

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA
FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN
TESIS DE LICENCIATURA**

TÍTULO:

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE
NUEVE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*),
CON TRES TESTIGOS, EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, SANTA
CRUZ, INVIERNO 2018.**

**PROFESIONAL GUÍA:
ING. FLORENTINO ROCHA LIMÓN**

**POSTULANTE:
JULIA MICAELA GAMARRA MAMANI**

**PREVIA OPCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIATURA EN
AGROPECUARIA**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA-BOLIVIA
SEPTIEMBRE, 2019.**

HOJA DE APROBACIÓN

La presente Tesis de Licenciatura **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE NUEVE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*), CON TRES TESTIGOS, EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, SANTA CRUZ, INVIERNO 2018**, realizado por **Julia Micaela Gamarra Mamani**, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de Agropecuaria, ha sido aceptado como requisito parcial para optar el título de Licenciado en Agropecuaria, previa exposición y defensa de la misma.

COMITÉ DE TESIS

.....
Ing. Florentino Rocha Limón

.....
Ing. José Jairo Parada Pozo

.....
Dr. Roberto Chávez Aguilera

Santa Cruz de la Sierra-Bolivia
Septiembre, 2019

TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente Tesis de Licenciatura **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE NUEVE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CON TRES TESTIGOS, EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, SANTA CRUZ, INVIERNO 2018**, realizado por **Julia Micaela Gamarra Mamani** como requisito para optar el título de Licenciado en Agropecuaria, ha sido aprobado por el siguiente tribunal:

Santa Cruz de la Sierra-Bolivia
Septiembre, 2019

DEDICATORIA

A Dios, quien derramó su sabiduría, me guardó, me guió por senderos de justicia y no me dejó caer.

A mis queridos padres Gualberto D. Gamarra Vargas, Julia Mamani Mamani quienes dieron todo de sí mismo para que pudiera terminar mis estudios, su paciencia, su espera, sembraron una semilla en mí, deseando ver mis frutos, gracias por su gran amor.

A mi hermana Sandra T. Gamarra Mamani quien fue la que me motivó y me ayudó a culminar mis estudios.

Dedico este trabajo a todos ellos.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, quien me ayudó en todo momento dándome fortaleza y perseverancia para poder culminar este proyecto en mi vida, que si no haya sido su voluntad, no podría terminarlo.

A mi familia, mis padres, mi hermana, por la paciencia, apoyo y confianza recibida, haciendo que persevere para terminar mis estudios.

A mi tutor, **Ing. Florentino Rocha Limón**, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su motivación y paciencia lograron en mí la conclusión del presente trabajo.

A mi enamorado Dennilson Cuellar Leños que me acompañó, apoyó, motivó, siendo mi compañero en cada momento.

A la Dra. Kitty Zulema Torres Chambi por ser la que me impulso desde el inicio hasta el final de mi etapa universitaria.

A la **Universidad Evangélica Boliviana**, en especial al plantel docente y administrativo de la carrera Agropecuaria por la amistad y el apoyo brindado hacia mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	4
1.2. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Requerimientos climáticos y edáficos para el cultivo de trigo	5
2.1.1. Temperatura.....	5
2.1.2. Precipitación.....	6
2.1.3. Humedad relativa	6
2.1.4. Suelo	7
2.1.5. PH.....	9

2.2.	Características agronómicas de los progenitores en estudio.....	9
2.2.1.	Descripción taxonómica	9
2.2.2.	Paragua – CIAT.....	10
2.2.3.	Motacú – CIAT	11
2.2.4.	Urubó – CIAT	13
2.2.5.	Patujú – CIAT	14
2.2.6.	Sausal – CIAT	16
2.3.	Terminología dentro del mejoramiento genético del cultivo de trigo	18
2.3.1.	Germoplasma.....	18
2.3.2.	Variedad	19
2.3.3.	Línea	21
2.3.4.	Cruzamientos	22
2.3.5.	Retrocruzamiento	24
2.4.	Historia del mejoramiento genético	24
2.5.	Mejoramiento genético en las plantas.....	27
2.6.	Enfermedades en el cultivo de trigo.....	30
2.6.1.	Piricularia.....	32
2.6.2.	Helminthosporiosis	35

2.6.3.	Roya de la hoja	37
2.7.	Rendimiento	39
2.8.	Dificultades para el mejoramiento genético del cultivo de trigo en Bolivia.....	40
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1.	Ubicación.....	41
3.1.1.	Condiciones climáticas de la zona	41
3.1.2.	Condiciones edáficas de la zona del ensayo	41
3.2.	Materiales	42
3.2.1.	Material Vegetal	42
3.2.2.	Material de campo.....	43
3.2.3.	Material de escritorio	43
3.3.	Diseño experimental.....	43
3.4.	Prácticas agronómicas	44
3.4.1.	Preparación del terreno.....	44
3.4.2.	Siembra	44
3.4.3.	Control de malezas	45
3.4.4.	Control de plagas	45
3.4.5.	Control de enfermedades.....	45

3.4.6.	Cosecha	45
3.5.	Análisis suelo.....	46
3.6.	Toma de datos.....	47
3.6.1.	Altura de planta	47
3.6.2.	Longitud de espiga.....	47
3.6.3.	Número de grano por espiga.....	47
3.6.4.	Peso de 1000 granos	47
3.6.5.	Peso hectolítrico.....	47
3.6.6.	Evaluación de enfermedades.....	48
3.6.7.	Rendimiento de grano	48
3.7.	Análisis estadísticos	48
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1.	Datos climáticos	49
4.1.1.	Precipitación.....	49
4.1.2.	Temperatura.....	50
4.2.	Datos agronómicos.....	51
4.2.1.	Altura de planta	51
3.6.2.	Longitud de espiga.....	52

4.2.2.	Número de granos por espiga.....	53
4.2.3.	Peso de 1000 granos	54
4.2.4.	Peso hectolítrico.....	55
4.2.5.	Rendimiento de grano	56
V.	CONCLUSIONES	57
VI.	RECOMENDACIONES.....	58
VII.	BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de la variedad Paragua.....	10
Cuadro 2. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo.	11
Cuadro 3. Características de la variedad Motacú.	12
Cuadro 4. Principales enfermedades que atacan al cultivo.	13
Cuadro 5. Características de la variedad Urubó.....	13
Cuadro 6. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo.	14
Cuadro 7. Características de la variedad Patujú.	15
Cuadro 8. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo.	16
Cuadro 9. Características de la variedad Sausal.	16
Cuadro 10. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo.	17
Cuadro 11. Genealogía del material vegetal.	42
Cuadro 12. Tratamiento del ensayo. CEPA. Invierno, 2018.....	44
Cuadro 13. Análisis de suelo	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación pluvial (mm.) registrada en el ensayo, invierno 2018	49
Figura 2. Temperatura registrada durante el ensayo, invierno 2018.....	50
Figura 3. Promedios para altura de planta del ensayo. CEPA, invierno 2018	51
Figura 4. Promedios para longitud de espiga del ensayo. CEPA, invierno 2018.....	52
Figura 5. Promedios para número de granos por espiga del ensayo. CEPA, invierno 2018	53
Figura 6: Promedios para peso mil granos del ensayo. CEPA, invierno 2018	54
Figura 7. Promedios para peso hectolítrico del ensayo. CEPA, invierno 2018	55
Figura 8. Promedios para rendimiento de grano (kg/ha) del ensayo. CEPA, invierno 2018.	56

INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA
CARRERA : AGROPECUARIA
MODALIDAD : TÉSIS DE LICENCIATURA
NOMBRE : JULIA MICAELA GAMARRA MAMANI
TÍTULO : EVALUACIÓN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE NUEVE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*), CON TRES TESTIGOS, EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB, SANTA CRUZ, INVIERNO 2018.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de “Evaluación de nueve líneas de trigo (*Triticum aestivum*) comparadas con tres testigos comerciales, en los predios de CEPA-UEB, Santa Cruz campaña, invierno 2018”, se realizó en los predios del Centro Experimental de Prácticas Agropecuarias (CEPA) dependiente de la Universidad Evangélica Boliviana, se encuentra ubicado al suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Barrio Cruz del Sur, sexto anillo externo, geográficamente se encuentra a los 17°47'21" latitud sur y 63°11'51" longitud oeste, una altitud de 320 metros sobre nivel del mar, se caracteriza por ser de clima tropical con una temperatura promedio anual de 24°C con una precipitación promedio anual de 1226 mm, se evaluaron las características agronómicas para el nuevo desarrollo de nuevas variedades de trigo, determinando la productividad de las nueve líneas comparadas con los tres testigos comerciales y seleccionando líneas que combinen con buena sanidad, calidad de grano y buen potencial de rendimiento. El material vegetal que se utilizó fue el resultado de un proceso de anteriores campañas y en distintas zonas donde se estudió la adaptabilidad de estas líneas, de los cuales nueve líneas han mostrado buenas características y se las ha comparado con tres testigos comerciales que son Motacú, Paragua y Urubó los cuales en nuestro departamento muestran los mejores rendimientos, para esto se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con doce tratamientos y tres repeticiones, realizando las prácticas agronómicas de preparación del terreno, siembra, control de malezas, control de plagas, no se tomó en cuenta el control de enfermedades y finalmente la cosecha. Los estudios que se realizaron para medir las características agronómicas fueron: la altura de planta, longitud de espiga, número de granos por espiga, peso de mil granos, peso hectolítrico y rendimiento de grano. La comparación de las nueve líneas fueron sembradas en condiciones ambientales no muy favorables para el cultivo de trigo, a pesar de ello se destacó el tratamiento diez UEB 10-8A pues presentó un buen rendimiento teniendo como producción 1368 kg/ha respectivamente, superando al testigo Motacú, de los resultados obtenidos se logró observar que dos de las nueve líneas presentaron buenas características agronómicas igualando y superando a los testigos, el tratamiento diez UEB 10-8A y tratamiento doce UEB 10-8 presentaron los mejores resultados basados en peso hectolítrico, este determina la calidad del trigo harinero y el rendimiento de kilogramos por hectarea, las mismas que serán evaluadas en ensayos multilocales en las mayores zonas de productoras del cultivo de trigo, también de debe evaluar estos materiales en la zona de Quirusilla para observar la reacción de las líneas a la enfermedad de la piricularia del trigo ya que esta zona ha sido identificada como la de mayor foco de infección.

SANTA CRUZ – BOLIVIA
2019

I. INTRODUCCIÓN

El trigo era silvestre, y creció primero en Mesopotamia, entre los valles de los ríos Tigris y Éufrates, y de ahí se extendió a toda la región conocida como Creciente Fértil, que comprende desde Palestina, (en la zona de Jericó); el sur de Turquía (área de Katal Huyuk), hasta la propia Mesopotamia y el Golfo Pérsico, (Ramos, 2013)

El cultivo de trigo fue una de las primeras plantas cultivadas. Se piensa que se ha cultivado desde hace más de 9,000 años. El trigo entra a América cuando inmigrantes rusos lo trajeron a Kansas en 1873, la variedad llamada Pavo Rojo, (Garza, 2011).

Es el cereal más cultivado, cada mes del año una cosecha de trigo madura en algún lugar del mundo. Se produce desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador. Es adaptable a condiciones diversas, desde las xerofíticas, hasta las de la costa. Las variedades cultivadas que son de muy diferente genealogía y crecen bajo condiciones de suelo y clima muy variados, muestran características muy diversas, (Garza, 2011).

La producción mundial en la campaña 2016 fue de 749.46 millones de toneladas; con un rendimiento promedio de 3450 kg/ha, teniendo como principal productor a la Unión Europea con 142.65 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 5292kg/ha. A nivel sudamericano la producción de trigo en Argentina es destacable pues presenta un rendimiento de 18.55 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 3296 kg/ha, (FAO, 2016).

Los registros demuestran que Bolivia nació con su demanda interna de cereales y harina enteramente autoabastecida por una producción regional

centrada en Cochabamba y Chayanta. En la campaña agrícola 2016 Bolivia tuvo una producción total de 241.84 toneladas que representa alrededor de 34% de la demanda nacional.

