezas, plagas y enfermedades, mejora de la infiltración y retención del agua de lluvia, presencia de rastros en el suelo, buena germinación de las semillas, resultados plantas vigorosas y una producción a costo favorable.

El trigo requiere algunas condiciones específicas de suelo para tener buenos rendimientos. Entre estas características se citan las siguientes:

- Suelos no compactados.
- Suelos sin limitaciones de nutrientes y con texturas que varían de mediana a ligeramente pesada (franco arenoso, franco limoso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso. Con respecto a la reacción (ácida o básica) del suelo, es muy tolerante, aunque en realidad es más sensible a suelos ácidos.

2.9.7. PH.

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. El rango de pH óptimo para este cultivo oscila entre 5,8 y 7,2. (Berlinj, 1996).

2.10. 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.

2.10.1. 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. (Canedo, 1996).

El coleóptilo sirve de protección a al 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).

2.10.2. Macollamiento.

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; el terciario se desarrolla luego de las axilas los secundarios, y así sucesivamente.

El macollamiento generalmente comienza cuando la planta tiene entre 3 a 4 hojas. Una planta de trigo producen normalmente entre 7-8 hojas en el tallo principal (ciclo de crecimiento corto) antes de que la elongación del tallo se produzca. . (Marza, y Quispe, 2013)

2.10.3. Encañado.

El encañado consiste, en producción de nudos en el tallo principal. El número máximo de flores (y por lo tanto el máximo potencial de rendimiento) se establece en esta fase. Los macollos producidos durante el último alargamiento del tallo a menudo mueren. . (Marza, y Quispe, 2013)

Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo en nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser muy considerable. (INFOAGRO, 2012)

2.10.4. Espigado

El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a

los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante. (INIAF, 2014)

Se aprecia cuando las espigas se libran de la última de las hojas envolventes y sobresale sobre la planta. (Mariscal, 1992).

2.10.5. 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. Cuando el grano ha perdido agua hasta el punto en que pueden partirse con los dedos y las plantas presentan pedúnculo de color amarillo. (Canedo, 1996)

El período de maduración es la última fase del período vegetativo y corresponde a la acumulación de almidón en el grano, llenado de grano. Este almidón lo entrega la fotosíntesis que prosigue aún en las últimas hojas y en la espiga. (INIAF, 2014)

2.10.6. Estados de Grano.

Grano lechoso: cuando los granos en las espigas se pueden aplastar con los dedos con liberación de fluido (líquido de color blanco).

Grano pastoso: Cuando se 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. (Marza & Quispe, 2013)

2.11. MANEJO DEL CULTIVO DE TRIGO.

2.11.1. Preparación del Terreno.

Para tener éxito en el cultivo de trigo, es necesario preparar adecuadamente el suelo y esto significa ponerlo o acondicionarlo física, química y biológicamente para el buen desarrollo del cultivo. Esto implica el barbechado o roturación, incorporación de materia orgánica (guano, residuos de cosecha), homogenizar el suelo, nivelar el mismo, favorecer la aireación y captación de humedad. Este barbechado se puede realizar con arados de disco o vertedera o bien los llamados arados trigueros, el rastreo se usa después del barbechado para desterronar, nivelar, incorporar residuos orgánicos y preparar debidamente los primeros 15-20 cm. Del suelo (cama de siembra) ya que el trigo tiene raíces poco penetradoras. Finalmente, la nivelación es favorable para este cultivo por su porte, tamaño y características de ser sensible al exceso de humedad en el suelo (Robles, 1976).

2.11.2. Fertilización.

La fertilización del cultivo de trigo, los nutrientes representan factores de producción fundamentales para todos los cultivos.

Darwich (2005) indica que, la fertilización tiene como objeto reponer al suelo los nutrientes que han sido extraídos por los cultivos a través de sus años de uso, la utilización de fertilizantes en las cantidades adecuadas dará el mayor retorno, pero sin disminuir la fertilidad del suelo, es un aspecto de gran importancia económica para el productor.

La fertilización es indispensable para todo cultivo agrícola, pero es solo uno más entre los factores de producción; ésta solo puede cumplir su objetivo solo cuando se combina con un adecuado laboreo, siembra, cuidado del cultivo, empleo de semillas certificadas y otras medidas productivas y fitosanitarias. (Conti 2000, Citado por Mollericona, 2013)

Para la fertilización mineral, el método más directo y efectivo varia haciendo un análisis de suelo, pero casi siempre en todas las ocasiones el agricultor, principalmente pequeño, no tiene medios o se le hace difícil mandar a hacer un análisis de suelo cuando no hay alguien que lo oriente y anime. Sin embargo, en la actualidad, ya se han catalogado por regiones y se pueden emitir generalidades. La aplicación en suelos de textura media o pesada debe ser todo el N en la siembra; en suelos livianos, debe dividirse la aplicación en dos: una parte a la siembra y la otra antes del primer riego adicional (Robles, 1976).

2.11.2.1 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).
- 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).

2.11.3. Época de Siembra.

La época más adecuada de siembra está determinada por las condiciones ecológicas de la región, por el ciclo de la variedad a sembrar, por el manejo del cultivo, por la rotación y manejo del cultivo. (Soldano, 1985).

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. (INIAF, 2010).

La época de siembra depende fundamentalmente de la localidad (altiplánico, valles o trópico), el tipo de suelo (con riego o a secano) y de la variedad elegida. (Marza & Quispe, 2013)

2.11.4. Densidad de Siembra.

Para una hectárea, se necesita de 80 a 100 kilos de semilla para sembrar en surcos y de 100 a 120 kilos en siembra al voleo. (INIAF, 2010).

Soldano, (1985) manifiesta en cuanto a la densidad de siembra, que la cantidad de semilla varia de 80 a 110 Kg/ha, dependiendo de la semilla en sí y también de factores extrínsecos de suelo, clima, variedad, etc. En el cálculo de la cantidad de semilla a sembrar, tiene mucha importancia, el conocimiento del peso de la semilla, es decir, el peso de 1000 granos. Años atrás las variedades de semilla tenían un peso de los 1000 granos de unos 25 a 30 gr actualmente y un términos generales, está entre los 30 y 35 gramos.

2.11.5. 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.

Se debe distribuir correctamente la semilla y enterarla a una profundidad que varía entre 3 a 6 cm. Dependiendo del tipo de suelo y de la humedad del mismo. Con esto

se logra una germinación pareja de la semilla y una distribución uniforme de las plantas sobre el surco. Si el rastreo y la siembra se realizan en suelo demasiado seco, la germinación resulta dispareja. Cuando no se disponga de sembradora, la siembra puede hacerse con éxito tirando la semilla al “voleo” e inmediatamente después taparla con rastra de discos o con rastra de tablón con clavos. En ambos casos hay que tener cuidado al tapar para evitar que se tape demasiado, lo que resulta es una baja población por emergencia mala e irregular. Es importante que se siembre en la época adecuada a la región y de preferencia, sin llegar al límite tardío. Las siembras tardías siembre están expuestas a temperaturas más altas durante su desarrollo vegetativo, lo que ocasiona un desarrollo muy rápido y poco macollamiento traducido en rendimientos bajos. La densidad de siembra varía según la época de siembra, la fertilidad del suelo, preparación del mismo, las características de la variedad utilizada y la calidad de la semilla; las densidades en general pueden variar entre 60 a 140 Kg/ha. (Robles, 1976).

2.11.6. Riegos.

Numerosos estudios indican que la eficiencia de los fertilizantes aumenta considerablemente cuando los riegos se aplican correctamente. La profundidad, estructura y textura del suelo tienen gran influencia en las necesidades de riego para el trigo. El agua disponible es menor en suelos de textura ligera que en aquellos de textura media y pesada. Para producir los máximos rendimientos, los suelos poco profundos y los ligeros necesitan riegos más frecuentes que aquellos que tienen mayor profundidad y textura más pesada. Debe tomarse en cuenta también la nivelación del terreno y el tiempo real de riego. El riego aplicado después de que el grano ha llegado al estado de masa, no aumenta el rendimiento y si puede producir el acame del cultivo (Robles 1976, Citado por Delgado, 2001).

La cantidad de agua que necesita el cultivo de trigo varía de acuerdo a sus etapas de crecimiento. Durante la etapa de germinación y la etapa de desarrollo vegetativo se requiere una humedad constante. Quince días antes de la floración el cultivo necesita

mayor cantidad de humedad para un óptimo llenado de los granos. En la etapa de maduración y secado del grano, es menor la cantidad de humedad que se necesita. (Peñaherrera, 2011)

2.12. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.12.1 PLAGAS.

Marza & Quispe, (2013) menciona que el trigo no tiene plagas de importancia económica. Algunas veces se presenta el ataque de Aphidos o pulgones.

2.12.1.1 Pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*)

Carrasco (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.

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. (Guzmán, 2013)

2.12.1.2 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).

Debido a los hábitos alimenticios de estos insectos se recomienda el uso de insecticidas sistémicos. (Losada & Suárez. 2004)

2.12.1.3 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 2005)

2.12.1.4 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. (Losada & Suárez. 2004)

2.12.1.5 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 2005).

2.12.1.6 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. (INFOAGRO, 2012).

2.12.2 ENFERMEDADES.

La enfermedad que mayor daño causa al cultivo de trigo es la roya. (Marza & Quispe, 2013).

2.12.2.1 Roya de la hoja o anaranjada (*Puccinia recondita*)

Pústulas pequeñas pulverulentas anaranjadas o café anaranjadas en la cara superior de la hoja. La enfermedad tiene características explosivas cuando las condiciones son favorables. Aparece desde macollaje a espigazón en forma uniforme en el lote. Requiere temperaturas de alrededor de 20°C, días soleados y formación de rocío durante varias horas para infectar. Produce una disminución de rendimiento, menor

número de granos por espiga. Es una enfermedad de importancia moderada-alta. (Marza & Quispe. 2013).

Control: emplear variedades resistentes y destruir plantas enfermas y residuos de las cosechas. (Calderón, 1984)

2.12.2.2 Roya amarilla o estriada (*Puccinia striiformis*)

Pústulas de color amarillo limón, que se disponen en forma linear sobre las hojas, (estrías). Asimismo, pueden producirse sobre las glumas. Aparece desde macollaje a espigazón, con temperaturas de 10 a 15°C, elevada humedad ambiente, días ventosos y rocíos fuertes. Son necesarias 6 horas de agua libre sobre la superficie foliar para la producción de reinfecciones continuas. Es una enfermedad de moderada-alta importancia, principalmente en el sur de la zona triguera que produce una disminución de rendimiento, menos granos por espiga, menor llenado de grano y disminución de calidad. (Formento 1999).

Control: emplear variedades resistentes para combatir a las enfermedades que se presentan en el cultivo de trigo. (Calderón, 1984)

2.12.2.3 Oídio (*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. (Formento, 1999).

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. (INIAF, 2010)

2.12.2.4 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 2005).

Control: emplear semilla certificada. (Calderón, 1984)

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

Es un hongo que atacan al grano de trigo, éstos contienen en su interior un polvillo negruzco, 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).

2.12.3. Cosecha.

La época de cosecha varía de acuerdo a la variedad, temperatura, altitud. La cosecha manual se debe realizar un poco antes que las plantas estén completamente secas para evitar pérdidas por desgrane. (Peñaherrera, 2011)

Se aconseja cosechar cuando el grano este seco y maduro; sin embargo, si se cosecha con hoz, o maquina segadora, esta operación se hará antes de que las plantas estén completamente maduras, para evitar pérdidas por desgrane durante el manejo de los hoces. Las espigas trigo estarán listas para ser cosechadas con combinada cuando al doblar la espiga con los dedos, esta se rompe fácilmente en el cuello de la misma (Robles, 1976).