A nivel nacional se cuenta con dos zonas de producción: La primera que constituye el área tradicional y se compone por los Valles Interandinos que son los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, La Paz, Oruro y Potosí. La segunda está constituida por zona del Oriente boliviano.

En el área del oriente boliviano, por la década del 60 se despierta la inquietud sobre este cultivo, motivado por los menonitas y colonias japonesas ya que en los años 70 el Instituto Nacional del Trigo (INT) realizó los primeros estudios de adaptación del trigo y a finales de los 80 este cereal creció de forma espontánea llegando a sembrarse 13.000 ha, en base a este primer crecimiento se elaboró el primer plan quinquenal para el desarrollo de la producción de este cultivo en el departamento de Santa Cruz período de 1990 – 1994, financiado por la Secretaria Ejecutiva del PL – 480 III y USAID – BOLIVIA: Cuyo propósito era la de cubrir la demanda local de 60.000 Tn/año, debido al éxito de este plan quinquenal que sobrepaso esta demanda al cabo del tercer año teniendo una superficie cultivada de 64.000 Tn/año con un rendimiento promedio de 1,51 Tn/ha, y una producción de 96.500 Tn.

El cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz, empezó dando resultados satisfactorios, superando expectativas y generando un aumento significativo de la producción nacional de este cereal. A demás de alcanzar importancia por constituirse como un cultivo alternativo para el sistema de rotación durante el invierno.

En la campaña agrícola 2017 tuvo una producción total de 170.645 toneladas, con una superficie sembrada de 109 mil hectáreas y un rendimiento de 1,57 toneladas por hectárea, cubriendo el 24,37% de la demanda nacional.

Existen factores limitantes para la producción, las cuales son distintas para cada área, en el área oriental en especial la zona noroeste de Santa Cruz se enfrenta con problemas para el cultivo de trigo como ser: poca disponibilidad de nuevas variedades resistentes a las principales enfermedades (piricularia, helmintosporiosis y roya de la hoja), baja fertilidad de suelos principalmente de nitrógeno, escasa disponibilidad de agua por la baja precipitación durante el invierno; aspectos que determinan el decrecimiento en el rendimiento de este cereal, sumándose a ello la falta de interés por parte de los agricultores para producir este cultivo, por el alto costo de producción a lo que se suma la falta de incentivos como el acceso a créditos, y fundamentalmente por los bajos precios de producto en el mercado.

El crecimiento poblacional en nuestro país nos exige nuevas variedades con mayor producción para abastecer el mercado interno. La producción de trigo en el país se ve afectada por diversos factores que influyen directamente en los rendimientos. La preocupación se hace latente debido a que el trigo se considera uno de los principales alimentos de la población y la producción no abastece la demanda nacional, por lo que se hace inminente realizar investigaciones que coadyuden en mejorar la producción. A través de los resultados de la investigación se pretende contribuir con los agricultores productores de trigo.

Es muy importante realizar más investigaciones sobre el mejoramiento genético para la obtención de nuevas variedades que puedan satisfacer los requerimientos a nuestras zonas. El departamento de Santa Cruz destaca por ser la más productora a nivel nacional y tiene la mayor cantidad de ha. sembradas y es debido a este motivo la urgencia de obtener más variedades que nos brinden un mejor rendimiento y así los agricultores se animen a aumentar la siembra de este cultivo.

La Universidad Evangélica Boliviana desde años pasados ya ha estado realizando el mejoramiento genético del cultivo trigo mediante hibridación artificial de las cuales ya han obtenido población hasta la f9 la cual se realizó el estudio para este trabajo.

1.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar las características agronómicas de nueve líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum*), con 3 testigos, en los predios de CEPA-UEB, Santa Cruz, invierno 2018.

1.2. Objetivos específicos

- ❖ Evaluar las características agronómicas para el desarrollo de nuevas variedades de trigo.
- ❖ Determinar la productividad de las nueve líneas en comparación a los tres testigos comerciales.
- ❖ Seleccionar líneas que combinen con buena sanidad, calidad de grano y buen potencial de rendimiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Requerimientos climáticos y edáficos para el cultivo de trigo

Son las necesidades que tiene el cultivo referente a clima-suelo para un óptimo desarrollo.

2.1.1. Temperatura

El trigo se cultiva principalmente en zonas templadas, sin embargo las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas, a condición de que no exista alta humedad relativa. La temperatura óptima para el cultivo de trigo varía entre 15 y 31 °C sin bien la ideal depende de la etapa de desarrollo y la variedad, (Mendez, 2011).

El mismo autor Mendez (2011), indica que las semillas y las plántulas de cereales de invierno soportan bien las temperaturas mínimas, el trigo es el cereal que más resiste, tanto a las temperaturas bajas como a las altas.

Las temperaturas bajas favorecen en los llanos orientales. La humedad, ambiente alto y temperaturas cálidas son propicios para la aparición de enfermedades criptogámicas. El trigo requiere de una temperatura mínima de 3 °C y máxima de 30 a 33 °C, siendo una temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo esta entre 10 y 25 °C, (ANAPO, 2008) .

Si bien se pueden obtener buenos rendimientos incluso con temperatura tan altas como 40 °C, estos se reducen fuera del rango óptimo de temperaturas. A medida que las temperaturas se acercan al punto óptimo para el desarrollo, el manejo debe ser más cuidadoso y preciso a fin de mantener los rendimientos, (Rawson & Gomez, 2001) .

2.1.2. Precipitación

El cultivo de trigo tiene unos bajos requerimientos de agua, ya que se puede cultivar en zonas donde caen precipitaciones entre 25 y 2800 mm anuales de agua, aunque un 75% del trigo crece entre los 375 y 800 mm. La cantidad optima es de 400-500 mm/ciclo, (Estrada, Zuniga, Hernández, & Marinero, 2016).

El trigo es moderadamente tolerante a la sequía, logrando buenos rendimientos con precipitaciones bien distribuidas, especialmente durante su desarrollo vegetativo. Durante sus primeros estadios de desarrollo su demanda en humedad es relativamente pequeña, sin embargo sequias severas en estas etapas retardan su crecimiento permanente. Una sequía inmediatamente después de la floración da como resultado un grano de trigo como bajo peso hectolitrito, con granos pequeños y mal formados. Lluvias pesadas cuando los granos están en estado lechoso-pastoso, perjudican al cultivo en vez de favorecerlo. Cuando se siembra el trigo con una buena relación de humedad en el suelo, se logran obtener relativamente buenas cosechas con apenas 150 a 200 mm de precipitación durante todo su ciclo, (Unterladstatter, 2005).

Al respecto Guzmán (2010) afirma que el trigo requiere de 250 a 350 mm de precipitación pluvial para abastecer su demanda de evapotranspiración, esto en suelo con buena capacidad de retención de humedad, durante la fase de crecimiento.

2.1.3. Humedad relativa

Requiere una humedad relativa entre 40 y 70%; desde el espigamiento hasta la cosecha es la época que tiene mayores requerimientos en este

aspecto, ya que exige una humedad relativa entre el 50 y 60% y un clima seco para su maduración , (Made- in –Argentina, 2010)

Por su parte el CIAT (2010) menciona que el cultivo del trigo requiere una humedad relativa entre 40 y 70% desde el espigamiento hasta las cosechas, y un clima seco para su maduración.

2.1.4. Suelo

Los suelos ideales para el cultivo de trigo son los profundos, franco limo-arcillosos, bien drenado, con un pH de 7, que sean ricos en materias orgánicas y fértiles, de ninguna manera pesados, arcillosos, con tendencia a encharcarse le son favorables, (Unterladstatter, 2005).

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 la semillas, resultados plantas vigorosas y una producción a costo favorable, (CIAT-ANAPO, 2003)

El mismo autor CIAT-ANAPO (2013), 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 arcilloso arenoso y franco arcilloso limoso, (CIAT-ANAPO, 2003)

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje, (INFOAGRO, 2015).

Los problemas más frecuentes en el manejo de los suelos de la región son la presencia de capas compactadas y de manchones de salinidad y/o sodicidad, en ambos casos, el mantener puentes verdes, la inclusión de los cultivos de alta producción de residuos y de cultivos de cobertura siempre será una práctica positiva que disminuye los impactos negativos de ambos problemas en los suelos con capas compactadas es recomendable el uso de cultivos des compactadores, entre los cultivos de cobertura, los más adecuados son aquellos que desarrollen mayor cantidad de raíces, en los suelos salinos y/o sódicos, el análisis de suelo permite identificar el principal problema, se recomienda drenar para eliminar las sales en los suelos, (ANAPO, 2010)

La mayoría de los suelos de Santa Cruz tienen un contenido alto de limo debido a su formación aluvial que este limo les confiere una fertilidad química inicial bastante buena, también les da una estructura física débil y muy dependiente del contenido de materia orgánica del suelo. El suelo es un recurso de gran valor insustituible de la producción agrícola, debe procurarse un adecuado y racional manejo integrado con un conjunto de prácticas importantes para conservar o incrementar su capacidad productiva a través del tiempo; una buena preparación del suelo, es de fundamental importancia si se realiza de manera satisfactoria, en

condiciones apropiadas y con implementos apropiados, se logra buenos beneficios.

2.1.5. PH

El rango de pH adecuado para el metabolismo de la planta de trigo varía entre 5,5 y 7,5, mientras que la saturación de aluminio debe ser inferior a 4%, (Fundación Chile, 2011)

Los niveles de pH se ubican en general en rangos de levemente ácidos a levemente alcalinos (6.0 - 7.5), aunque en la zona Norte se presentan suelos con niveles de pH medianamente con ácido (pH 5.3 – 5.9) y medianamente alcalino (7.6 – 8.0), con una conductividad eléctrica superior a 4 mmhos cm⁻¹ indica la presencia de suelos salinos, los cuales son más frecuentes en la zona norte, (ANAPO Y CIAT, 2010).

2.2. Características agronómicas de los progenitores en estudio

Se eligieron las variedades con buena tolerancia a enfermedades y su buen rendimiento.

2.2.1. Descripción taxonómica

Según Unterladstatter (2005), la clasificación taxonómica del trigo es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida (monocotiledónea)

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Triticum*

Especie: *T. aestivum* L.

Nombre común: Trigo

2.2.2. Paragua – CIAT

Es una variedad del Centro de Investigación Agropícola Tropical liberada entre el año 2000 y 2008.

2.2.2.1. Características

Es una variedad de ciclo intermedio, rendimiento promedio y moderadamente resistente a enfermedades.

Cuadro 1. Características de la variedad Paragua

Ciclo	Es un trigo de ciclo intermedio, con un rango de 75-78 días de siembra a floración (promedio de 75 días) y de 115-120 días a madurez fisiológica (promedio 115 días).
Planta	La altura de la planta es de porte bajo, con un promedio de 76 cm. (con un rango de 75-80cm), con mediana capacidad para el macollamiento, de tallos macizos que le dan resistencia al acame.
Espiga	La espiga es barbada, fusiforme y oblonga, medianamente densa, con un promedio de 7 cm de longitud. A la madurez se mantiene erecta y con resistencia al desgrane.
Grano	El grano es de textura semidura, de color rojizo, de tamaño mediano y con pliegue de profundidad media.

Rendimiento	El rendimiento promedio de 3 años a nivel de ensayos con alta presión de principales enfermedades (San Pedro inv., 2001 y Quirusilla ver. -2001 e invierno 2002 en las EEAS, San Pedro y Okinawa 1) fue de 2450 Kg/ha.
--------------------	--

Fuente: CIAT (2010)

2.2.2.2. Resistencia a principales enfermedades

La variedad paragua presenta cierta resistencia a las principales enfermedades que atacan a nuestra zona.

Cuadro 2. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo

Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>).	Moderadamente Resistente (MR)
Roya de la hoja (<i>Puccinia recóndita</i>).	Moderadamente Susceptible (S)
Helminthosporiosis (<i>Bipolaris sorokiniana syn. de Helminthosporium sativum</i>)	Moderadamente Resistente (MRMS)

Fuente: CIAT 2010

2.2.3. Motacú – CIAT

Variedad del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) liberada en el año 2010, es una de las variedades más sembradas en Santa Cruz.

2.2.3.1. Características

Es una de las variedades tolerantes a enfermedades y con un rendimiento promedio.

Cuadro 3. Características de la variedad Motacú

Ciclo	Es un trigo de ciclo intermedio, con un rango de 70-75 días de siembra a floración y de 100-106 días a madurez fisiológica.
Planta	La altura de la planta es de porte bajo, con un promedio de 81 cm. (es un rango de 80-83cm), con mediana capacidad para el macollamiento, de tallos macizos que le dan resistencia al acame.
Espiga	La espiga es barbada, fusiforme y oblonga, medianamente densa, con un promedio de 7 cm de longitud. A la madurez se mantiene erecta y con resistencia al desgrane.
Grano	El grano es de textura semidura, de color rojizo, de tamaño mediano y con pliegue de profundidad media, peso mil semillas 39 g en un rango de 38-40g, peso hectolítrico 79 kg/hl en un rango de 78-80 kg/hl.
Rendimiento	El rendimiento promedio de 2 años a nivel de ensayos con alta presión de principales enfermedades (EEAS, San Pedro y Okinawa 1 invierno 2008-2009) fue de 2512 Kg/ha.

Fuente: CIAT 2010

2.2.3.2. Resistencia a principales enfermedades

La variedad Motacú presenta cierta resistencia a las principales enfermedades que atacan a nuestra zona.

Cuadro 4. Principales enfermedades que atacan al cultivo

Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>).	Moderadamente Resistente (MR)
Roya de la hoja (<i>Puccinia recóndita</i>).	Resistente (R)
Helminthosporiosis (<i>Bipolaris sorokiniana</i> syn. de <i>Helminthosporium sativum</i>)	Moderadamente Resistente (MRMS)

Fuente: CIAT 2010

2.2.4. Urubó – CIAT

Es una de las variedades del Centro de Investigación Agronómica Tropical CIAT es una de las más sembradas debido a sus características y fue liberada en el año 2013.

2.2.4.1. Características

Es una variedad semiprecoz y con buen rendimiento.

Cuadro 5. Características de la variedad Urubó

Ciclo	Es un trigo de ciclo semiprecoz con un rango de 70-72 días de floración y en 100 a 105 días a madurez fisiológica.
Planta	Porte bajo, con promedio de 80cm. Mediana capacidad de macollamiento, con resistencia al acame.
Espiga	Barbada, fusiforme y oblonga, medianamente densa, con un promedio de 7cm. Erecta y con

	resistencia al desgrane.
Grano	De textura semiduro, de color semirojizo, tamaño mediano y con pliegue de profundidad medio.
Rendimiento	El rendimiento promedio de ensayos con alta presión de enfermedades, especialmente de piricularia (EEAS, San Pedro y Okinawa-1, inviernos 2011 y 2012) fue de 2,461 kg/ha.

Fuente: CIAT 2012

2.2.4.2. Resistencia a principales enfermedades

La variedad es moderadamente resistente a las enfermedades de nuestras zonas.

Cuadro 6. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo

Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>).	Moderadamente Resistente (MRMS)
Roya de la hoja (<i>Puccinia recóndita</i>).	Moderadamente Resistente (MR) .
Helminthosporiosis (<i>Bipolaris sorokiniana</i> syn. de <i>Helminthosporium sativum</i>)	Moderadamente Resistente (MR) .

Fuente: CIAT 2012

2.2.5. Patujú – CIAT

Variedad del Centro de Investigación Agronómica Tropical CIAT Iberada en el año 2011.

2.2.5.1. Características

Es una variedad de ciclo intermedio y con un rendimiento promedio.

Cuadro 7. Características de la variedad Patujú

Ciclo	Es un trigo de ciclo intermedio, con un promedio de 75 días de la siembra a la floración y de 110-115 días a madurez fisiológica.
Planta	La altura de la planta es de porte bajo, con un promedio de 78 cm. (es un rango de 76-80cm), con mediana capacidad para el macollamiento, de tallos macizos que le dan resistencia al acame.
Espiga	La espiga es barbada, fusiforme y oblonga, medianamente densa, con un promedio de 7 cm de longitud. A la madurez se mantiene erecta y con resistencia al desgrane.
Grano	El grano es de textura semidura, de color blanco, de tamaño mediano y con pliegue de profundidad media, peso mil semillas 40 g en un rango de 38-40g, peso hectolítrico 80 kg/hl en un rango de 79-81 kg/hl.
Rendimiento	El rendimiento promedio de 2 años a nivel de ensayos con alta presión de principales enfermedades (EEAS, San Pedro y Okinawa 1 invierno 2008-2009) fue de 3022 Kg/ha.

Fuente: CIAT 2012

2.2.5.2. Resistencia a principales enfermedades

La variedad Patujú es moderadamente resistente a las enfermedades de nuestra zona.

Cuadro 8. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo

Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>).	Moderadamente Resistente (MR)
Roya de la hoja (<i>Puccinia recóndita</i>).	Resistente (R)
Helminthosporiosis (<i>Bipolaris sorokiniana</i> syn. de <i>Helminthosporium sativum</i>)	Moderadamente Resistente (MRMS) y Moderadamente susceptible (MRMS)

Fuente: CIAT 2012

2.2.6. Sausal – CIAT

Variedad del Centro de Investigación Agronómica Tropical CIAT liberada entre año 2000 y 2008.

2.2.6.1. Características

Es una variedad de ciclo intermedio y con un rendimiento promedio.

Cuadro 9. Características de la variedad Sausal

Ciclo	Es un trigo de ciclo intermedio, con un rango de 72-77 días de siembra a floración (promedio de 75 días) y de 105-112 días a madurez fisiológica (promedio 110 días).
Planta	La altura de la planta es de porte bajo, con un

	promedio de 76 cm. (es un rango de 76-80cm), con mediana capacidad para el macollamiento, de tallos macizos que le dan resistencia al acame.
Espiga	La espiga es barbada, fusiforme y oblonga, medianamente densa, con un promedio de 8 cm de longitud. A la madurez se mantiene erecta y con resistencia al desgrane.
Grano	El grano es de textura semidura, de color semirojizo, de tamaño mediano y con pliegue de profundidad media.
Rendimiento	El rendimiento promedio de 2 años a nivel de ensayos con alta presión de principales enfermedades especialmente de piricularia (EEAS, San Pedro y Okinawa 1 invierno 2006-2007) fue de 2998 Kg/ha.

Fuente: CIAT 2012

2.2.6.2. Resistencia a principales enfermedades

Presenta una tolerancia moderadamente a las enfermedades de nuestras zonas.

Cuadro 10. Principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo

Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>).	Moderadamente Resistente (MR)
Roya de la hoja (<i>Puccinia recóndita</i>).	Moderadamente Resistente (MR)
Helmintosporiosis (<i>Bipolaris</i>)	Moderadamente Resistente

<i>sorokiniana</i>	<i>syn.</i>	<i>de</i>	(MR).
<i>Helminthosporium sativum</i>)			

Fuente: CIAT 2010

2.3. Terminología dentro del mejoramiento genético del cultivo de trigo

Aplicación de principios de la genética a producción del cultivo. Se aplica a multiplicación ya sea mediante cruzamientos, etc.

2.3.1. Germoplasma

El conjunto de genes que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. Se utiliza comúnmente para designar el genoma de las especies vegetales silvestres y no genéticamente modificados de interés para la agricultura. El material que se conserva como semillas, cultivo de tejido o plantas establecidas en colección de campo (BIODIVERSIDAD, 2010).

La constitución de bancos de germoplasma es relativamente reciente a nivel mundial. Podríamos decir que inicia en 1894 cuando Nicolai Vavilov, científico ruso, describiera los centros de origen de la agricultura. Vavilov llamó la atención señalando la importancia que tiene la conservación de los ancestros de plantas cultivadas como fuentes de variación para el fitomejoramiento (gob.mx, 2013).

El mismo autor gob.mx (2013), indica Los bancos de germoplasma son los sitios de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es la conservación de la biodiversidad. Son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas.

Un banco de germoplasma es una unidad química donde se concentra por tiempo definido la mayor diversidad genética posible, expresada por un alto número de biotipos representativos de la especie y de especies afines; lo anterior significa que los bancos de plasma germinal no son simples almacenes de variación genética de uso potencial, donde se guarda la semilla en condiciones controladas para conservar su longevidad. A la vez, los bancos de germoplasma prestan servicio a los programas de mejoramiento y a los investigadores, aportando materiales y datos útiles para la producción de cultivos superiores, resistentes a plagas y enfermedades y/o a otra clase de problemas. La función principal de los bancos de genes consiste en tener disponible para los Fito mejoradores, en cualquier momento, muestras de semillas que involucren un factor genético en particular, o grupos de factores que se deseen estudiar con un propósito definido; para que esta función sea efectiva es indispensable que periódicamente se actualice la información acerca de las características específicas de los materiales que se van concentrando en los bancos de germoplasma; asimismo, en estos bancos se debe reunir toda la variabilidad genética posible de cada especie que se considera importante o con potencial, (Paredes, 2007)

2.3.2. Variedad

La variedad es un grupo de plantas semejantes que se distingue de otros conjuntos que por características de estructura, comportamiento, caracteres morfológicos fisiológicos, citológicos, químicos u otros de carácter agronómico, y así llegando a diferenciarse de otras variedades dentro de la misma especie, para ser reconocida como variedad este debe ser distinto, estable y suficientemente homogénea, (Bonifacio, Mujica, Alvarez, & Roca, 2003).

El primer paso en la mejora de una variedad autógama heterogénea es la selección de los tipos de interés y la eliminación de los tipos no deseables. Esto se puede hacer por corte o arranque de las plantas no seleccionadas en las primeras fases de desarrollo, o bien se pueden mantener todas las plantas, e identificar los tipos prometedores durante todo el ciclo vegetativo (etiquetado), y cuando llega a la madurez, cosechar solo las plantas que interesen. Cualquiera de los métodos puede dar resultados similares, aunque en algunos casos la eliminación de los individuos no deseables puede colocar a las plantas en condiciones desiguales de competencia, (Baldelomar, 2014).

Para conseguir una variedad de trigo se requiere de aproximadamente seis años de investigación con dos campañas en cada temporada, más de dos años para la multiplicación de semillas, (Baldelomar, 2014)

Una buena variedad de trigo, además de tener altos rendimientos, debe presentar buenas características agronómicas, por ejemplo resistencia a la tendidura, una adecuada resistencia a las enfermedades y características industriales que justifiquen su inclusión en el mercado. La limitada vida útil que presenta una variedad, alrededor de 6 años, se traduce en la necesidad de mantener en forma permanente un gran flujo de material genéticamente diferente (cerca de las 15 000 líneas experimentales), el que en gran parte es renovado en forma anual. La obtención de variedades de trigo, se efectúa fundamentalmente a través de los dos procesos Introducción y cruzamiento (geneológico), (Riveros, 2000).

Bolivia es un país que produce poco trigo, es prioridad trabajar para brindar al productor variedades que tengan mayor rendimiento, entre

otras bondades, por lo que las nuevas semillas de trigo tienen entre sus principales características una alta productividad, tolerancia a enfermedades foliares y principalmente son biofortificadas (alto contenido de hierro y zinc), inspiradas en vacíos tecnológicos como la falta de variedades estables y con buen potencial de rendimiento y calidad; la falta de desarrollo de mecanismos de tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos; y la falta de recomendaciones técnicas confiables de manejo. Las nuevas variedades incrementarán la producción del grano de trigo entre 0,8 a 2,5 toneladas por hectárea, (Mercado, 2015).

2.3.3. Línea

Es un grupo o conjunto de plantas descendientes de un ancestro común, con la misma constitución genética básica y suficientemente uniforme en sus caracteres esenciales, se mantiene por autofecundación controlada en el caso de plantas autógamas, por auto fecundación o polinización de plantas afines en el caso de plantas alogamas. La línea se denomina línea pura cuando los individuos que la constituyen han sido obtenidos por autofecundaciones sucesivas a partir de un solo progenitor homocigoto, (Bonifacio, Mujica, Alvarez, & Roca, 2003).