2.12.3.1 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.

2.12.3.2 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.

2.13. 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 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 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. El aumento de biomasa de las nuevas variedades de trigo a dado lugar a un aumento en el rendimiento de paja. El índice más utilizado para medir la eficacia de la planta para transformar la biomasa en grano es el índice de cosecha, que es la relación porcentual entre el peso del grano y el peso total de la planta. Este índice ha tenido un papel fundamental en la mejora de los rendimientos en trigo harinero. (INIAF, 2010)

2.13.1.1 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, 2014).

2.13.1.2 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, 2014).

2.13.1.3. Potencial de Rendimiento.

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 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).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

3.1. Ubicación Geográfica.

El presente trabajo de experimentación fue realizado en la localidad de Yesera Norte, ubicada en la Primera sección de la provincia cercado del departamento de Tarija, distante a 45 km al sur de la ciudad de Tarija. Cuyo acceso es permanente durante todo el año. (Ver anexo N° 1)

Cuadro No. 5 Ubicación Geográfica Comunidad Yesera Norte

Latitud Sur	21° 22' 15"
Longitud Oeste	64° 33' 06"
Altitud	2.279 m.s.n.m

3.2. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

La zona se caracteriza por tener un clima templado y cálido, semiseco con veranos calurosos, otoño e invierno influenciados temporalmente por vientos helados la temperatura media anual es de 16,4° C, con una temperatura máxima media de 23,5° C. y una mínima media de 9,3° C; la precipitación media anual de 592.5 mm, la lluvia se distribuye entre los meses de noviembre a marzo.

La humedad relativa alcanza hasta el 60%. (Ver Cuadro N° 6).

3.2.1. Temperatura.

La temperatura media anual oscila entre los 15,1 y 16,1°C, presentándose heladas especialmente en los meses de mayo a agosto, con una humedad relativa media anual del 66%. (SENAMHI, 2014)


Durante el ensayo de (Enero- Junio) se pudo observar que las temperaturas medias mensuales fueron mayores en comparación con los normales, es así que la temperatura media del periodo del ensayo fue de 16,1 ° C. (Ver Anexos N° 2)

3.2.2. Precipitación.

La precipitación media anual es 592,5 mm y se presenta las lluvias normalmente a partir del mes de diciembre pudiendo retrasarse hasta enero, lo que retrasa la siembra. (SENAMHI, 2014)

Durante el ensayo se tuvo una lámina de precipitación de 59,5 mm a comparación con los normales es inferior. (Ver Anexo N° 2).

Cuadro No. 6 Características Climáticas de la Zona de Estudio

														
RESUMEN CLIMATOLÓGICO														
Período Considerado: 2014														
Estación: YESERA NORTE Provincia: CERCADO Departamento: TARIJA		Tipo de Estación: TERMOPLUVIOMÉTRICA									Latitud S.: 21° 22' 20" Longitud W.: 64° 33' 03" Altura: 2.277 m.s.n.m.			
Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Media	°C	18,8	18,1	16,4	16,7	13,7	13,0	12,4	14,5	17,9	19,2	18,2	18,0	16,4
Temp.Max.Extr.	°C	31,0	27,0	29,0	31,0	30,0	30,0	30,0	31,0	34,0	34,0	31,5	30,0	34,0
Temp.Min.Extr.	°C	8,5	6,0	6,0	4,0	-1,0	-4,0	-5,0	-2,0	6,0	11,0	6,0	5,0	-5,0
Días con Helada		0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
Humed. Relativa	%	68	72	77	65	75	53	54	59	58	64	68	73	66
Nubosidad Media	Octas	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	2,0	1,0	3,0	4,0	4,0	5,0	4,0	3,8
Precipitación	mm	138,5	140,5	55,5	12,5	3,0	7,0	0,0	4,5	6,0	65,5	91,5	68,0	592,5
Días con Lluvia		15,0	16,0	13,0	6,0	1,0	3,0	0,0	1,0	2,0	7,0	11,0	13,0	88,0
Velocidad del viento	km/hr	10,2	10,9	15,0	20,4	19,4	15,3	15,6	15,8	20,7	15,2	12,7	11,1	15,2

Fuente: SENHAMI 2014

3.3. SUELOS.

Los suelos presentan en su mayoría textura franca que van desde franco-arenoso a franco-arcillo-arenoso, son de origen aluvial.

Los suelos de la comunidad de Yesera Norte se caracterizan por su buena permeabilidad, gran porcentaje de materia orgánica y sobre todo por tener estructuras granuladas que facilitan las labores culturales en el mismo.

El relieve es casi plano con lugares de pie de monte ondulado, no presentan presencia de rocas, presentan un pH neutro facilitando el desarrollo de diversos cultivares.

➤ **Contenido de Nutrientes Existentes en el Suelo**

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

- Nitrógeno: 0,137% —————> Bajo
- Fósforo: 10,00 ppm —————> Medio
- Potasio: 0,19 meq /100gr —> Alto

“En síntesis de acuerdo al análisis de suelos efectuados en la Comunidad Yesera Norte podemos afirmar que es un suelo rico en fósforo y potasio, con buen porcentaje de materia orgánica pero deficiente en nitrógeno, con un pH neutro ideal para el cultivo.”

➤ **Materia Orgánica**

El contenido de materia orgánica esta alrededor del 2,04%, que indica que el suelo tiene un valor medio a alto con relación a la materia orgánica lo que hace un suelo con buenas características físicas para realizar el laboreo del cultivo.

➤ **pH del Suelo**

En el área del ensayo el pH obtuvo un valor de 5,73 lo que indica que el suelo es ligeramente ácido, pero no obstante es un pH ideal para la implementación de cultivos agrícolas ya que al tener este valor los nutrientes del suelo son asimilados eficientemente.. (Anexo: 1 Análisis de suelo).

3.4. FLORA Y FAUNA.

3.4.1. Vegetación.

La vegetación natural corresponde a una estepa arbustiva semiseca y vegetación secundaria degradada y de poca cobertura, formando estratos arbustivos y herbáceos a lo largo de las quebradas, ríos, torrentes y laderas.

Las principales especies nativas son: el Churqui (*Acacia caven (Mol.) Mol*), Sauce (*Salix humboldtiana Willd.*), Molle (*Schinus molle L.*), Jarka (*Acacia visco Lor. Ex Griseb*), Algarrobo (*Prosopis alba Griseb*), Cola de zorro (*Setaria sp.*), Chilca (*Baccharis sp.*), Plumilla (*Cortaderia sp.*), Eucalipto (*Eucaliptus sp.*) y otras de menor cuantía. (Herbario Universitario)

La agricultura se desarrolla bajo dos formas de explotación, a secano y bajo riego, los cultivos son los siguientes:

Cuadro No. 7 Frutales Cultivados de la Zona

Nombre Común	Nombre Científico
Durazno	<i>Prunus pérsica (L.) Batsch.</i>
Granada	<i>Punica granatum L.</i>
Membrillo	<i>Cydonia oblonga Mill.</i>
Nogal	<i>Juglans regia L.</i>
Higuera	<i>Ficus carica L.</i>
Vid	<i>Vitis vinífera L.</i>

Fuente: Herbario Universitario

Cuadro No. 8 Cultivos Anuales de la Zona

Nombre Común	Nombre Científico
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>

Fuente: Herbario Universitario

3.4.2. Fauna.

Entre la fauna silvestre se encuentran zorros, conejos, vizcacha etc.

Entre la fauna doméstica se encuentra ganado vacuno, caprino, ovino, porcino y aves.

3.5. ACTIVIDAD AGROPECUARIA.

La producción agrícola es variada, en terrenos sin riego se cultiva maíz, trigo, En terrenos bajo riego se cultiva maíz, papa, arveja, cebolla, etc. y frutales como duraznero, manzana, vid.

Los agricultores aseguran que el cultivo de la papa genera buenos ingresos en relación a otros productos, pero la arveja es un cultivo importante, se siembra tanto en invierno como en verano, la mayor parte de la producción es destinada a la comercialización dentro del mercado interno y nacional como en Santa Cruz. Por sus características tanto en verde como en grano para semilla.

Gran parte de la producción del maíz en grano es destinado al consumo familiar y como forraje para los animales. La producción del trigo es también para el consumo familiar pero gran parte está destinada a la comercialización como semilla certificada.

Las hortalizas se cultivan en pequeñas extensiones y son de consumo familiar. También se tiene uva moscatel de la cual muchas familias elaboran singani artesanal de excelente calidad. (Citado por Canedo, 1996)

3.5.1. Actividad Pecuaria.

Entre los más importantes se tiene: Ganado caprino, ovino, porcino, bovino, equino, asnal, en general el ganado es de raza criolla y aves de corral.

Por las características climáticas, condiciones naturales y económicas que presenta la zona, se ha venido desarrollando la actividad ganadera de manera extensiva y rudimentaria en todos sus niveles. La base alimentaria es el forraje natural y el maíz.

3.5.2. Actividad Económica de la Zona.

Entre las actividades económicas principales de los se destacan, en orden de importancia, la agricultura y la ganadería que son 100% tipo familiar.

Dentro de la agricultura las actividades de relevancia son: preparación de terrenos, siembra, labores culturales (aporque, deshierbes, control de plagas, enfermedades, etc.) cosecha. Almacenamientos y comercialización. En la producción pecuaria las actividades importantes son el pastoreo, sanidad animal, ordeño, limpieza y otras. Toda la producción se realiza de manera tradicional, las labores de cultivo con tracción animal, herramientas de uso manual.

Algunas personas se dedican a la construcción como jornaleros y al transponerte público urbano en la ciudad de Tarija.

3.6. FISIOGRAFÍA.

La fisiografía de la cuenca del río Yesera comprende los siguientes paisajes fisiográficos: serranía, llanura coluvio-fluvial y llanura fluvio-lacustre.

3.6.1. Geología

En la parte geológica de la zona predominan los depósitos de lutitas, ordovícicas y sedimentos antiguos devónicos que constituyen una secuencia alternante arenopelítica, marina muy fosilífera. (Citado por Canedo, 1996)

3.7. MATERIALES.

3.7.1. Material Vegetal

El material vegetal utilizado fue proporcionado por la oficina departamental del (INIAF), Tarija a través del Programa Nacional de Trigo y consistió en:

- Semilla de trigo Biofortificados (12 líneas avanzadas)

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

Cuadro No. 9 Las líneas Avanzadas de Trigo Biofortificados en Estudio

ID	NOMBRE DE LOS CRUZAMIENTOS	LÍNEAS
1	Tepoca 89 (testigo)	401
2	VILLA JUAREZ F2009/SOLANA//WBLL*2/BR	422
3	DANPHE #1*2/3/T.DICOCCON PI94625/AE.S	410
4	WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WB	427
5	CROC_1/AE.SQUARROSA (210)//PBW343*2	449
6	CHIH95.2.6//WBLL1*2/KURUKU/3/WBLL1*2/	443
7	COAH90.26.31//KIRITATI/WBLL1/3/KIRITAT	447
8	KVZ/PPR47.89C//FRANCOLIN #1/3/2*PAURA	437
9	BAJ #1	402
10	WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/3*BATAVIA//2*WB	426
11	PAURAQ*2/SOLALA	414
12	PAURAQ*2/SOLALA	415

3.7.2. Materiales de Campo

3.7.2.1. Materiales de demarcación

- Wincha
- Estacas
- Letreros

3.7.2.2. Material de registro

- Libreta de campo
- Máquina fotográfica

3.7.3. Material de Gabinete.

- Computadora
- Calculadora
- Planillas
- Papel bond

3.7.4 Herramienta y equipo

- Balanza de precisión
- Azadón
- Hoz
- Pala

3.8. METODOLOGÍA.

3.8.1. Diseño Experimental.

El Diseño Experimental utilizado en el presente trabajo fue Bloques completamente al azar con doce líneas avanzadas, y tres repeticiones haciendo en total 36 unidades experimentales, con 7.4 m^2 cada unidad, $7.4 \times 36 = 266.40\text{m}^2$ de área neta de unidades experimentales.