Para obtener líneas, deben realizarse numerosas autofecundaciones; en el caso de las plantas autógamias esto ocurre naturalmente, pero en las especies alógamas deben ser realizadas por el Fitomejorador, para ello se tapa las flores femeninas con bolsas de papel (para evitar la fecundación con polen extraño), recolecta polen de la misma planta y manualmente fecunda la flor femenina, la cual es tapada nuevamente. La obtención de híbridos comprende dos fases que son: Creación de líneas puras para las características de interés, a través de sucesivas

autofecundaciones. Esta determina las mejores combinaciones para crear los híbridos. Las semillas así obtenidas se siembran nuevamente y solo se seleccionan las plantas que manifiestan los caracteres de interés, con las que se repite el proceso anterior de autofecundación. Este paso dura varias generaciones hasta obtener un alto grado de consanguinidad, la cual se evidencia en las especies alógamas por la pérdida de vigor de la planta. Es por ello que obtener líneas requiere mucho cuidado, ya que dada su fragilidad son más difíciles de cultivar que un híbrido, (Baldelomar, 2014).

2.3.4. Cruzamientos

La semilla proveniente de un cruzamiento (alrededor de 12 granos), da origen al F 1, con plantas uniformes. En la generación F2, donde todas las plantas son diferentes entre sí, se practica selecciones de plantas individuales, con el objeto de conservar sólo aquellas de buenas características. La trilla individual de cada una de estas plantas, dará origen a una línea en la siguiente generación (F3). Dentro de cada línea F3, se seleccionan las mejores plantas, que luego de ser trilladas individualmente darán origen a 1 líneas F4. La selección de plantas individuales se practica hasta la quinta generación (F5), en donde el material ha logrado bastante uniformidad, y es a partir de esta etapa donde se pueden seleccionar líneas completas, que serán incluidas por primera vez en ensayos de rendimiento, donde permanecerán entre 3 y 4 años, antes de pasar como material sobresaliente al ensayo regional, (Riveros, 2000)

El mismo autor Riveros (2000), señala Las líneas experimentales más destacadas, entran a competir con las variedades comerciales, en las que se observa este nuevo material bajo diferentes condiciones agroecológicas.

Una vez, que se ha comprobado (por lo menos a través de 2 temporadas), que una línea ha sido superior a las variedades comerciales, pasará a las etapas de multiplicación y certificación, que permitirá sacarla al mercado como variedad comercial.

El cruzamiento es una instancia muy importante en los trabajos orientados al estudio y en el mejoramiento genético. El cruzamiento es la vía más rápida para combinar dos caracteres favorables presentes en progenitores diferentes y generar variabilidad, (Bonifacio, Mujica, Alvarez, & Roca, 2003)

2.3.4.1. Cruzamiento simple

Es el tipo que produce mayor homogeneidad en todos los sentidos. Lo son casi todos los híbridos actuales de maíz, sorgo, trigo, etc.

Este es el método más utilizado de formación de poblaciones segregantes en los programas de desarrollo de variedades de las especies autógamias. El procedimiento consiste en el cruzamiento entre dos progenitores, $P1 \times P2$, (Wunder, 2014).

2.3.4.2. Cruzamiento doble

El cruzamiento doble es la hibridación entre dos híbridos originados de cruzamientos simples $[(P1 \times P2) \times (P3 \times P4)]$. La contribución media de cada genitor para la población es de 25%, (Wunder, 2014).

2.3.4.3. Cruzamiento triple

En ese caso, la población es formada por el cruzamiento entre dos progenitores, resultando el híbrido F1, que este a su vez es cruzado con un tercer progenitor, $[(P1 \times P2) \times P3]$. La participación de los progenitores P1 y P2 en la constitución de la población es de 25% cada uno; mientras

que el progenitor P3 contribuye con el 50%. Esta diferencia de contribución de los progenitores permite al mejorador incluir variedades que presenten características indeseables en la formación de la población, sin comprometer grandemente su promedio, (Wunder, 2014).

2.3.5. Retrocruzamiento

El retrocruzamiento es el cruce entre un individuo y uno de sus parentales (o con un genotipo idéntico al paterno), (BIO2, 2012).

El cruzamiento de un híbrido F1 con uno de sus progenitores es denominado retrocruzamiento. En este método de obtención de población segregante, la contribución de los dos progenitores involucrados es diferente. Por ejemplo, cuando apenas un retrocruzamiento es hecho, esto es, [(P1 x P2) x P1], el progenitor P1 contribuye, con una media de 75% de los alelos para la población. Si más de un retrocruzamiento es realizado esto es, [(P1 x P2) x P1] x P1, la contribución de P1 es de 87,5% en promedio, en la formación de la población segregante. Diversos mejoradores optan por el uso del retrocruzamiento en la formación de la población cuando es introducido germoplasma exótico o no adaptado a la región. De esta forma, se puede reducir su contribución en la población formada, (Wunder, 2014).

2.4. Historia del mejoramiento genético

Uno de los primeros puntos para su mejoramiento fue la selección de mutantes con raquis no quebradizo. Esta selección sumada a posteriores adaptaciones ocurridas durante la domesticación, y el logro de variedades de hábito de crecimiento más definido y uniforme, facilitaron la cosecha. Posteriormente fueron mejoradas características como tamaño y peso de

semilla, número de espiguillas fértiles, índice de cosecha, etc. Todos estos cambios han ocurrido gradualmente en distintas regiones del mundo y a lo largo de miles y miles de años. El proceso de mejoramiento genético del cultivo de ninguna manera se estancó en los últimos tiempos. Se espera para el futuro mejoras en rendimiento, resistencia a enfermedades y plagas, calidad panadera, contenido proteico en grano, etc. El género *Triticum* es un ejemplo clásico de una serie alopoliploide. En este género existen especies que han sido ordenadas en tres grupos naturales: Einkorn, Emmer y Dintel, con números cromosómicos $n=7$, $n=14$, $n=21$ respectivamente. Todas las especies en los cinco géneros que componen la tribu Triticinae (*Triticum*, *Aegilops*, *Agropyron*, *Secale*, *Haynaldia*) tienen siete pares de cromosomas o un múltiplo de siete pares. Los datos citológicos obtenidos a partir de híbridos F1 indican que el complemento cromosómico de cada especie poliploide consiste en grupos (genómios) de siete pares de cromosomas. Se considera que cada uno de los genómios de los poliploides es una entidad más o menos diferente, homóloga u homeóloga de los siete cromosomas de una especie diploide particular, (Allard, 1978)

Según Paredes (2007), menciona que es difícil establecer cuando el hombre inició en forma consciente el mejoramiento de las plantas; sin embargo, los siguientes datos acerca de los primeros fitogenetistas nos permitirán tener una idea al respecto:

Los asirios y babilónicos (700 años a.c) polinizaban artificialmente palmas datileras. Por su parte, los indígenas americanos realizaron un excelente mejoramiento del maíz. En 1694 se conocieron los estudios de Camerarius acerca de la existencia del sexo en las plantas. No obstante, se considera a Teofrasto (322-288 a.c.) el iniciador de la botánica, ya que

el empezó a hacer un relato de la diferenciación de sexos en la palma datilera. En 1716, Cotton Mather observó por primera vez la hibridación natural al cruzarse maíces de diferente color. Tiempo después, en 1717, Thomas Fairchild produjo artificialmente la primera planta híbrida de clavel. A esta planta híbrida se la denomina comúnmente la “mula” de Fairchild. Entre 1760 y 1766 Joseph Koeircuter hizo estudios sistemáticos de hibridación artificial del tabaco. Por otra parte, Thomas Andrew Knight (1759-1835) fue el primero en utilizar la hibridación con fines prácticos en hortalizas. De acuerdo con De Vries (1907), John Le Couter y Patrick Shirreff fueron los primeros en utilizar la prueba de progenies. En 1856, Louis Leveque de Vilmorin publicó los resultados obtenidos de estudios intensivos acerca de la prueba de progenies. En 1890, Hjalmar Nilsson estableció que solamente los progenitores de plantas individuales eran uniformes y que la planta completa constituía la base correcta para la selección y no una espiga o una sola semilla. La teoría de la planta individual, por el método de selección de líneas puras, fue confirmada por Johansen en 1903, con base en sus trabajos realizados en frijoles. En ese mismo año, Willet M. Hay se estableció el uso de las progenies de plantas individuales para producir variedades uniformes. En 1868, Darwin postuló el origen de las especies por medio de la selección natural, efectos de la hibridación y autofecundación en el reino vegetal. Gregor Mendel, en 1866, estableció los principios básicos de la herencia. A partir de 1900 se contó con principios científicos (leyes de la herencia), base del fitomejoramiento. En 1904, G. H. Shull inició la formación de líneas en maíz a través de autofecundaciones. Simultáneamente, Edward East obtuvo resultados similares a los de Shull. Por su parte, Donald F. Jones sugirió en 1918 la formación de cruza doble para la producción de semilla

híbrida de maíz, a fin de aumentar la producción comercial a bajo costo, (Paredes, 2007).

2.5. Mejoramiento genético en las plantas

La apariencia, denominado fenotipo depende del genotipo o la información genética que tiene la planta que forma un cultivo o variedad. La combinación del genotipo de la especie cultivada en un determinado ambiente dado por el suelo (nutrientes y sustrato), luz, temperatura, humedad, competidores (malezas) y plagas (virus, bacterias, hongos, insectos, etc.) determina el “potencial” de producción del cultivo (Fehr, 1987). Para que la apariencia o fenotipo de una planta o variedad se desarrolle y produzca en forma aceptable (cualquiera sea el producto a usarse), debe adaptarse a un ambiente determinado y expresar su información genética. Para mejorar esta expresión, la única alternativa es manipular la composición genética, en un proceso que se denomina mejoramiento genético vegetal, (Castañón, 2001). Los avances del conocimiento y tecnológicos mencionados anteriormente, han permitido que hoy en día existan tres tipos de mejoramiento vegetal:

- Método tradicional o convencional, mediante cruzamiento o hibridación entre dos plantas seleccionadas previamente.
- Aplicación de mutaciones inducidas con elementos químicos y/o radioactivos.
- Uso de la biotecnología moderna a través de la manipulación directa de los genes o el código genético, mediante la ingeniería genética.

Cualquiera de los tres métodos, al final proporcionará un organismo que nunca antes existió en la naturaleza, (Castillo, 2012).

Para establecer el mejoramiento de las plantas debe introducir materiales de los principales centros de mejoramiento genético y que sean diversos y así podemos proporcionar un máximo de variabilidad a nuestros programas de mejoramiento de las plantas. Según Vavilov (1926; 1949-1950) citado por el autor designo ocho centros antiguos, principales e independientes, como centros de diversidad de nuestras principales plantas cultivadas, los cuales se describen a continuación: Centro chino, se considera el más antiguo y el más grande. Comprende las regiones montañosas del centro y oeste de China. Variación en mijo, soya alforfón, frijol, caña de azúcar, arroz, ajonjolí, calabaza, avena, cebada, esparrago, sorgo, pera, manzana, ciruelo, cerezo, durazno y cítricos. Centro sureste de Asia: comprende Indostán (Bruman y Siam), Archipiélago Malayo, Java, Borneo, Sumatra, Filipinas e Indochina. Variación en arroz, caña de azúcar, numerosas leguminosas, frutales tropicales, plátano, mango, cítricos, mijo, orquídeas, algodón, yute, jengibre, diversas palmas, cáñamo, pepino, frejol y sorgo. Centro asiático central: comprende Asia Central, noroeste de la India (Pujab), Afganistán, Cachemira, Tadjikistan y Kirguizia, entre otras regiones. Variación en trigo (común, compactum y sphaerococcum), chícharo, lenteja, frijol, garbanzo (semilla pequeña), chícharo forrajero, algodón, lino, cáñamo, pistacho, centeno, hortalizas, ajonjolí y vid. Centro del Cercano Oriente: comprende Asia Menor, Transcaucasia, Irán, Tierras Altas del Turkmenistán. Variación en trigo (numerosas variedades; centro más importante), cebada, avena, centeno, vid, pera, ciruelo, cerezo, pistacho, granada, nogal, almendro, higuera, alfalfa, trébol, persa y vesa, lino ajonjolí y hortalizas. Centro del Mediterráneo: comprende toda la costa del Mediterráneo y el norte de África. Variación de hortalizas (alta diversidad y el más importante), ciertos forrajes, lino, cebada, frijol, garbanzo (semilla grande), avena,

haba, trébol, varias especies de brassica, betabel y oleaginosas. Centro abisinio: comprende Etiopía y colonias de Eritrea (África). Variación en cebada (centro más importante) diferentes tipos de trigo, sorgo, linaza, café, cebolla y chícharo. Centro sur de México y América Central: comprende el sur de México y América Central. Variación en gran diversidad de maíces, frijol (americano), Calabaza, pimiento, algodón (Upland), numerosos frutales, melón camote, chile, henequén, maguey, cacao, varias especies de nopal, papaya, aguacate, girasol y tabaco. Centro sudamericano: comprende regiones montañosas altas de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Variación en papa, tomate, frijol, lima, guayaba, calabaza, maíz amiláceo (Perú), tabaco y algodón. Subcentro Brasil que colindan e incluyen a Paraguay. Variación en cacahuate, piña, casava, hule hevea, Árbol de la quina (Chinchona), cacao, nuez, y mandioca, (Paredes, 2007).

El trigo se ha sometido en diversas partes del mundo a procesos de mejoramiento genético con ello se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia o tolerancia a factores biótico (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía y calor). Además, estas variedades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua y los fertilizantes. Para conseguir que una línea pase a ser una nueva variedad de trigo se requiere de aproximadamente seis años de investigación con dos campañas en cada temporada, más dos años para multiplicación de semillas, (ANAPO , 2012).

2.6. Enfermedades en el cultivo de trigo

En 1996 aparecieron en Bolivia las principales enfermedades que amenazan el cultivo de trigo: La piricularia, helmintosporiosis y la roya de hoja. Las enfermedades en el cultivo de trigo constituyen un factor limitante para la producción de este cereal, principalmente cuando se tiene condiciones climáticas favorables, siembras fuera de la época recomendada, variedades susceptibles y cuando se practica el mono cultivo (siembras sin rotación de cultivos), (Guzman, 2016).

Existe consenso general respecto a que las enfermedades causan significativas y crecientes pérdidas en la mayoría de los cultivos extensivos. Sólo en el cultivo de trigo y para América del sur, el daño promedio estimado oscila entre 20% y 30%. Estos valores pueden puntualmente ser mayores dependiendo del genotipo, características del patógeno y de las condiciones ambientales, (IPNI, 2017).

El trigo puede ser afectado por más de 80 enfermedades infecciosas, de las cuales, aproximadamente un 50% son ocasionadas por hongos, el restante 50%, corresponde a enfermedades causadas por bacterias, nematodos y virus, (ANAPO, 2008).

El mismo autor ANAPO (2008), indica que las principales enfermedades del trigo en los Llanos Orientales de Santa Cruz son: la piricularia, la helmintosporiosis y la roya de la hoja. La presencia de estas enfermedades, está directamente relacionada con el clima predominante en la zona de producción durante el desarrollo del cultivo, la época de siembra y la resistencia genética de la variedad sembrada.

La fertilización no solo tiene como fin proveer de nutrientes esenciales a los cultivos, cuando el suelo no es capaz de hacerlo, sino que constituye una herramienta eficaz para prevenir o reducir la incidencia de enfermedades foliares. Una de las enfermedades casi siempre presentes es la roya, provocada por el hongo *Puccinia graminis*, ataca principalmente en el estado de embuchamiento, antes que emerjan las espigas. Así como también la helmintosporiosis causada por *Bipolares sorokiniana* en zonas calientes y húmedas, oídio causado por *Erysiphe graminis* que se da con temperaturas cálidas y Septoriosis del nudo y de la hoja (*Septoria nodorum* y *Septoria tritici*) en lugares donde el trigo es cultivado como monocultivo.

El comportamiento de las variedades de trigo a los principales patógenos que limitan la buena producción por las características ambientales en nuestro medio son *Helminthosporium sativum*, causante de las manchas foliares, la punta negra del grano y *Puccinia recóndita* causante de la roya de la hoja. El objetivo de controlar las enfermedades es mantener libre de daño a los tejidos importantes para la fotosíntesis y el rendimiento (hoja bandera, espiga, segunda y tercera hoja). Una enfermedad que no se controla a tiempo puede progresar hasta causar daño de consideración poniendo en riesgo la cosecha, (ANAPO, 2008)

Según Humboldt (2008), señala que el problema del cultivo de trigo, siempre fueron las enfermedades, como Helmintosporiosis, Roya y Piricularia.

Por su parte Barea & Toledo (1996), identificación a nivel comercial y experimental las siguientes enfermedades en los llanos de Santa Cruz:

Helmintosporiosis: *Bipolaris sorokiniana*

Roya de la hoja: *Puccinia recóndita f. sp. tritici*

Oídio o cenicilla:	<i>Erysiphe graminis f. sp. tritici</i>
Roya de tallo:	<i>Puccinia graminis f. sp. tritici</i>
Carbón Volador:	<i>Ustilago tritici</i>
Pudrición basal:	<i>Sclerotium rolfsii</i>

2.6.1. Piricularia

Según Igarashi (1986), identifico por vez la Piricularia, con el nombre de Bruzone, siendo su agente causal el hongo *Pyricularia grisea*.

La Piricularia es responsable de pérdidas generalizadas esporádicas en la producción de trigo. La enfermedad se considera una amenaza mundial debido a la falta de suficiente germoplasma resistente en variedades de trigo élite. Ha existido una intensa búsqueda de fuentes de resistencia genética a esta enfermedad. El elevado nivel de variación genética en la población del patógeno causal es un reto para el mejoramiento y la estabilidad de variedades con algún nivel de resistencia. La búsqueda de resistencia efectiva y duradera está en marcha en Bolivia, Brasil, Paraguay, y Estados Unidos. Piricularia del trigo *Pyricularia grisea*, es la enfermedad más importante del trigo, afecta desde las hojas hasta la espiga; en las hojas la enfermedad hace manchas alargadas y puntiagudas, con margen marrón y el centro blanquecino, las manchas son puntos castaños a negro. La piricularia es causada por un hongo, causando mayores daños en el tallo de la espiga; la espiga se pone blanca, porque el hongo estrangula la espiga y no pasa sabia más allá del daño. La piricularia aparece con alta humedad, largos periodos de roció y temperaturas entre 22 y 28 grados. Los expertos recomiendan control y el uso de fungicidas apropiados para el control químico de la espiga de trigo, a fin de contrarrestar sus efectos, (Hurtado y Parada, 2012).

Barea y Toledo (1996), indican que la Piricularia o bruzone del trigo (*Pyricularia grisea*) fue detectada por primera vez en Santa Cruz en la Colonia japonesa de Okinawa 1 en la campaña agrícola de invierno 1996.

Es la enfermedad más importante del trigo, afectando desde las hojas hasta la espiga. En las hojas la enfermedad hace manchas alargadas y puntiagudas, con margen marrón y centro blanquecino. Las manchas son puntos castaños a negro. Si esta enfermedad no es controlada a tiempo puede progresar hasta causar daño de consideración poniendo en riesgo la cosecha, (Wall, 1990).

Por su lado Barea y Toledo (1996), observaron el desarrollo del hongo bajo condiciones de humedad relativa de mayor a 65% y temperaturas de 23-29°C, condiciones climáticas que fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo los mismos autores aseguran que si las condiciones ambientales son adecuadas para el desarrollo del hongo, se observa la esporulación del mismo (formación de conidios o esporas y conidióforo) de una coloración ceniza que puede presentarse en el haz o envés de la hoja, estos dos parámetros son característicos para diferenciar con otras enfermedades.

2.6.1.1. Sintomatología

La Piricularia del trigo es principalmente una enfermedad de espigas, pero también puede producir lesiones en todas las partes aéreas de la planta bajo ciertas condiciones. En algunos cultivares, las infecciones en espiga pueden ocurrir con muy poca infección en las hojas o tallos. Dependiendo del punto de infección en el raquis, el patógeno puede causar blanqueamiento parcial o total de la espiga. La parte infectada de la espiga produce granos pequeños y deformes, o ningún grano en lo absoluto. El

hongo puede esporular en el raquis y espiguillas infectadas durante períodos de humedad prolongado. Esto da lugar a masas de esporas grises que son consideradas como principal medio de propagación e infección en el pedúnculo y raquis del trigo. Las fuentes iniciales de estas esporas incluyen hospederos secundarios y rastrosos. La semilla infectada con *Piricularia* también juega un papel importante en la dispersión de la enfermedad, (ANAPO , 2012).

Según Barea y Toledo (1996), mencionan que el síntoma de espiga se ubica principalmente en el raquis, el cual muestra síntomas localizado donde infecta el hongo, siendo una necrosis de color negro brillante características de la enfermedad y cuando las condiciones climáticas son adecuadas para el desarrollo del hongo se observa una esporulación similar a la de la hoja. Los daños al grano son muchos mayores cuando la infección ocurre en el raquis de la espiga y como consecuencia existen mayores pérdidas en el rendimiento.

Los ataques del hongo a las glumas provocan mala formación del grano en etapa de llenado, los mismo que posteriormente se presentan arrugados o “chusos”. Las lesiones de las plantas tienen forma elíptica, coloración blanco-cenizo con bordes castaño claro. Las semillas infectadas, después del estadio de grano masoso, se presentan aparentes sanas y son responsables de la disminución del hongo hacia nuevas áreas, (CIAT, 1997).

El hongo puede atacar directamente al raquis de la espiga sin evidenciar la presencia de síntomas en las hojas. El síntoma en la espiga es característico de la enfermedad, ya que se observa claramente un secamiento de la espiga a partir del punto de infección con él la cual se

limita la formación y desarrollo del grano, existe una diferencia muy clara entre la espiga de la parte infectada, color blanco y la parte sana de color verde normal, (Barea G. y J. Toledo, 1996).

Pyricularia grisea posee conidióforos simples, tabicados y de color parduzco. Los conidióforos nacen solidarios o en grupos de tres y en sus extremos llevan conidias. Esta es hialina, fusiforme y están divididas en forma equidistante por dos septas. Sus medidas aproximadas son 22 μ a 24 μ * 10 μ a 12 μ . El micelio es tabicado y esponjoso, (CIAT, 1997).

2.6.2. Helminthosporiosis

Tizón foliar *Helminthosporium sativum*, las lesiones tienen forma alargada u oval y por lo general son de color café oscuro. Conforme madura la lesión, el centro a menudo se torna entre café claro y bronceado y está rodeado por un anillo irregular de color café oscuro. Las infecciones primarias suelen presentarse en las hojas inferiores y comienzan como manchas o pecas cloróticas. Estos sitios de infección aumentan de tamaño, se vuelven de color café oscuro y con frecuencia se aglutinan. Cuando la enfermedad es grave las hojas o vainas afectadas pueden morir prematuramente. Si la infección se produce en un periodo temprano del ciclo del cultivo y las condiciones continúan siendo propicias para el desarrollo de la enfermedad, es posible que se llegue a la defoliación completa, en ese caso habrá una reducción del rendimiento y los granos estarán muy arrugados, (CESAVEG, 2014).

En los llanos de Santa Cruz-Bolivia, la helminthosporiosis del trigo produce pérdidas en rendimiento que oscilan 20-57% siendo mayores cuando las siembras tempranas a fines de abril e inicio de mayo. La roya de la hoja produce perdidas entre 16-63% presentando mayores efectos de perdida

cuando las siembras son tardías, a fines de mayo e inicio de junio; el oídio presenta características similares a la roya de la hoja en cuanto a la época de siembra y su influencia sobre el desarrollo de la enfermedad. La severidad de estas tres enfermedades está muy ligada a las condiciones climáticas, épocas de siembra, resistencia genética de las variedades a estas enfermedades y la rotación de cultivos, principalmente para la helmintosporiosis, (Languide, P. y Barea, G., 1996).