3.8.1.1. Características del Diseño Experimental.

Datos:

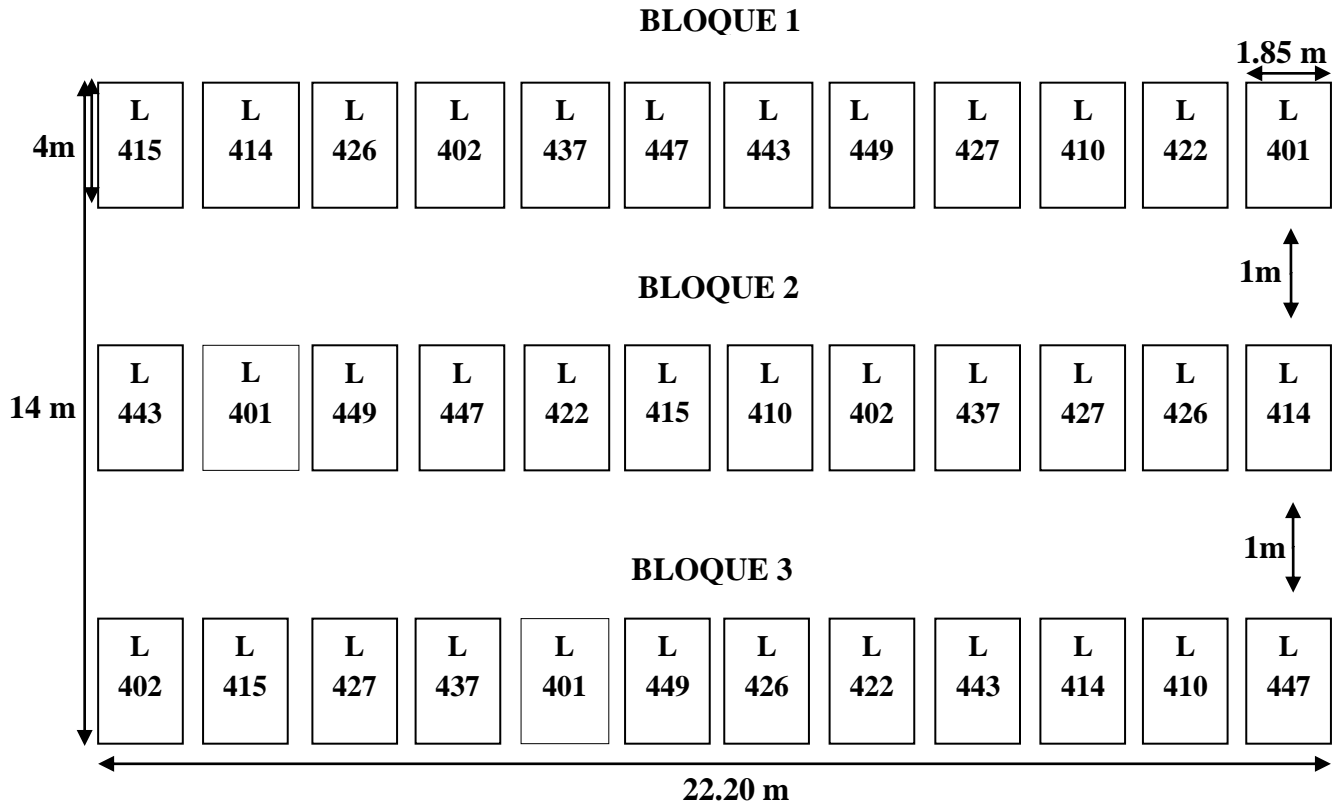
- Numero de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 36
- Largo de la unidad experimental: 4 m.
- Ancho de la unidad experimental: 1.85 m
- Espacio entre bloques: 1 m
- Superficie por unidad experimental: 7.4 m^2
- Superficie neta: 266.40 m^2
- Área total del ensayo: 311 m^2

Cuadro No. 10 Diseño Experimental

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS	NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTALES
12 Líneas	3	36

3.8.2. Diseño de Campo.

Se muestra el diseño de campo con sus diferentes medidas.



3.9. MANEJO DEL CULTIVO.

La secuencia de actividades se realizó siguiendo las normas y métodos más aconsejables para este tipo de ensayos.

3.9.1. Toma de Muestra de Suelo.

La toma de muestra de suelo se obtuvo tratando que esta sea lo más representativa posible del terreno. Para esto con la ayuda de un sacabocados, se procedió a sacar la muestra de diferentes puntos del terreno una profundidad de 20cm. Luego se mezcló dicha muestra, para una porción en las características del suelo donde se implantó en ensayo.

Cuadro No. 11 Datos según Análisis de Suelos

Profundidad (cm)	Densidad Aparente (Gr/cc)	M.O (%)	Fósforo (Ppm)	Potasio (Me/100gr)
15	1.39	2.04	10.00	0.19

- **Proceso de Muestreo:**

- El método utilizado en el presente trabajo para la realización del muestreo del suelo fue el método zigzag que consistió en tomar muestras de suelo en el terreno donde se implementaron las parcelas experimentales.
- El muestreo se realizó a una profundidad de 15 cm, se recolectaron 10 muestras de suelo en bolsa plásticas a razón de 300 gr por muestra.
- Una vez obtenidas las 10 muestras se procedió a mezclarlas hasta obtener una muestra homogénea del suelo, del total de la muestra recolectada se separó en una bolsa plástica 1 Kg de la misma, la cual debidamente etiquetada se llevó al Laboratorio de Suelos dependiente del SEDAG - Tarija para su análisis correspondiente.

Según los datos de la planilla de resultados del análisis físico y químico, se realizaron los siguientes cálculos para la fertilización correspondiente. (Ver anexos N° 5)

Cuadro No. 12 Fertilización del Cultivo de Trigo

FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO			
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Requerimiento Kg/Ha (Cultivo)	87	55	32
Oferta Kg/Ha (Suelo)	56,72	63,66	247,83
Adición Kg/Ha	30,28	- 8,66	- 215,83
Nivel de Fertilización Kg/Ha	30,28	00	00

3.9.2. Preparación del Terreno.

Se realizó un mes antes de la siembra, en fecha 20 diciembre del 2013, haciendo primeramente la limpieza del terreno donde se llevó a cabo el ensayo de campo, luego se realizó el surcado con bueyes con el objeto de ablandar y airear el suelo; por último se demarcó las unidades experimentales para cada uno de los tratamientos del estudio.

3.9.2.1. Establecimiento del Ensayo.

Este ensayo se estableció mediante el parcelamiento del área, de acuerdo al diseño experimental de bloques completamente al azar y demarcando cada bloque con estacas.

3.9.3. Preparación de la Semilla.

La semilla fue proporcionada por el INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal) y proveniente del CIMMYT.

3.9.4. Siembra.

La siembra se llevó a cabo el 24 de enero del 2014, se realizó en forma manual, y a tracción animal en surcos hasta 6 cm de profundidad y 0,37 cm de distancia entre surcos, la distancia de bloque a bloque fue de 1 m y con una densidad de siembra de 20 cm de planta a planta y 35 cm de surco a surco, 100 Kg/ha, de semilla de trigo, y 74 gr/parcela.

3.9.5. Fertilización.

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante a todo el ensayo: la primera momento de la siembra, aplicándose 32.91 kg/ha de urea y en segunda instancia, al momento de macollaje se aplicó 32.91 Urea (46-00-00) en un dosis de 65.82 kg/ha. Que equivale a 30,28 kg/ha de N que requiere el cultivo de acuerdo a los resultados emanados del análisis, como dosis de extracción.

3.9.6. Control Manual de Malezas.

El control de malezas se efectuó en su integridad en forma manual, ya sea con el uso de un azadón mediante carpida superficiales o arrancándolas con la mano.

El control de malezas se realizó con dos deshierbes de forma manual, el primero fue a los 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.

Se realizó el deshierbe manual con la finalidad de controlar las malezas.

Es importante el deshierbe, ya que las malezas absorben todos los nutrientes de la planta así también como la humedad y estas provocan la proliferación de plagas y enfermedades.

3.9.7. Labores Culturales.

Debido a la rusticidad del cultivo de trigo y a las características de cultivo de la zona, no existieron las labores culturales adicionales o complementarias. El riego es a secano. No se realizaron tratamientos fitosanitarios, no se realizó aporque ni carpidas.

3.9.8. Cosecha.

Finalizando el ciclo vegetativo del cultivo (madurez fisiológica), se determinó la cosecha cuando las plantas estaban totalmente secas el grano se parte con la presión de los dientes o cuando al aplastar con la uña queda marcado el grano.

Se procedió a la cosecha el mes de junio 2014, vale decir a los 134 días después de la siembra. Se cosecho un área de 1,11m x 4m de parcela útil en cada tratamiento, dejando los extremos por efecto de bordura o cabecera.

La cosecha se realizó manualmente, cortando los macollos (tallos) con una hoz en la base de la planta, a una altura de unos 5 a 10 cm del suelo, de los surcos centrales de manera que se evaluara cada parcela.

Concluido el segado y corte, proseguimos al secado para resguardar de precipitaciones u otros factores abióticos.

Posteriormente se realizó el trillado y venteo, separación del grano de trigo del rastrojo una vez trillado, se procedió al pesado, recibiendo al grano en bolsas de polietileno marcadas con sus respectivos tratamientos. En donde se obtuvo el rendimiento en kilogramos por parcela, y obtuvimos la comparación entre los tratamientos, luego estos rendimientos fueron llevados a Kg/Ha.

3.9.9. 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.

3.9.9.1. Evaluaciones en Laboratorio.

En el laboratorio se procedió al pesado de 1000 semillas por unidad experimental

3.10. VARIABLES ESTUDIADAS.

Para realizar estas lecturas se identificaron previamente cada una de las unidades experimentales de acuerdo al diseño de campo.

3.10.1. Toma de Datos.

Para la toma de datos se tomaron en cuenta los factores más importantes que inciden en la producción de grano, número de macollos por metro cuadrado, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de grano por espiga, días a la madurez, el peso de 1000 granos, y el rendimiento.

Cuadro No. 13 Variables Estudiadas

VARIABLES A ESTUDIAR	UNIDAD A EVALUAR
Número de Macollos	Unidades
Numero de espigas/ m ²	Unidades
Longitud de espigas	Centímetros
Numero de espiguillas por espiga	Unidades
Numero de granos por espiga	Unidades
Días de madurez	Días
Peso de grano (1000 unidades)	Gramos
Rendimiento en grano	Kg/ Ha

3.10.1.1. Número de Macollos por m² por Tratamiento.

Para obtener este dato se realizó un conteo de los macollos que compone una planta, realizando esta misma práctica a todas las plantas muestreadas al final del estadio de macollamiento.

3.10.1.2. Número de Espigas por m² por Tratamiento.

Se realizó el conteo de espigas correspondientes en un metro cuadrado de la parte central de cada unidad experimental para evitar el efecto de borde, cuando la espiga haya emergido completamente en más del 50% de los mismos.

3.10.1.3. Longitud de Espiga por Tratamiento.

Para este dato se midió la longitud de espiga en centímetros, desde el punto de inserción hasta la punta de la espiga excluyendo la barba o arista, de todas las espigas muestreadas y de la parte central de cada unidad experimental.

3.10.1.4. Número de Espiguillas por Espiga por Tratamiento.

Se realizó el conteo de las espiguillas de aquellas espigas que son muestreadas de la parte central de cada unidad experimental.

3.10.1.5. Número de Granos por Espiga por Tratamiento.

Se realizó el conteo de granos por espiga a partir de la porción central de las espigas muestreadas de cada unidad experimental.

3.10.1.6. Días a la Madurez de Trigo por Tratamiento.

Se realizó registrando en días desde la emergencia, hasta la madurez de cosecha, es cuando no se marca la imprecisión de la uña al apretar el grano de trigo, de cada unidad experimental.

3.10.1.7. Rendimiento del Grano por Tratamiento en Kg/Ha.

Estos datos fueron obtenidos a través de la cosecha. Luego pesamos la cantidad del total de los granos obtenidos de un metro cuadrado por unidad experimental, transformando luego esta cantidad a Kg/Ha para obtener el rendimiento por hectárea.

3.10.1.8. Peso de Grano de 1000 unidades por Tratamiento.

Para obtener este dato, Se seleccionaron 1000 unidades de granos con tres repeticiones de cada entrada de las unidades experimentales obtenidas al azar sin discriminación alguna, para luego el pesado correspondiente expresándolo en gramos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

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. NÚMERO DE MACOLLOS POR PLANTA.

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Cuadro No. 14 Número de Macollos/Planta.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	3	4	3	10	3
L 422	4	4	4	12	4
L 410	4	5	4	13	4
L 427	4	4	4	12	4
L 449	4	5	4	13	4
L 443	6	7	7	20	7
L 447	4	4	6	14	5
L 437	5	4	4	13	4
L 402	4	4	4	12	4
L 426	4	4	4	12	4
L 414	3	4	4	11	4
L 415	3	4	4	11	4
TOTAL	48	53	52	153	

Como se muestra en el cuadro No. 10 la línea L 443 obtuvo 6,7 macollos por planta en promedio siendo la línea con mayor número de macollos por planta, por otra parte la línea L401 es la que obtuvo el menor número de macollos por planta con solo 3,3 macollos.

Cuadro No. 15 Análisis de Varianza para el Número de Macollos/Planta

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	30,37				
Bloques	2	1,17	0,58	2,1 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	23,42	2,13	7,61 **	2,30	3,26
Error	22	6,16	0,28			

C.V. = 12,45

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No hay significancia

De acuerdo al análisis de varianza para el número de macollos/planta se tiene que no existen diferencias significativas entre los bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos por lo que se realizó la prueba de Tukey para los tratamientos.

Analizando estadísticamente la variable número de macollos/planta, se llega a determinar que existen diferencias altamente significativas, bajo las condiciones de desarrollo del cultivo en la comunidad de Yesera Norte. Estas diferencias pueden ser, atribuibles a la variedad, el clima, la nutrición de la planta, densidad de siembra y profundidad de siembra. (López 2000)

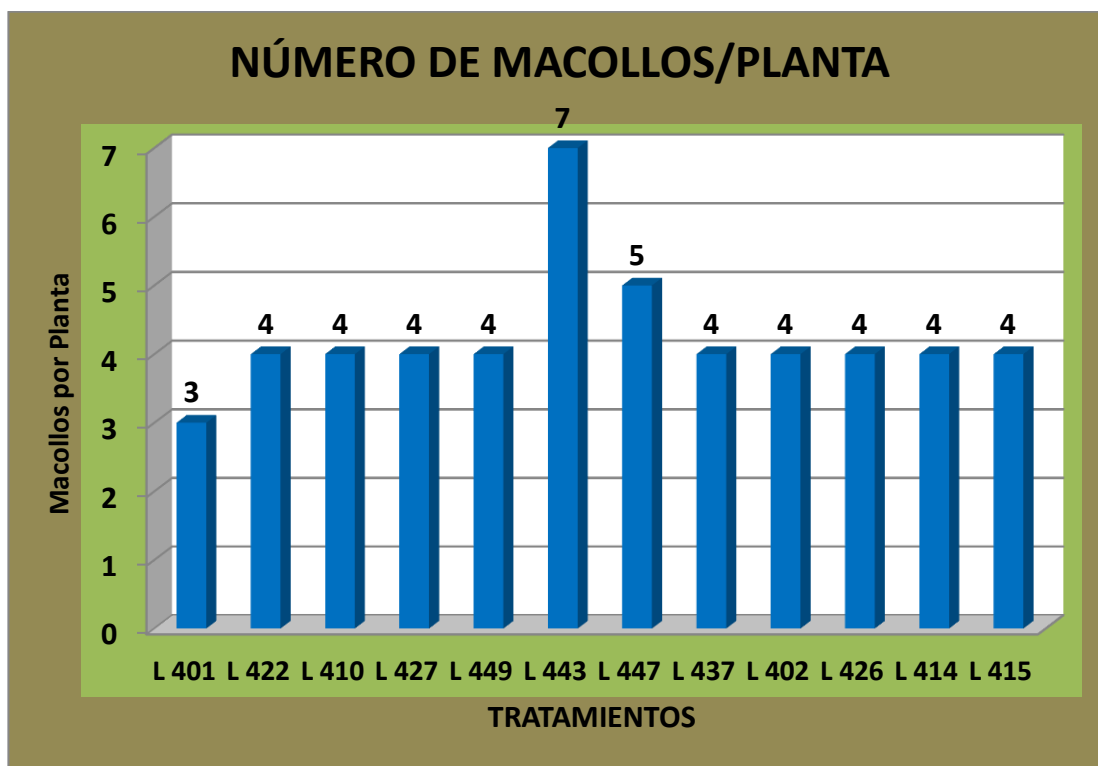
Cuadro No. 16 Comparación de medias por Tukey Número de macollos por planta.

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 443	7	A
L 447	5	B
L 449	4	B
L 410	4	B
L 437	4	B
L 422	4	B
L 427	4	B
L 402	4	B
L 426	4	B
L 414	4	B
L 415	4	B
L 401	3	B
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		1,56

De acuerdo a la prueba de Tukey la línea L 443 es la que tiene mayor número de macollos/planta seguida de la línea L 447, no existen diferencias entre las líneas L447, L449, L410, L 437, L422, L427, L 402, L 426, L 414 y L 415.

Según (**Bergues D.E 2001**) en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo no biofortificado” Argentina. 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 respectivamente, resultados que son prácticamente similares a nuestro estudio. Esto se atribuye al buen manejo del cultivo, material genético, labores culturales y factores ambientales de la zona.

Gráfico No. 3 Número de Macollos/Planta



De acuerdo al Gráfico se observa que la línea L 443 es la que tiene mayor número de macollos/planta con 6,7 macollos/plantas, seguido de la línea L 447 con 4,7 macollos/planta, la línea con menor número de macollos/planta es la L 401 con 3,3 macollos/planta.

La importancia de obtener un número adecuado de macollos por metro cuadrado se basa en que a mayor superficie de suelo cubierta en cada estado de desarrollo del trigo, mayor radiación interceptada y, por lo tanto, un mayor rendimiento. Por otra parte, una buena cubierta de suelo por parte del cultivo permite que este sea más competitivo frente a las malezas.

4.2. NÚMERO DE ESPIGAS/m²

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 17 Número de Espigas/m²

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	119	135	141	395	132
L 422	92	133	122	347	116
L 410	112	92	126	330	110
L 427	108	128	120	356	119
L 449	114	132	130	376	125
L 443	146	165	170	481	160
L 447	112	124	140	376	125
L 437	157	149	147	453	151
L 402	138	141	162	441	147
L 426	123	133	118	374	125
L 414	124	145	125	394	131
L 415	136	150	142	428	143
TOTAL	1481	1627	1643	4751	

Los datos sobre el número de espigas en un metro cuadrado nos muestran que la línea L 443 es la que obtuvo 160,33 espigas/m² siendo este el mayor en comparación con las demás líneas de trigo biofortificado.

La línea L 410 obtuvo 110 espigas/m² siendo esta la línea con menor número de espigas/m² en comparación con las demás líneas.

Cuadro No. 18 Análisis de Varianza para el Número de Espigas/m²

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	11472,98				
Bloques	2	1328,23	664,12	6,03 **	3,44	5,72
Tratamientos	11	7722,98	702,08	6,37 **	2,30	3,26
Error	22	2421,77	110,08			

C.V. = 7,95

* = Significativo

** =Altamente significativo

NS = No hay significancia

De acuerdo al análisis de varianza para el variable número de espigas/m² se observa que existen diferencias altamente significativas tanto en bloques como en tratamientos por lo que se debe realizar la prueba de Tukey.

Las diferencias existentes en el número de espigas por m² pueden ser atribuidas a que el cultivo al ser a temporal no todas las parcelas o unidades experimentales recibieron el agua suficiente además de no ser uniforme, consecuentemente esto hizo que las medias del número de espigas/m² en las líneas de trigo avanzado sean tan dispersas de una parcela a otra dando como resultado las diferencias altamente significativas de esta variable.

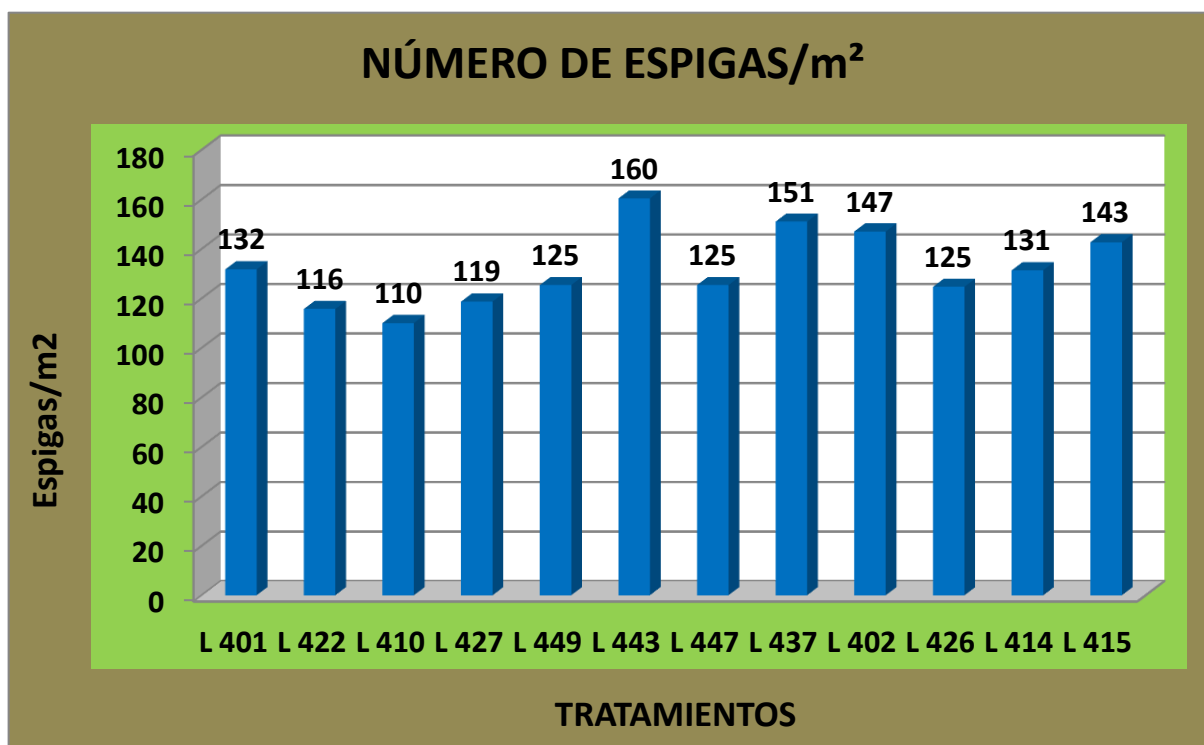
También es atribuible a que como se observa en el gráfico de número de macollos por planta como existen también diferencias en esta variable de igual manera existen diferencias en la variable número de espigas/m² ya que a más macollos habrá más espigas o viceversa.