2.6.2.1. Sintomatología

La helmintosporiosis del trigo aparece en cualquier estado del desarrollo y afecta a cualquier parte de la planta. Las infecciones en los nudos y tallos pueden causar a estos el estrangulamiento; predisponiéndolos a que se quiebren con facilidad en las espigas brácteas florales y los granos puedan presentar manchas oscuras o decoloraciones pardo-claras de carácter superficial. En los granos suele presentarse un punto negro próximo al embrión conocido como punta negra que puede originar una infección templada a las plántulas y causarles la muerte, (Herbas 1981 y Viedma et al, 1987) citado por Toledo (1993).

2.6.2.2. Condiciones para el desarrollo de la enfermedad

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la helmintosporiosis son de temperatura altas (25-30°C) y humedad alta, la sobrevivencia del hongo lo hace en semilla infectada y restos de plantas por varios años o en hospederos secundarios. Los conidios pueden sobrevivir en el suelo alrededor de 500 días, este mecanismo de sobrevivencia del hongo se debe a que cuando los conidios caen al suelo, las células internas de algunos de ellos se transformen en clamidosporas, (Richard y Pepper 1968) citado por Toledo (1993).

2.6.2.3. Control

La aplicación del fungicida debe realizarse con la aparición de las primeras manchitas en las hojas aproximadamente entre los 40 y 45 días después de la siembra, si la semilla no fue tratada con un fungicida específico, (CIAT, 1997).

2.6.3. Roya de la hoja

Es una de las enfermedades más comunes del trigo, ocurriendo pérdidas de hasta un 40%. Roya de la hoja o anaranjada (*Puccinia recóndita*), 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 el 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, menor PMG, menor calidad. Es una enfermedad de importancia moderada-alta, (Carrasco y Col., 2009).

La roya de presenta en campo cuando concurren en tiempo y espacio condiciones de temperatura nocturnas superiores a 5°C, con lluvias o con periodos prolongados de rocío, más de 3 horas a temperaturas alrededor de 20°C además de la presencia del patógeno. Las plantas enfermas presentan pústulas pequeñas en el haz de las hojas, de forma redonda u ovoide, de color naranja rojizo, los cuales generalmente permanecen separados y si las condiciones ambientales son favorables, se propagan rápidamente hasta secar la hoja, (CESAVEG, 2014).

La roya del trigo es una enfermedad de aparición frecuente en cultivos regulares de trigo en todo el mundo. La importancia de la enfermedad aumenta con la frecuencia creciente de epidemias y también con la distribución de amplitud en las regiones productoras de trigo. El daño es debido a una reducción en el número de granos y el tamaño de grano, (Bolton, 2008).

2.6.3.1. Sintomatología

Esta enfermedad se inicia con pequeños puntos arredondados de coloración naranja rojiza, pudiendo llegar a 15 mm en variedades muy susceptibles. La temperatura óptima para que aparezca esta enfermedad es de 16 a 18 grados (climas frescos). Puede causar daños en el peso y el tamaño de los granos se reducen, también ataca las raíces de las plantas haciendo que estas no se desarrollen normalmente y la planta pueda volcarse, (CIAT, 1997).

Se trata de hongos que ocasionan unas pústulas en las hojas y en las espigas de los cereales, estas contienen un gran número de esporas, que son transportadas por el viento, propagando la enfermedad. En las hojas, las pústulas alteran el metabolismo, con lo que el rendimiento disminuye. En el tallo afectan a los vasos conductores, disminuyendo el transporte de savia; quedando el grano pequeño y rugoso, (ANAPO - CIAT, 2002).

Durante la etapa final del trigo (maduración) télias comienza el desarrollo de lesiones oscuras que producen otros tipos de esporas, las teliosporas. Estas esporas están formadas por una, dos o más células dicarióticas, midiendo aproximadamente de 16 mm de ancho y tiene paredes planas celulares. Cuando las condiciones ambientales son favorables o células ambos emiten un micelio hifa pro-llamada. El núcleo diploide sufre

meiosis y forma cuatro núcleos haploides que migran hacia el 13 pro-micelio, entonces esto se divide en cuatro células separadas por tabiques, cada célula con un núcleo haploide. Una estructura llamada esterigma está formada en el ápice de cada celda en el núcleo migra. Cada una forma basidiosporo esterigma cuyo núcleo se somete a la mitosis resultante en dos núcleos idénticos. Cuatro horas después de la maduración, basidiosporas son expulsadas y llevados por el viento hasta el huésped intermediario, (Bolton, 2008).

2.6.3.2. Epidemiología

Puccinia recóndita puede sobrevivir en las mismas condiciones ambientales que la hoja del trigo, siempre que se haya producido infección, pero no esporulación. El hongo requiere periodos de rocío de tres horas o menos temperaturas de alrededor de 20°C para causar infección, (CIAT, 1997).

2.7. Rendimiento

El rendimiento del cultivo de 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, (ANAPO - CIAT, 2002).

Según el mismo autor indica que 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, este no se ha obtenido aumentando el número de macollos, 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 ha 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, (ANAPO - CIAT, 2002).

2.8. Dificultades para el mejoramiento genético del cultivo de trigo en Bolivia

Según Humboldt (2008), indica que el productor boliviano, está desprotegido de políticas que incentiven y fomenten la producción de trigo, sin embargo, considera que hay capacidad de autoabastecimiento en trigo, con investigación y desarrollo de variedades, que es el potencial para la producción de trigo que Bolivia necesita. El círculo de la subvención - desincentivo a la producción de trigo, fomenta el contrabando y el desempleo; una política de fomento significaría desarrollo y auto-abastecimiento. El incentivo a la producción de trigo, pasa por una cuestión de sustentabilidad y sostenibilidad. La satisfacción de la demanda de trigo en Bolivia, tiene que ver con tres estrategias geopolíticas: Transferencia de tecnología, financiamiento y riego.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios del Centro Experimental de Prácticas Agropecuarias (CEPA) dependiente de las Universidad Evangélica Boliviana (UEB) que se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Barrio Cruz del Sur, sexto anillo externo, una altitud de 320 m.s.n.m., se caracteriza por ser de clima tropical con una temperatura promedio anual de 24°C con una precipitación promedio anual de 1226mm. Geográficamente se encuentra a los 17°47'21" latitud sur y 63°11'51" longitud oeste.

La zona actualmente es considerada como área urbana, de acuerdo a los estudios realizados por la alcaldía, sin embargo CEPA tiene un área destinado para la producción hortícola, viveros, frutales y lechería y un área para la investigación de cultivos tropicales en los diferentes rubros están destinadas para la enseñanza y producción.

3.1.1. Condiciones climáticas de la zona

Presenta una altura de 320 m.s.n.m., se caracteriza por ser una zona de clima tropical, con una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1224mm.

3.1.2. Condiciones edáficas de la zona del ensayo

Se caracteriza por presentar terrenos de topografía plana, textura (franco arenoso), con un pH de suelo 7.4 (ligeramente alcalina) y todo el predio cuenta con un sistema de riego.

El área del ensayo está orientada al desarrollo de investigación en mejoramiento genético de cultivos tropicales, específicamente el cultivo de trigo.

3.2. Materiales

Los materiales que fueron utilizados en el trabajo son el material vegetal que corresponden a la línea y variedad de trigo que se utilizó para el ensayo.

3.2.1. Material Vegetal

En el cuadro se muestran las 3 variedades comerciales y las 9 líneas de trigo seleccionadas para el presente ensayo.

Cuadro 11. Genealogía del material vegetal

N	Código del tratamiento	Genealogía y Pedigree	Cruza	Origen
1	T1= 102-6	UEB 26-6-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Patujú/Paragua	UEB
2	T2= Paragua		CEP17/C79181//ITP35	CIAT-SC
3	T3= 203-D	UEB 10-D-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Parapetí/Motacú	UEB
4	T4= Urubó		MILAN/MUNIA	CIAT-SC
5	T5= 309-7	UEB 27-7-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Patujú/ Motacú	UEB
6	T6= 203-6	UEB 10-6-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Parapetí/Motacú	UEB
7	T7= 104-4	UEB 28-4-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Charcas/ Redención	UEB
8	T8= 205-B	UEB 11-B-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Parapetí/Paragua	UEB
9	T9= Motacú		CROC-1/AE.SQ//APATA/3/PASTOR	CIAT-SC
10	T10= 203-8	UEB 10-8A-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Parapetí/Motacú	UEB

11	T11= 304-7	UEB 4-A-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Sausal/ Motacú	UEB
12	T12= 203-8	UEB 10-8-MVA-MCP-MMA-MCP-MCP	Parapetí/Motacú	UEB

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Material de campo

- ❖ Azadón
- ❖ Picota
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Rastrillo
- ❖ Mochila fumigadora.
- ❖ Cámara fotográfica

3.2.3. Material de escritorio

- ❖ Lapicero
- ❖ Cuaderno de notas
- ❖ Computadora

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 5 surcos de 2 m de largo, separados por 0,2 m entre sí, haciendo un área de 2m² por unidad experimental y 72m², teniendo un ancho total de 20,5m. y de largo 7m. dando como resultado un área total sembrada 143.5m².

Cuadro 12. Tratamiento del ensayo, CEPA, Invierno, 2018

Tratamiento	Código y nombre
1	T1= UEB 26-6
2	T2= Paragua
3	T3= UEB 10-D
4	T4= Urubo
5	T5= UEB 27-7
6	T6= UEB 10-6
7	T7= UEB28-4
8	T8= UEB 11-B
9	T9= Motacu
10	T10= UEB 10-8 ^a
11	T11= UEB 4-A
12	T12= UEB 10-8

Fuente: Elaboración propia

3.4. Prácticas agronómicas

3.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se efectuó de forma manual, con una carpida y removida de suelo dejándolo bien suelto, para luego proceder a la siembra.

3.4.2. Siembra

Se inició el trabajo realizando los surcos con la ayuda de una picota teniendo una profundidad de 5cm aproximadamente para continuar con la siembra manual distribuyendo la semilla a chorro continuo a una densidad 80kg/ha, posterior se cubrió con tierra manualmente. La siembra se realizó el 06 de mayo a una distancia entre surco de 0,20m teniendo 3,2 gramos/metro lineal.

3.4.3. Control de malezas

Se realizó un control de malezas con de forma manual la cual procedió mediante carpidas con azadón entre bloques, surcos y cabeceras del ensayo evitando la competencia por los nutrientes.

3.4.4. Control de plagas

El control de insectos se realizó bajo el criterio de evitar daños que pudieran afectar al desarrollo del cultivo y su rendimiento. Para tal efecto se llevó a cabo el control del insecto pulgón verde (*Schizaphis graminum*) con la aplicación de un insecticida.

3.4.5. Control de enfermedades

No se realizó ningún control químico sobre las líneas y variedades en estudio con el objetivo de seleccionar las líneas con tolerancia a las enfermedades.

3.4.6. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual de acuerdo a la madurez fisiológica que presentaba cada unidad experimental, para ello se observó que las plantas obtuvieran un color amarillo oro a blanquecino y que al apretar el grano con las uñas de la mano este no se deforme ni se deje cortar transversalmente. Las muestras fueron recolectadas y transportadas en bolsas plásticas, posteriormente se realizó el trillado y venteado correspondiente para luego ser almacenado.

3.5. Análisis suelo

De acuerdo a los resultados del suelo del área experimental, las características presentadas fueron:

Cuadro 13. Análisis de suelo

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
pH-H ₂ O(1:5)		7,39
Conductividad eléctrica		102
Arcilla	g/kg	159
Limo	g/kg	314,52
Arena	g/kg	526,48
Textura		F
Materia orgánica (MO) total	g/kg	25,07
Materia orgánica (MO) oxidable	g/kg	19,28
Nitrógeno total(N)	g/kg	1,42
Relación C/N		10,28
Nitrógeno disponible	mg/kg	35,03
Fosforo Olsen (P) cetabol	mg/kg	83,44
Fosforo Olsen (P) Internacional	mg/kg	116,26
Fosforo Bray (P)	mg/kg	
Azufre (S)	mg/kg	3,24
Potasio intercambiable(K)	cmolc/kg	0,68
Calcio intercambiable(Ca)	cmolc/kg	9,02
Magnesio intercambiable (Mg)	cmolc/kg	1,99
Sodio intercambiable(Na)	cmolc/kg	0,31
Acidez intercambiable(H + Al)	meq/100g	0,024
Aluminio intercambiable(Al)	meq/100g	0
Cap. Inter. Catiónico efectivo (CIC)	cmolc/kg	12,62
Hierro (Fe)	mg/kg	15,82
Manganeso (Mn)	mg/kg	26,52
Zinc (Zn)	mg/kg	19,26
Cobre (Cu)	mg/kg	0,69
Boro (B)	mg/kg	0,4

Fuente: CETABOL (2016)

3.6. Toma de datos

3.6.1. Altura de planta

Se tomó diez plantas al azar por tratamiento, para determinar la altura de la planta, tomando en cuenta desde el cuello de la raíz (nivel del suelo) hasta el ápice de la espiga, sin tomar en cuenta las aristas.