Cuadro No. 19 Comparación de medias por Tukey Número De Espigas/m²

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 443	160	A
L 437	151	AB
L 402	147	ABC
L 415	143	ABC
L 401	132	ABC
L 414	131	ABC
L 449	125	BC
L 447	125	BC
L 426	125	BC
L 427	119	C
L 422	116	C
L 410	110	D
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		31,46

De acuerdo a la Prueba de Tukey la mejor línea respecto a la variable espigas/m² es la línea L 443 con 160,33 espigas por metro cuadrado, las líneas L 422 y L 410 no presentan diferencias siendo estas las líneas con menor número de espigas/m².

Gráfico No. 4 Número de Espigas/m²



En el gráfico podemos observar que la línea L 443 obtuvo 160,33 espigas/m² siendo esta la línea la que obtuvo mayor número de espigas con relación a los demás líneas.

Las líneas L 449, L 447 y L 426 presentan igual número de espigas/m² con 125 respectivamente cada una, la línea con menor número de espigas/m² es la línea L 410 con tan solo 110 espigas por metro cuadrado.

Según Delgado, 2001 en el trabajo titulado “Identificación y control Químico de malezas que ejercen mayor competencia con el cultivo de trigo”, Con los tratamientos con las que se trabajó se obtuvo un rango de 216,75 a 326,50 Espigas por metro cuadrado.

Mientras en este trabajo se obtuvieron un 110 a 160,33 Espigas metro cuadrado presentando en gran parte una menor cantidad de espigas metro cuadrado, en las líneas avanzadas.

4.3. LONGITUD DE LA ESPIGA (cm)

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 20 Longitud de la Espiga (cm)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	9	9	10	28	9,33
L 422	10	10	11	31	10,33
L 410	10	10	10	30	10
L 427	11	11	11	33	11
L 449	9	9	9	27	9
L 443	9	8	8	25	8,33
L 447	10	10	11	31	10,33
L 437	9	9	10	28	9,33
L 402	8	8	8	24	8
L 426	9	10	11	30	10
L 414	11	11	11	33	11
L 415	11	11	11	33	11
TOTAL	116	116	121	353	

De acuerdo al cuadro sobre la longitud de espiga las líneas L 427, L 414 y L 415 con 11 cm de longitud de espiga respectivamente son las líneas con mayor longitud de espiga con relación a las demás líneas.

La línea L 402 es la línea de trigo biofortificado que obtuvo la menor longitud de la espiga con tan solo 8 cm de largo.

Cuadro No. 21 Análisis de Varianza para la Longitud de la Espiga (cm)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	39,64				
Bloques	2	1,39	0,69	3,83 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	34,31	3,12	17,33 **	2,30	3,26
Error	22	3,94	0,18			

C.V. = 4,32

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No hay significancia

En el cuadro N° 15 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.

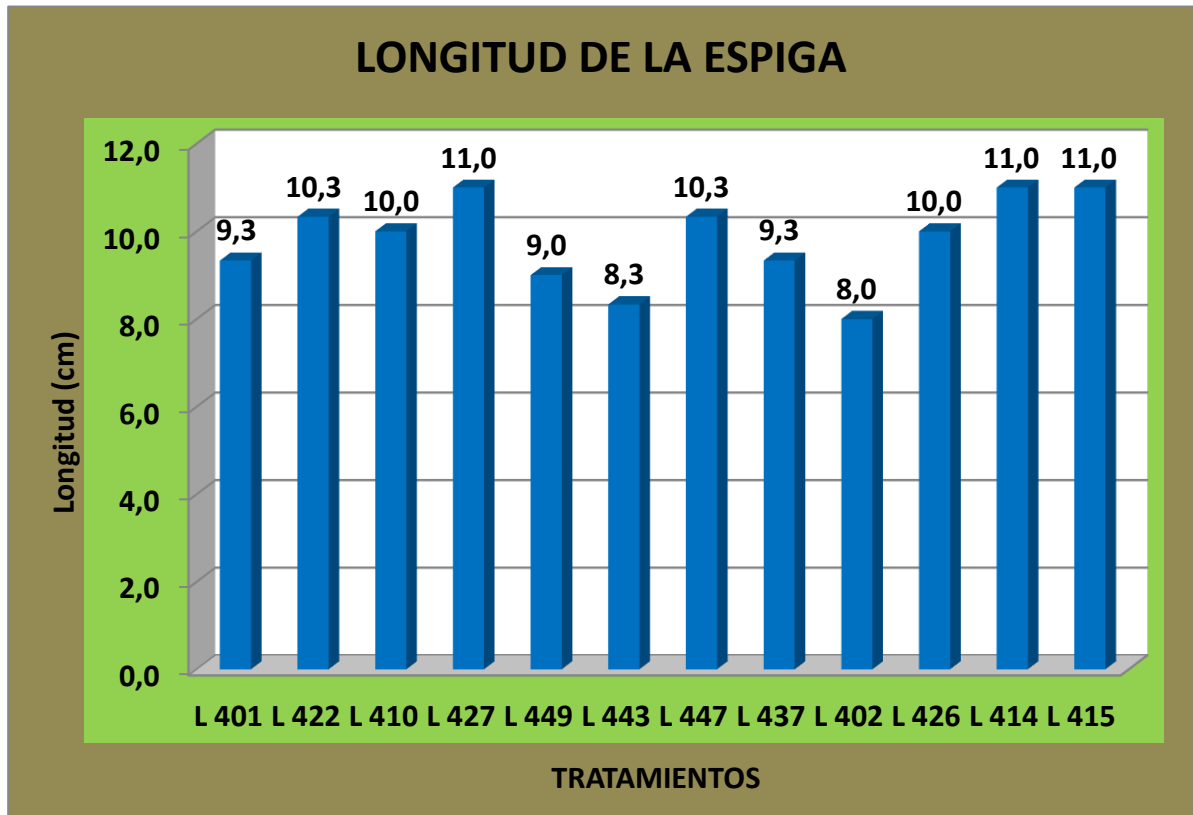
Las diferencias existentes en los tratamientos puede ser atribuible al a las líneas con las que se trabajaron ya que al ser líneas diferentes aunque todas eran biofortificadas la diferencia entre las mismas se demostró en la longitud de la espiga.

Cuadro No. 22 Comparación de medias por Tukey Longitud de Espigas (cm)

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 427	11	A
L 414	11	A
L 415	11	A
L 422	10,33	AB
L 447	10,33	AB
L 410	10	BC
L 426	10	BC
L 401	9,33	BCD
L 437	9,33	BCD
L 449	9	D
L 443	8,33	D
L 402	8	E
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		1,24

De acuerdo a la prueba de Tukey para la variable longitud de la espiga se tiene que las líneas L 427, L 414 y L 415 son las mejores ya que obtuvieron la letra “a” no existiendo diferencias entre las tres líneas.

Gráfico No. 5 Longitud de la Espiga (cm)



La líneas L 427, L 414 y L 415 son las líneas de trigo biofortificado que obtuvieron la mayor longitud de la espiga presentando superiores a los 11 cm de largo cada una respectivamente, también podemos determinar que la línea con menor longitud de espiga es la líneas L 402 con tan solo 8 cm de longitud.

Según Bergues D. E, 2001 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 7 a 21 cm de largo, mientras en este trabajo se obtuvieron un longitud de 8 a 11 cm presentando menores tamaños en cuanto de longitud de espigas de las líneas avanzadas de trigo biofortificados.

4.4. NÚMERO DE ESPIGUILLAS POR ESPIGA

Los datos obtenidos se observa a continuación:

Cuadro No. 23 Número de Espiguillas/Espiga

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	16	17	18	51	17
L 422	16	16	15	47	16
L 410	18	17	19	54	18
L 427	17	17	16	50	17
L 449	11	16	16	43	14
L 443	17	12	14	43	14
L 447	18	14	17	49	16
L 437	18	16	19	53	18
L 402	16	17	15	48	16
L 426	15	18	16	49	16
L 414	20	18	17	55	18
L 415	17	17	18	52	17
TOTAL	199	195	200	594	

El cuadro Nro. 6 nos muestra que las líneas L 410, y L 414 son las líneas con el mayor número de espiguillas por espiga cada una respectivamente con 18 espiguillas en relación a los demás líneas.

La línea L 449 y L 443 son las líneas con menor número de espiguillas/espiga obteniendo 14,33 cm de longitud cada una respectivamente.

Cuadro No. 24 Análisis de Varianza para el Número de Espiguillas/Espiga

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	115				
Bloques	2	1,17	0,58	0,21 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	55	5	1,87 NS	2,30	3,26
Error	22	58,83	2,67			

C.V. = 4,3

* = Significativo

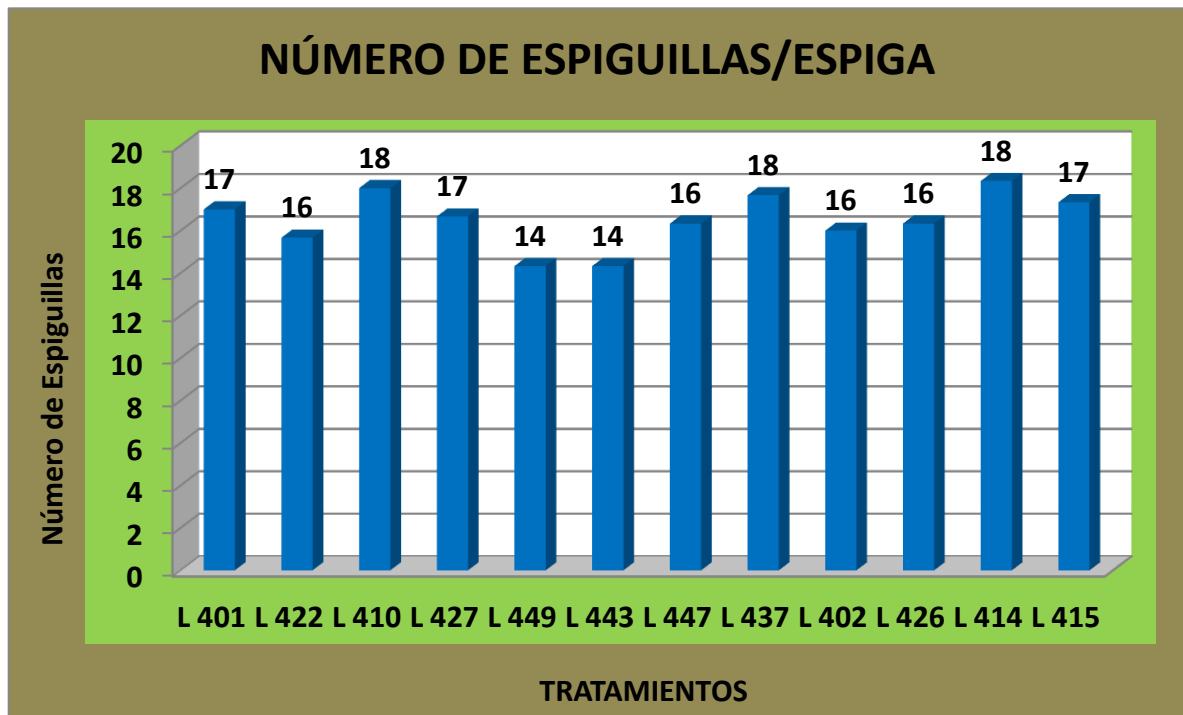
** Altamente significativo

NS = No es significativo

De acuerdo al análisis de varianza para el variable número de espiguillas/espiga se tiene que no existen diferencias significativas en los bloques ni tratamientos por lo que los tratamientos son homogéneos.

Todas las líneas avanzadas con las cuales se trabajó en el presente trabajo de investigación recibieron el mismo manejo agronómico durante todo el ciclo del cultivo por tanto al tener las misma condiciones, manejo no se manifestaron diferencias entre las 12 líneas avanzadas de trigo biofortificado.

Gráfico No. 6 Número de Espiguillas/Espiga



Como se observa en el gráfico las líneas L 410 y L 414 con 18 espiguillas por espiga respectivamente son superiores a los demás líneas.

Según Bergues D. E, 2011 en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo” Argentina 2001. En las nueve líneas avanzadas con las que se estudiaron, tuvieron 17 a 47 Espiguillas por espiga, mientras que en este trabajo se obtuvieron 14 a 18 espiguillas por espiga presentando menor número de espiguillas por espiga en mayoría de las líneas avanzadas.

4.5. NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 25 Número de Granos/Espiga

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	61	60	58	179	60
L 422	71	59	64	194	65
L 410	64	68	60	192	64
L 427	68	72	70	210	70
L 449	48	44	39	131	41
L 443	52	53	49	154	51
L 447	61	51	55	167	56
L 437	54	60	62	176	59
L 402	52	50	46	148	49
L 426	53	60	67	180	60
L 414	66	69	78	213	71
L 415	68	62	69	199	66
TOTAL	718	708	717	2143	

En el cuadro se observa que la línea L 414 es la que obtuvo la mayor cantidad de granos por espiga con 71 granos, seguido de la línea L 427 con 70 granos por espiga y la línea L 415 con 66 granos por espiga.

La línea L 449 es la línea de trigo biofortificado que obtuvo 40,67 granos por espiga siendo este el menor de todas las líneas.

Cuadro No. 26 Análisis de Varianza para el Número de granos/Espiga

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	2792,97				
Bloques	2	5,05	2,53	0,12 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	2317,63	210,69	9,85**	2,30	3,26
Error	22	470,29	21,37			

C.V. = 7,79

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En este cuadro N° 19 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.

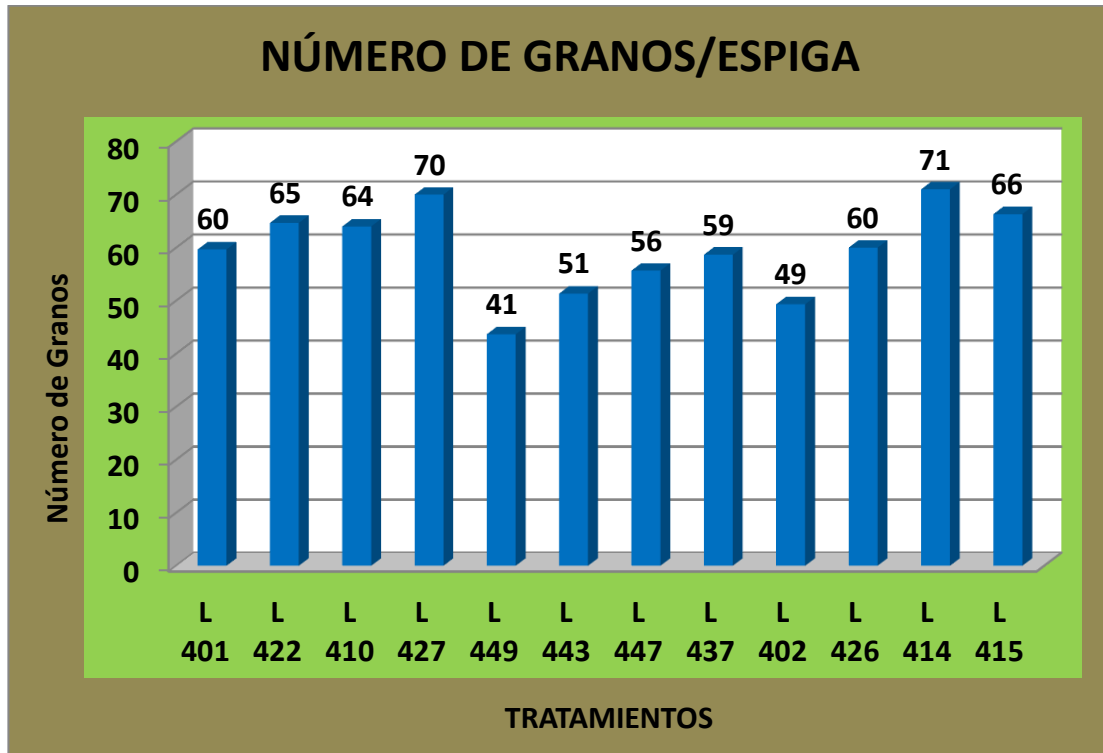
Al ser líneas avanzadas d trigo bioforticado el número de granos por espiga ya que cada línea es diferente, no obstante cabe recalcar que no existen diferencias entre los bloques por lo que podemos afirmar que las diferencias existentes son atribuibles a que las líneas avanzadas de trigo son diferentes y se comportar de diferente manera unas de otras.

Cuadro No. 27 Comparación de medias por Tukey Número de Granos/Espiga

Tratamientos	\bar{X}	Significación
414	71	A
427	70	A
415	66	AB
422	65	ABC
410	64	ABC
426	60	ABC
401	60	ABC
437	59	ABC
447	56	BC
443	51	C
402	49	C
449	41	D
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		13,83

De acuerdo a la prueba de Tukey se tiene que las líneas de trigo biofortificado con mayor número de granos/espiga son las líneas L 414 y L 427 ya que presentan diferencias altamente significativas al resto del grupo.

Gráfico No. 7 Número de Granos/Espiga



De acuerdo al gráfico No. 8 sobre el variable número de granos/espiga efectivamente se puede concluir que el mejor tratamiento en cuanto a número de granos/espiga es la línea 414 con 71 granos por espiga, y la línea con menor número de granos/espiga es la línea L 449 con tan solo 41 granos/espiga.

Según Mollericona H. P. 2013 en el trabajo titulado “Efecto de la fertilización nitrogenada y foliar en el cultivo de trigo (*triticum aestivum*) En la localidad de okinawa dos (cetabol) Santa Cruz de la Sierra- Bolivia”, obtuvieron 41 a 48 granos por espiga. Mientras que en este trabajo se obtuvieron de 40 a 71 granos por espiga, presentando mayor cantidad en mayor parte de las líneas a comparación del otro trabajo.

4.6. DÍAS A LA MADUREZ

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 28 Días a la Madurez

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	120	123	122	365	122
L 422	121	123	121	365	122
L 410	120	118	118	356	119
L 427	121	120	119	360	120
L 449	122	123	122	367	122
L 443	120	119	120	359	120
L 447	123	122	121	366	122
L 437	119	119	119	357	119
L 402	119	119	122	360	120
L 426	122	122	123	367	122
L 414	120	120	120	360	120
L 415	124	120	123	367	122
TOTAL	1451	1448	1450	4349	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

De acuerdo al cuadro se observa que las línea L 410 y L 437 son las líneas que llegaron más rápido a la madurez con 119 días cada uno respectivamente.

Las líneas L 449, L 426, L 415, y L 447, son las líneas que llegaron a la madurez a los 122 días.

Cuadro No. 29 Análisis de Varianza para Días a la Madurez

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	93,64				
Bloques	2	0,39	0,19	0,13 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	62,97	5,73	4,18 **	2,30	3,26
Error	22	30,28	1,37			

C.V. = 0,97

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

En este cuadro N° 21 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.

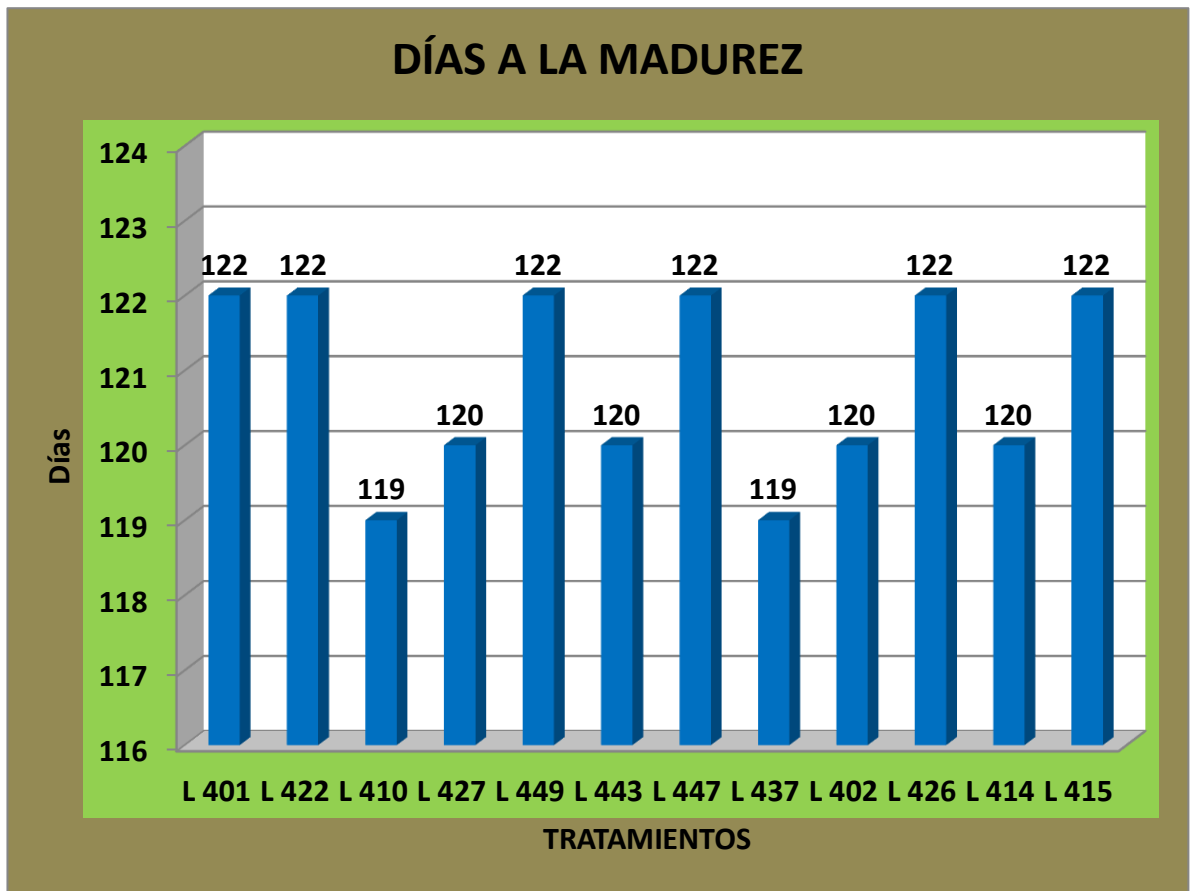
En esta variable también podemos atribuir las diferencias existentes al comportamiento diferente que presenta cada línea avanzada de trigo ya que no existen diferencias entre los bloques, lo que indica las características de cada línea hacen que existan diferencias en los días a la madurez.