3.6.2. Longitud de espiga

Se tomó diez espigas al azar por tratamientos las cuales se tomó la medida y se calculó el promedio de las diez lecturas, la medición se realizó desde la base de la primera espiguilla hasta el ápice de la misma.

3.6.3. Número de grano por espiga

Se tomó diez plantas al azar después de la cosecha, luego se lo separo de la espiga y se procedió al trillado para evaluar el número de granos por espiga.

3.6.4. Peso de 1000 granos

Se tomó 1000 gramos de muestras al azar de cada tratamiento para registrar el peso en una balanza electrónica, los datos que se obtuvieron se expresaron en gramos, para así poder introducirlo como un factor de rendimiento.

3.6.5. Peso hectolítrico

El peso hectolítrico es la medida o peso específico aparente del grano de trigo, se determinó tomar el peso de un volumen conocido expresado en kilogramos por hectolitro (kg/hl).

3.6.6. Evaluación de enfermedades

3.6.6.1. *Helminthosporium (Helminthosporium sativum)*

Con respecto a esta enfermedad no se realizó ningún control pues no se presentó la enfermedad.

3.6.6.2. *Roya de la hoja (Puccinia recóndita)*

No se realizó ningún control, debido a que no se presentó a la enfermedad.

3.6.6.3. *Pyricularia (Pyricularia grisea)*

No se realizó ningún control, debido a que no se presentó la enfermedad.

3.6.7. Rendimiento de grano

El rendimiento se determinó cosechando el área de cada tratamiento; terminada la cosecha se procedió al trillado y limpieza del grano, una vez limpio el grano se realizó el pesaje en una balanza electrónica y los datos obtenidos serán expresados en kilogramos por hectárea (kg/ha) ajustando a un 14% de humedad.

3.7. Análisis estadísticos

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA) según el modelo matemático de Bloques al azar. Para los análisis de varianza con diferencias estadísticas significativa, se realizó comparaciones de medias de los diferentes tratamientos según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad, comparando los tratamientos con los testigos Motacú, Paragua y Urubó.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

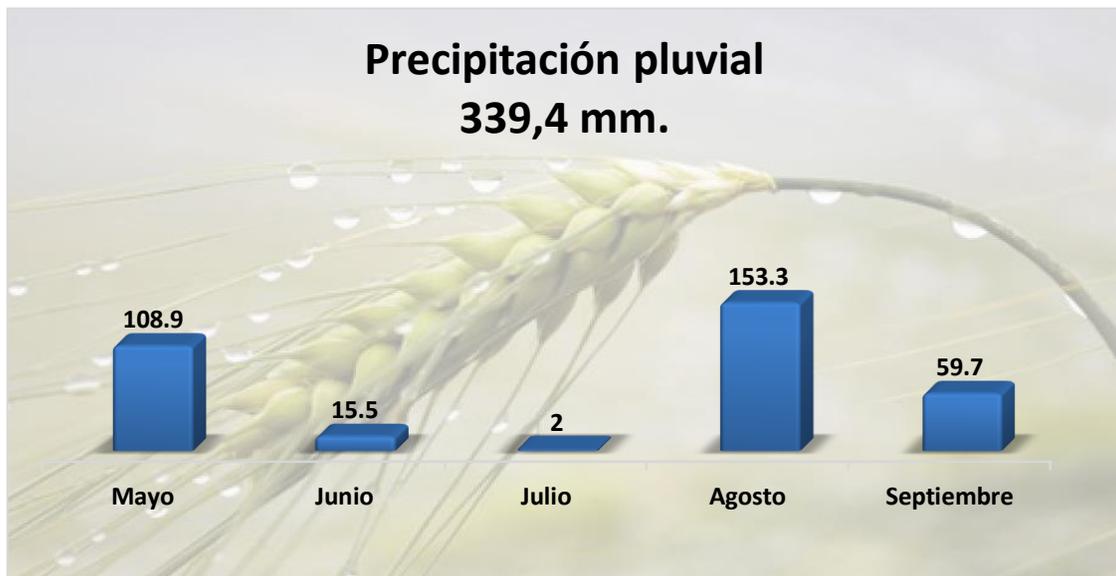
4.1. Datos climáticos

4.1.1. Precipitación

La precipitación pluvial registrada durante el ciclo del cultivo fue de 339,4 mm, siendo el mes de Agosto el más lluvioso con 153,3 mm y la mínima de 2 mm en el mes de Julio. Los datos registrados por la estación meteorológica de la provincia Andrés Ibáñez.

Las precipitaciones que se registraron no estuvieron dentro de las necesidades que exige el cultivo, las mismas que se caracterizaron por una irregular distribución, por lo que era necesario adicionar riegos suplementarios en las etapas del cultivo para evitar el stress por sequía.

Figura 1. Precipitación pluvial (mm.) registrada en el ensayo, invierno 2018



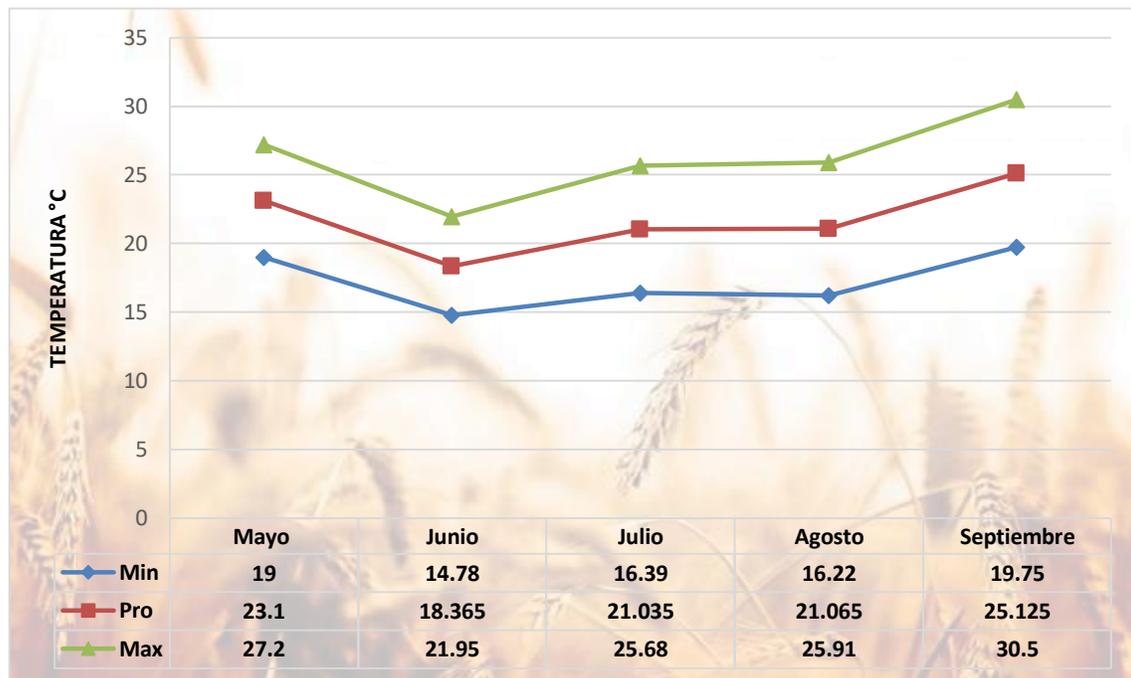
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Temperatura

Las temperaturas medias mensuales registradas durante la ejecución del ensayo experimental, se muestran y se observa un rango de variación de 16,22 a 30,5 °C, temperaturas dentro de los rangos óptimos para un buen desarrollo del cultivo de trigo.

El trigo requiere de una temperatura mínima de 3 °C y máxima de 30 a 33 °C, siendo una temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo esta entre 10 y 25 °C. (ANAPO, 2008) .

Figura 2. Temperatura registrada durante el ensayo, invierno 2018



Fuente: Elaboración propia

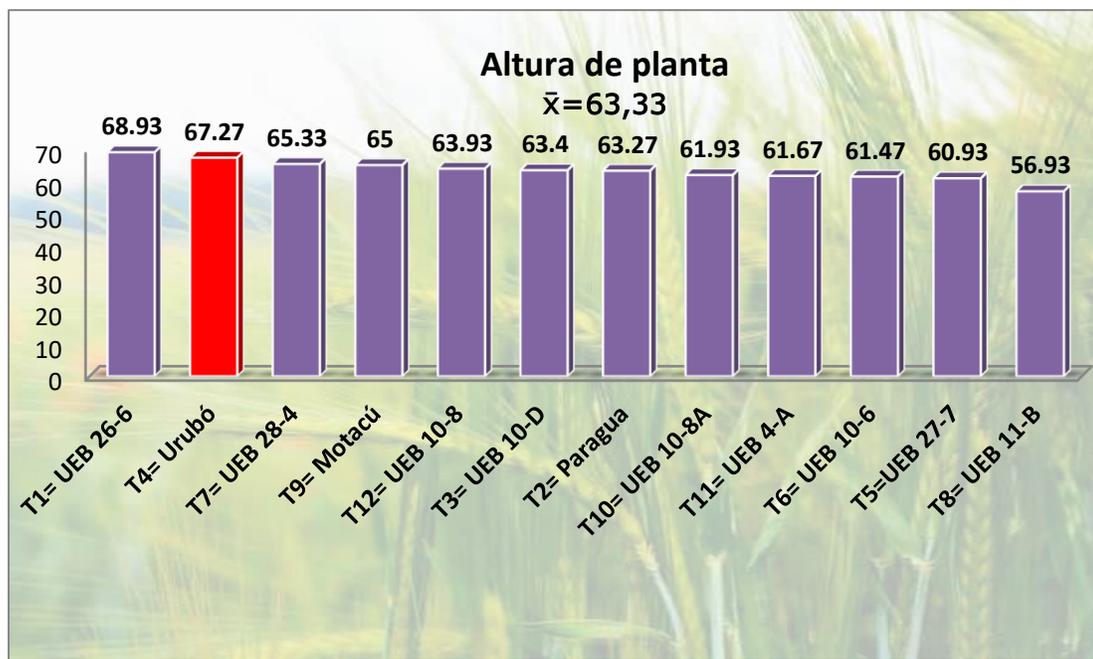
4.2. Datos agronómicos

4.2.1. Altura de planta

El promedio de altura para esta variable fue de 63,3 cm con valores extremos de 68,93 y 56,93 cm correspondientes a los tratamientos T1=UEB 26-6 y T8=UEB 11-B respectivamente.

El análisis de varianza realizado para la variable de altura de planta no presento diferencias significativas con un coeficiente de variación de 0,29, mostrando así un parecido en la altura de planta en los tratamientos, determinando que los materiales en prueba presentan similitud en la variable.