Cuadro No. 30 Comparación de medias por Tukey Días a la Madurez

Tratamientos	\bar{X}	Significación
449	122,33	A
426	122,33	A
415	122,33	A
447	122	A
401	121,67	A
422	121,67	A
427	120	A
402	120	A
414	120	A
443	119,67	A
437	119	A
410	118,67	B
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		3,48

La prueba de Tukey muestra que las líneas L 449, L 426, L 415, L 447, L401 y L 422 no presentan diferencias por lo que todas llegaron a la madurez a los 122 días.

Gráfico No. 8 Días a la Madurez



El gráfico N° 8 muestra que las líneas L 410 y L 437 son las líneas que llegaron en menor tiempo a la madurez con 119 días, las líneas L 401, L 422, L 449, L 447, L 426 y L 415 son las líneas que llegaron más tarde a la madurez con 122 días.

Según Choque M. R, 1991 En el trabajo titulado “Estudio de tres densidades de siembra en nueve variedades de trigo (*triticum aestivum*) en el Chaco húmedo” en las nueve variedades de trigo los resultados de este estudio indican que llegaron 123 a 131 días de madurez.

Mientras en este trabajo llegaron 119 a 122 días de madurez, lo cual refleja una marcada diferencia en días a la madurez.

4.7. PESO DEL GRANO (1000 unidades)

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 31 Peso del Grano (1000 unidades)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	45,7	45,1	43,4	134,2	44,73
L 422	50,3	50,3	51,2	151,8	50,60
L 410	52,2	52,8	52,5	157,5	52,50
L 427	56,9	50,1	56,3	163,3	54,43
L 449	42,2	52,8	53,5	148,5	49,50
L 443	51,7	40,2	43,4	135,3	45,10
L 447	51,9	55,1	51,5	158,5	52,83
L 437	41,6	44,5	44,3	130,4	43,47
L 402	46,3	46,1	45,2	137,6	45,87
L 426	53,4	54,3	55,8	163,5	54,50
L 414	44,8	42,7	45,5	133	44,33
L 415	43,3	44,9	43,2	131,4	43,80
TOTAL	580,3	578,9	585,8	1745	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

En el cuadro N° 22 se puede observar que la línea L 426 y L 427 presenta mayor peso del grano en 1000 unidades con 54,50 gr, la línea con menor peso del grano por 1000 unidades es la línea L 437 con 43, 47 gr.

Cuadro No. 32 Análisis de Varianza Peso del Grano (1000 unidades)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	831,84				
Bloques	2	2,23	1,12	0,12 NS	3,44	5,72
Tratamientos	11	626,56	56,96	6,17 **	2,30	3,26
Error	22	203,05	9,22			

C.V. = 6,26

De acuerdo al análisis de varianza no existen diferencias significativas entre los bloques pero si existen diferencias altamente significativas en los tratamientos por lo que se realizó la prueba de tukey.

Como se observa en análisis de varianza de esta variable tampoco existen diferencias entre los bloques lo que indica que cada línea avanzada de trigo biofotricado se comporta de manera distinta aun teniendo el mismo manejo agrícola lo que repercute en el peso del grano haciendo que los valores medios de cada línea sean dispersas unas de otras.

**Cuadro No. 33 Comparación de medias por Tukey Peso de Grano
(1000 unidades)**

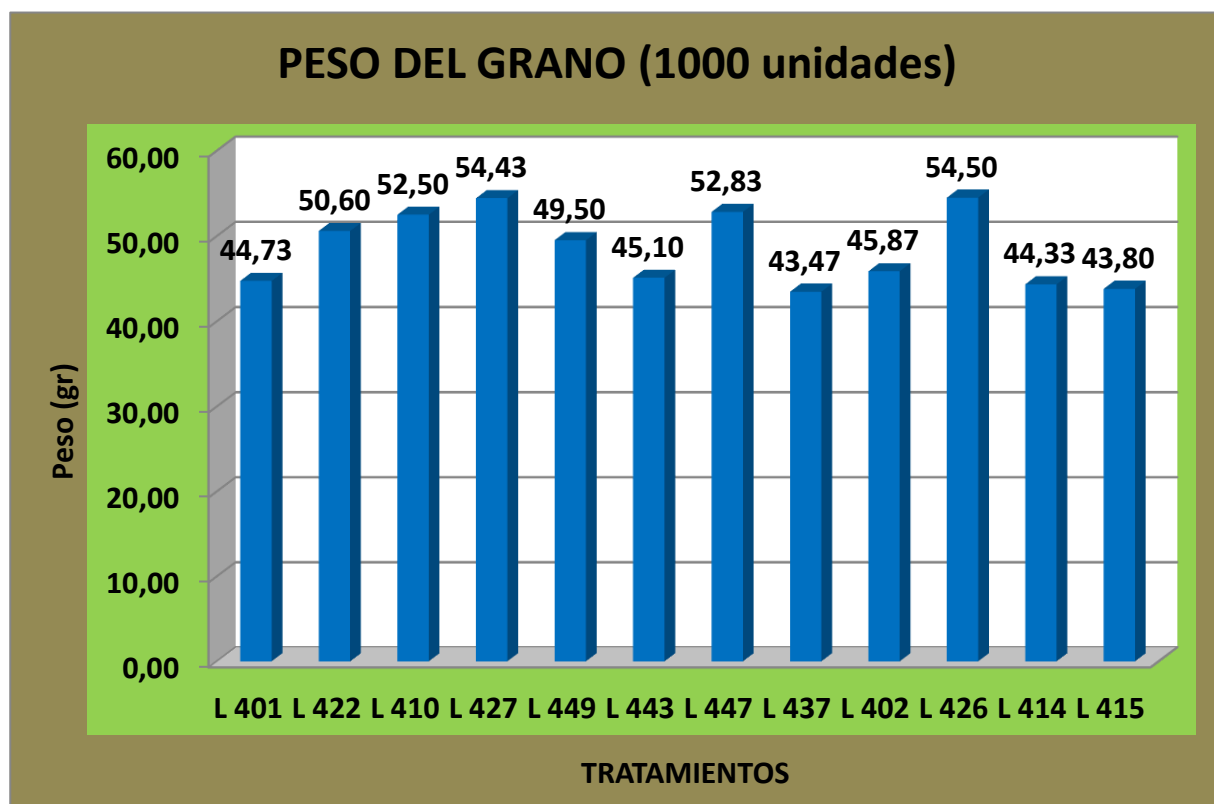
Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 426	54,5	A
L 427	54,43	A
L 447	52,83	AB
L 410	52,5	AB
L 422	50,6	AB
L 449	49,50	AB
L 402	45,87	AB
L 443	45,1	B
L 401	44,73	B
L 414	44,33	B
L 415	43,8	B
L 437	43,47	B
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		9,1

De acuerdo a la prueba de Tukey las líneas L 426 y L 427 no presentan diferencias por lo que ambas líneas obtuvieron el mayor peso en relación a las demás líneas.

Según Bergues (2001) en el trabajo titulado “Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de trigo” Argentina. Obteniéndose en este trabajo de 33,1 a 46,6 grs el peso de 1000 granos. Obteniéndose casi similares resultados con las 12 Líneas Avanzadas de 43,47 – 54,50 gr.

En el trabajo de investigación titulado “Identificación y control Químico de malezas que ejercen mayor competencia con el cultivo de trigo”, por Delgado, 2001 Se pudo constatar que en los 14 tratamientos, obtuvieron 28,20 a 48,03 grs el peso de 1000 granos.

Gráfico No. 9 Peso del Grano (1000 unidades)



El gráfico nos muestra que la línea L 426 es la línea obtuvo 54,50 gr siendo esta la línea con mayor peso en relación a los demás líneas.

La línea L 437 es la línea que obtuvo el menor peso con 43,47 gr.

4.8. RENDIMIENTO EN GRANO Kg/Ha

Los datos obtenidos se observan a continuación:

Cuadro No. 34 Rendimiento en Grano Kg/Ha

TRATAMIENTOS	Bloques			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
L 401	3317	3653	4590	11560	3853,33
L 422	3285	3947	3997	11229	3743,00
L 410	3741	3303	3969	11013	3671,00
L 427	4178	4617	4729	13524	4508,00
L 449	2309	3066	2712	8087	2695,67
L 443	3925	3515	3615	11055	3685,00
L 447	3545	3484	3965	10994	3664,67
L 437	3526	3978	4037	11541	3847,00
L 402	3322	3250	3368	9940	3313,33
L 426	3481	4333	4411	12225	4075,00
L 414	3666	4272	4436	12374	4124,67
L 415	4004	4175	3815	11994	3998,00
TOTAL	42299	45593	47644	135536	

L: Líneas Avanzada (respectiva numeración).

De acuerdo al cuadro N° 26 se observa que la línea de trigo biofortificado con el mayor rendimiento es la línea L 427 con 4508,00 Kg/Ha.

La línea con menor rendimiento en kilogramos por hectárea es la línea L 449 con 2695,67 Kg/Ha.

Cuadro No. 35 Análisis de Varianza para Rendimiento en Grano Kg/Ha

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Total	35	9848897,6				
Bloques	2	1211835,1	605917,55	6,74 **	3,44	5,72
Tratamientos	11	6658764,26	605342,21	6,73 **	2,30	3,26
Error	22	1978298,24	89922,64			

C.V. = 7,96

* = Significativo

** Altamente significativo

NS = No es significativo

De acuerdo al análisis de varianza se tiene que existen diferencias altamente significativas tanto en bloques como en los tratamientos por lo que se realizó la prueba de Tukey.

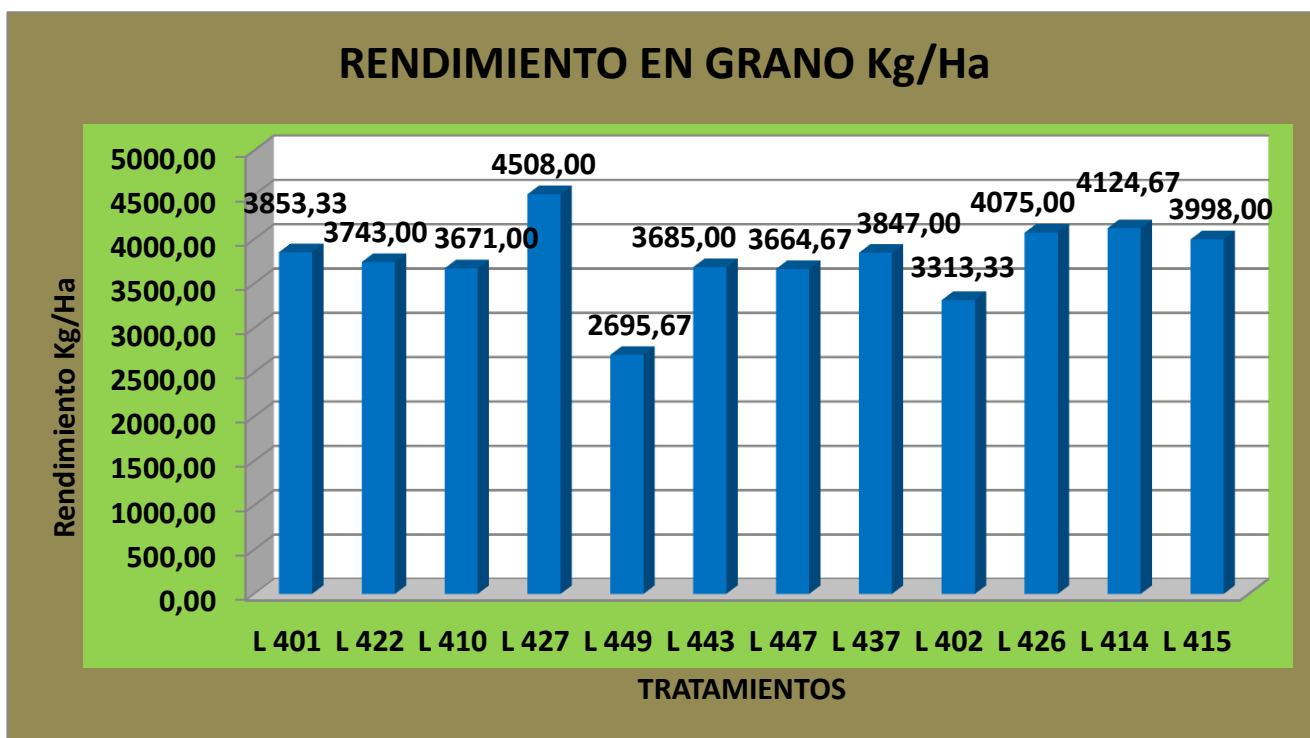
Como se puede apreciar en el análisis de varianza para los rendimientos de cada línea se observa que existen diferencias tanto en las repeticiones o bloques como en los tratamientos lo cual puede ser atribuibles a diversos factores climáticos que inciden en que cada línea presente rendimientos alejados de la media general, no obstante ante también se puede atribuir a que cada línea es diferente y eso se demuestra en sus respectivos rendimientos.

Cuadro No. 36 Comparación de medias por Rendimiento en Grano Kg/ha

Tratamientos	\bar{X}	Significación
L 427	4508,00	A
L 414	4124,67	AB
L 426	4075,00	AB
L 415	3998,00	AB
L 401	3853,33	AB
L 437	3847,00	AB
L 422	3743,00	AB
L 443	3685,00	AB
L 410	3671,00	AB
L 447	3664,67	AB
L 402	3313,33	B
L 449	2695,67	C
VALOR DE LA TABLA		5,20
TUKEY		900,27

La prueba de Tukey indica que la línea con el mejor rendimiento es la línea L 427 con 4508,00 Kg/Ha.

Gráfico No. 10 Rendimiento en Grano Kg/Ha



De acuerdo al gráfico N° 11 se concluye que el mejor tratamiento es la línea L 427 con 4508,00 Kg/Ha siendo este el mejor rendimiento de todos los tratamientos. La línea de trigo biofortificado L 449 con 2695,67 Kg/Ha es el rendimiento más bajo de todos los tratamientos.

Según Cáceres, L. 2005 “Evaluación del rendimiento de cultivo de trigo bajo riego y secano, Con base azufrada y dosis crecientes de Nitrógeno”. Corrientes Argentina en los 7 tratamientos Obteniéndose en este trabajo de 2997,6 a 3350,6 Kg/ha. Mientras que en este trabajo se obtuvieron de 2695,67 a 4508,00 presentando mayor rendimiento en grano Kg/ha en mayor parte de las líneas avanzadas.

En el trabajo de investigación titulado “Identificación y control Químico de malezas que ejercen mayor competencia con el cultivo de trigo”, por Delgado, 2001 Se pudo constatar que en los 14 tratamientos, obtuvieron 775,85 a 1492,35 Kg/ha.

4.9. DESCRIPCIÓN DE 12 LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO BIOFORTIFICADOS.

Descripción fenotípica L 401

Número promedio de macollos:	3
Número promedio de espigas / m ² :	132
Longitud de Espiga (cm):	9
Número de Espiguillas por Espiga:	17
Número promedio de granos/espiga:	60
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	44,73
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3853,33

Descripción fenotípica L 422

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	116
Longitud de Espiga (cm)	10,3
Número de Espiguillas por Espiga:	16
Número promedio de granos/espiga:	65,6
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	50,6
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3743

Descripción fenotípica L 410

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	110
Longitud de Espiga:	10
Número de Espiguillas por Espiga:	18
Número promedio de granos/espiga:	64
Días a la madurez:	119
Peso de Grano (1000 unidades):	52,5
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3671

Descripción fenotípica L 427

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	119
Longitud de Espiga:	11
Número de Espiguillas por Espiga:	17
Número promedio de granos/espiga:	70
Días a la madurez:	120
Peso de Grano (1000 unidades):	54,43
Rendimiento en Grano Kg/ha:	4508

Descripción fenotípica L 449

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	125
Longitud de Espiga:	9
Número de Espiguillas por Espiga:	14
Número promedio de granos/espiga:	41
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	49,50
Rendimiento en Grano Kg/ha:	2695,67

Descripción fenotípica L 443

Número promedio de macollos:	6,7
Número promedio de espigas / m ² :	160
Longitud de Espiga:	8,3
Número de Espiguillas por Espiga:	14
Número promedio de granos/espiga:	51
Días a la madurez:	120
Peso de Grano (1000 unidades):	45,1
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3685

Descripción fenotípica L 447

Número promedio de macollos:	5
Número promedio de espigas / m ² :	160
Longitud de Espiga:	10,3
Número de Espiguillas por Espiga:	16
Número promedio de granos/espiga:	56
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	52,83
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3664,67

Descripción fenotípica L 437

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	151
Longitud de Espiga:	9,3
Número de Espiguillas por Espiga:	18
Número promedio de granos/espiga:	59
Días a la madurez:	119
Peso de Grano (1000 unidades):	43,47
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3847

Descripción fenotípica L 402

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	147
Longitud de Espiga:	8
Número de Espiguillas por Espiga:	16
Número promedio de granos/espiga:	49
Días a la madurez:	120
Peso de Grano (1000 unidades):	45,87
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3313,33

Descripción fenotípica L 426

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	125
Longitud de Espiga:	10
Número de Espiguillas por Espiga:	16
Número promedio de granos/espiga:	60
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	54,5
Rendimiento en Grano Kg/ha:	4075

Descripción fenotípica L 414

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	131
Longitud de Espiga:	11
Número de Espiguillas por Espiga:	18
Número promedio de granos/espiga:	71
Días a la madurez:	120
Peso de Grano (1000 unidades):	44,3
Rendimiento en Grano Kg/ha:	4124,67

Descripción fenotípica L 415

Número promedio de macollos:	4
Número promedio de espigas / m ² :	143
Longitud de Espiga:	11
Número de Espiguillas por Espiga:	17
Número promedio de granos/espiga:	66
Días a la madurez:	122
Peso de Grano (1000 unidades):	43,8
Rendimiento en Grano Kg/ha:	3998

4.10. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para realizar el análisis económico se utilizó la relación beneficio/costo, tomando en cuenta el costo de producción por hectárea y los ingresos por hectárea.

El precio referencial de venta fue de:

Línea Trigo Biofortificado	200 Bs/qq (qq = 46 Kg)
----------------------------	------------------------

Cuadro No. 37 Relación Beneficio/Costo

TRATAMIENTOS	COSTO DE PRODUCCIÓN (Bs)	INGRESOS (Bs)	UTILIDAD (Bs)	B/C
L 401	4799,3	16753,61	11954,31	3,49
L 422	4799,3	16273,91	11474,61	3,39
L 410	4799,3	15960,87	11161,57	3,33
L 427	4799,3	19600,00	14800,70	4,08
L 449	4799,3	11720,30	6921,00	2,44
L 443	4799,3	16021,74	11222,44	3,34
L 447	4799,3	15993,35	11194,05	3,33
L 437	4799,3	16726,10	11926,80	3,49
L 402	4799,3	14405,78	9606,48	3,00
L 426	4799,3	17717,40	12918,10	3,69
L 414	4799,3	17933,35	13134,05	3,74
L 415	4799,3	17382,61	12583,31	3,62

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro de relación beneficio/costo, podemos observar que la línea L 427 presentó una utilidad de 14800,70 Bs/ha siendo la de mayor utilidad y la línea L 449 presentó una utilidad de 6921,00 Bs/ha siendo la menor utilidad de los demás tratamientos.

La relación beneficio costo indica que todos los tratamientos son rentables ya que la relación B/C en todos es mayor a 1, las líneas L 427, L 414, L 426, L 415 y L 401 son los que presentan una mayor relación con 4.08, 3.74, 3.69, 3.62 y 3.49 respectivamente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- La línea de trigo biofortificado que presentó mayor número de macollos por planta es la línea L 443 con 7 macollos por planta, el resto de las líneas de trigo biofortificado tuvieron macollos por planta dentro un rango de 3 a 5 macollos por planta siendo la línea L 401 la que presentó el menor número de macollos. Siendo este indiferente al rendimiento final.
- En cuanto a longitud de la espiga de las 12 líneas de trigo biofortificado L 427, L 414 y L 415 son las líneas con 11 cm de longitud siendo mayores las demás líneas.
- La línea de trigo biofortificado L 427 es la más rentable ya que esta línea obtuvo una utilidad de 14800,70 Bs/Ha con una relación beneficio/costo de 4,08 a diferencia de 3,33 perteneciente a la menor.
- La línea de trigo biofortificado que presentó el mejor rendimiento fue la línea L 427 con 4500, Kg Ha, la línea con menor rendimiento fue la línea L 449 con tan solo 2695,67 Kg/Ha.
- Todos las líneas de trigo biofortificado con las que se trabajó en el presente trabajo tuvieron una relación beneficio/costo mayor a 1 por tanto se afirma que todas las líneas son rentables.

- En cuanto a longitud de la espiga de las 12 líneas de trigo biofortificado tres líneas L 427, L 414 y L 415 son las líneas que con 11 cm de longitud siendo mayores en relación a los demás líneas de trigo biofortificado.
- Las líneas L 410, L 437 y L 414 obtuvieron 18 espiguillas/espiga, estas líneas presentan la mayor cantidad de espiguillas/espiga, la línea con menor número de espiguillas/espiga fueron las líneas L 427 y L 443 con 14 espiguillas/espiga.
- Todas las líneas de trigo biofortificado llegaron al madurez después de los 119 días, las líneas que llegaron más antes a la madurez son la L 410 y L 437 con 119 días, Las líneas que llegaron más tarde a la madurez son las líneas L 401, L 422, L 449, L 447, L 426 y L 415 con 122 días cada uno respectivamente.
- Las 12 líneas de trigo biofortificado demostraron buena respuesta al manejo agrícola obteniendo las 12 líneas buenos rendimientos y un buen comportamiento agronómico desde la siembra hasta la cosecha.
- La línea de trigo biofortificado L 449 es la menos rentable ya que esta línea obtuvo una utilidad de 6921,00 Bs/Ha con una relación beneficio/costo de 2,83 siendo menor a la demás líneas.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda introducir la línea de trigo biofortificado L427 por su alto rendimiento ya que esta variedad de trigo puede ser una gran respuesta para mejorar la economía de la gente que se dedica a este cultivo.

- Se debe seguir experimentando estas líneas de trigo biofortificado hasta obtener resultados beneficios para las productores agrícolas y paliar de esta manera la necesidades de nutrición de toda la población

- Se recomienda seguir con este tipo de trabajos ya que son necesarios para poder ofrecer al productor nuevas alternativas para su calidad de vida.