Figura 3. Promedios para altura de planta del ensayo. CEPA, invierno 2018



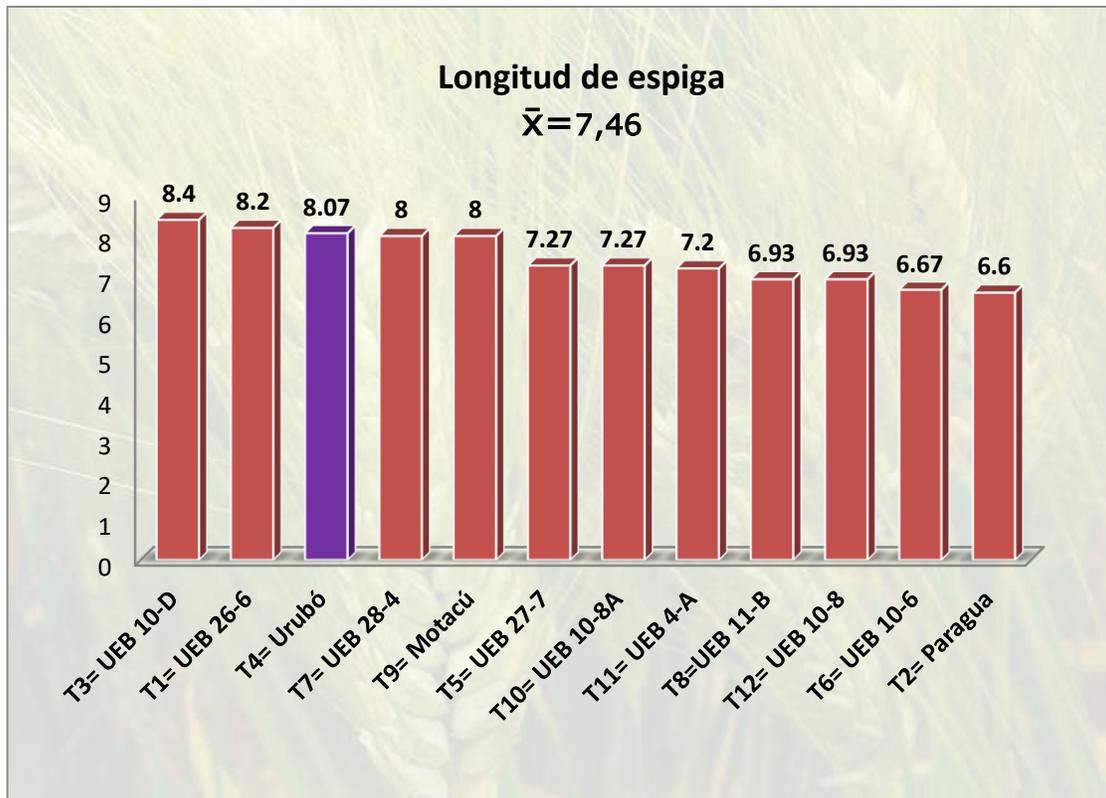
Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Longitud de espiga

La longitud de espiga promedio para esta variable fue de 7,46 cm con variaciones de 8,4 y 6,6 cm correspondientes a los tratamientos T3=UEB 10-D y T2=Paragua respectivamente.

El análisis de varianza realizado para la variable longitud de espiga, no presenta diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 0,42. Siendo así similares en la longitud de espiga entre todos los tratamientos.

Figura 4. Promedios para longitud de espiga del ensayo. CEPA, invierno 2018



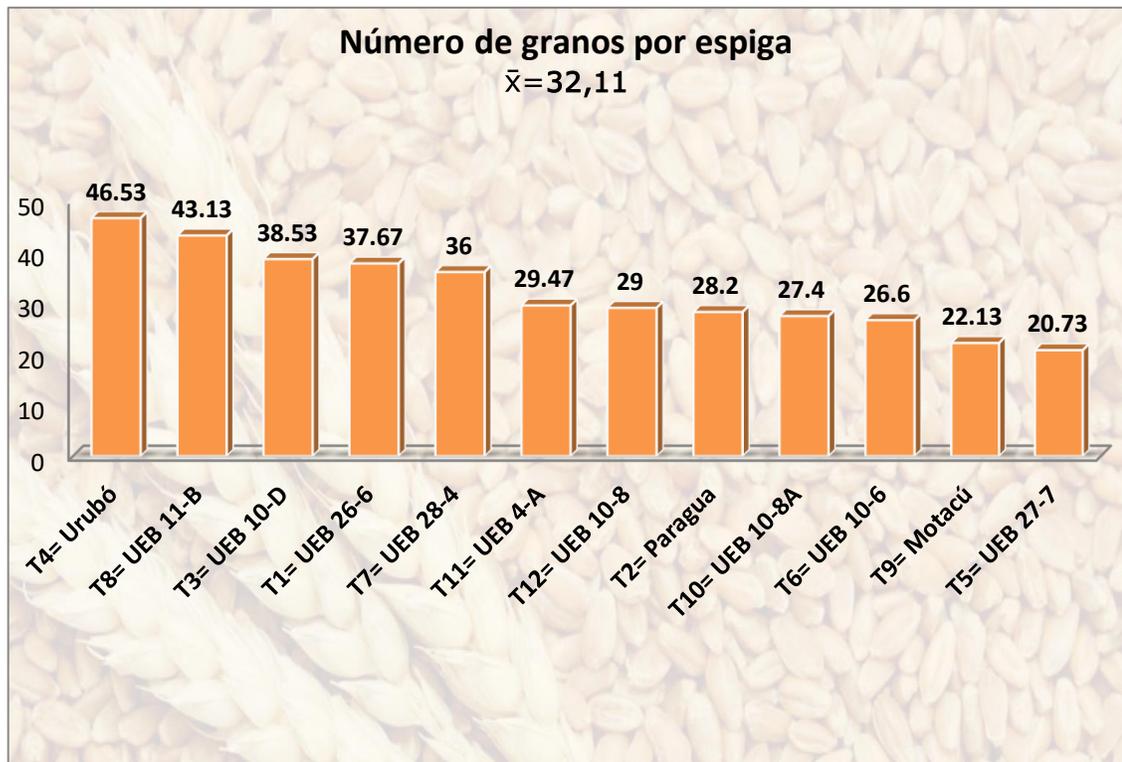
Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Número de granos por espiga

En número de grano por espiga, el promedio para esta variable fue 32,11 granos por espigas con variaciones de 46,53 y 20,73 granos correspondientes a los tratamientos T4= Urubó y T5= UEB 27-7 respectivamente.

El Análisis de varianza realizado para la variable número de granos por espiga, no presenta diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 1,17, demostrando así que existe similitud en los tratamientos de la variable estudiada.

Figura 5. Promedios para número de granos por espiga del ensayo. CEPA, invierno 2018



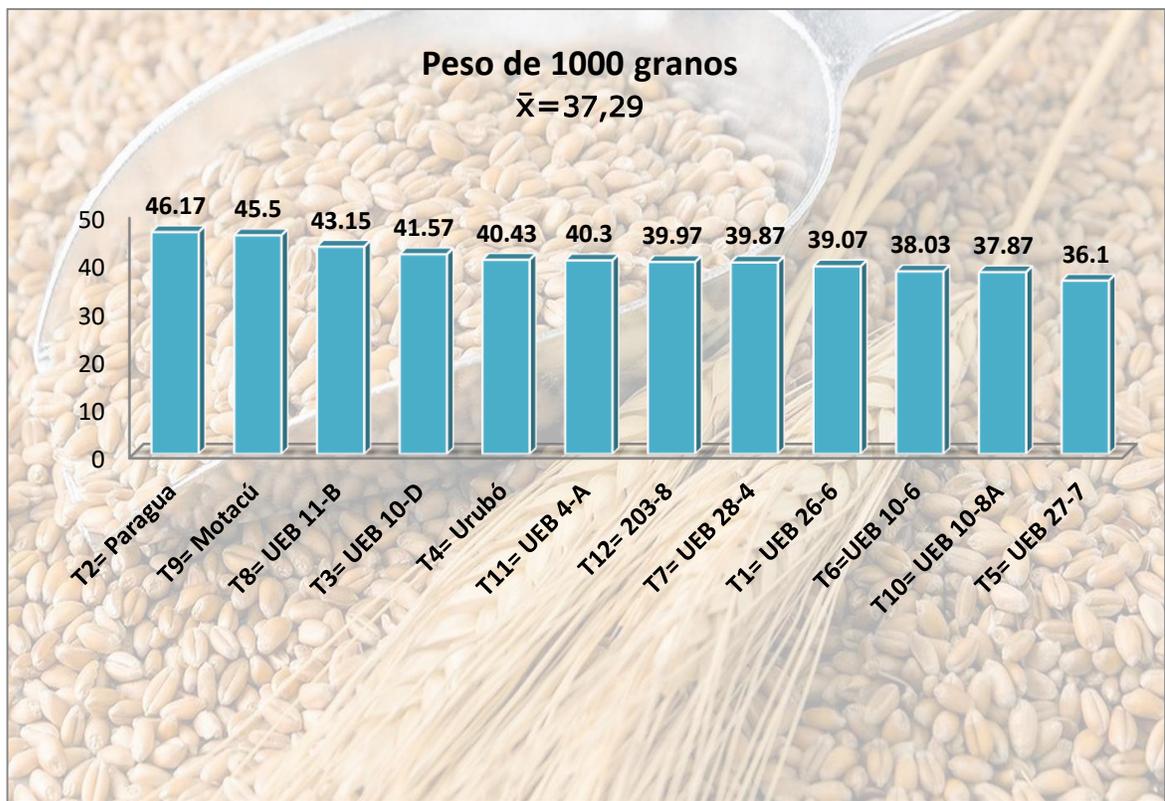
Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Peso de 1000 granos

El peso de mil granos promedio para esta variable fue 37,29 g con variaciones de 46,17 y 36,1 g correspondientes a los tratamientos T2=Paragua y T5=UEB 27-7 respectivamente.

El análisis de varianza realizado para la variable peso de mil granos no presenta diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 0,33, siendo similares en peso de mil granos entre todos los tratamientos.

Figura 6: Promedios para peso mil granos del ensayo. CEPA, invierno 2018



Fuente: Elaboración propia

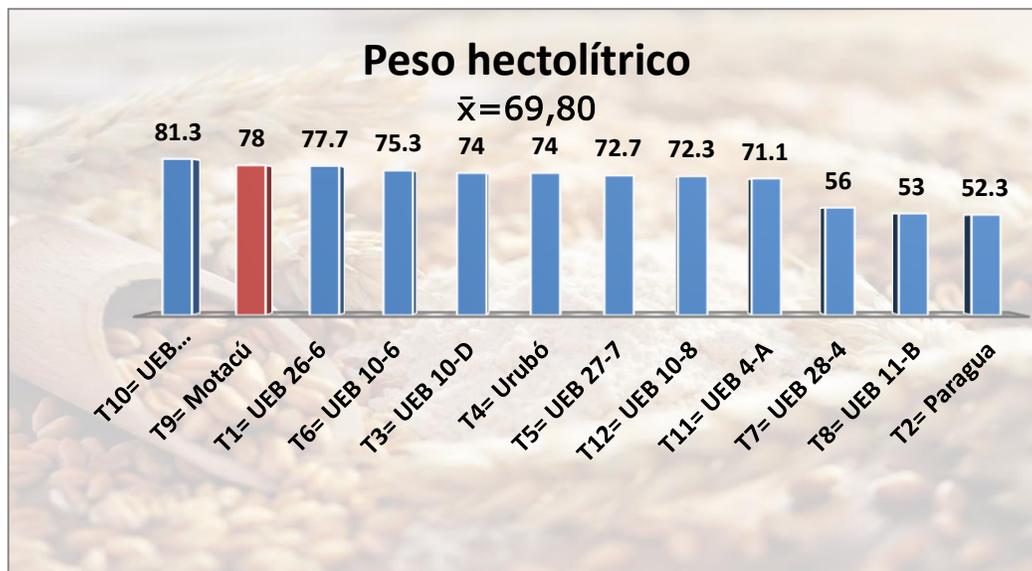
4.2.4. Peso hectolítrico

El peso hectolítrico promedio para esta variable fue 69,80 kg/hl con variaciones de 81,3 y 52,3 kg/hl correspondientes a los tratamientos T10=UEB 10-8A y T2=Paragua respectivamente.

El análisis de varianza realizado, para el variable peso hectolítrico no presenta diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 0,92, mostrando que todos los tratamientos tuvieron similar peso hectolítrico.

Sobre el particular los valores requeridos por la industria molinera son de 78 kg/hl y un mínimo de 75 kg/hl; los valores obtenidos en el presente ensayo mostraron un buen peso hectolítrico en cuatro de los tratamientos, estando dentro de las exigencias industriales de los materiales evaluados, esto debido a que hubo un buen llenado de granos.

Figura 7. Promedios para peso hectolítrico del ensayo. CEPA, invierno 2018



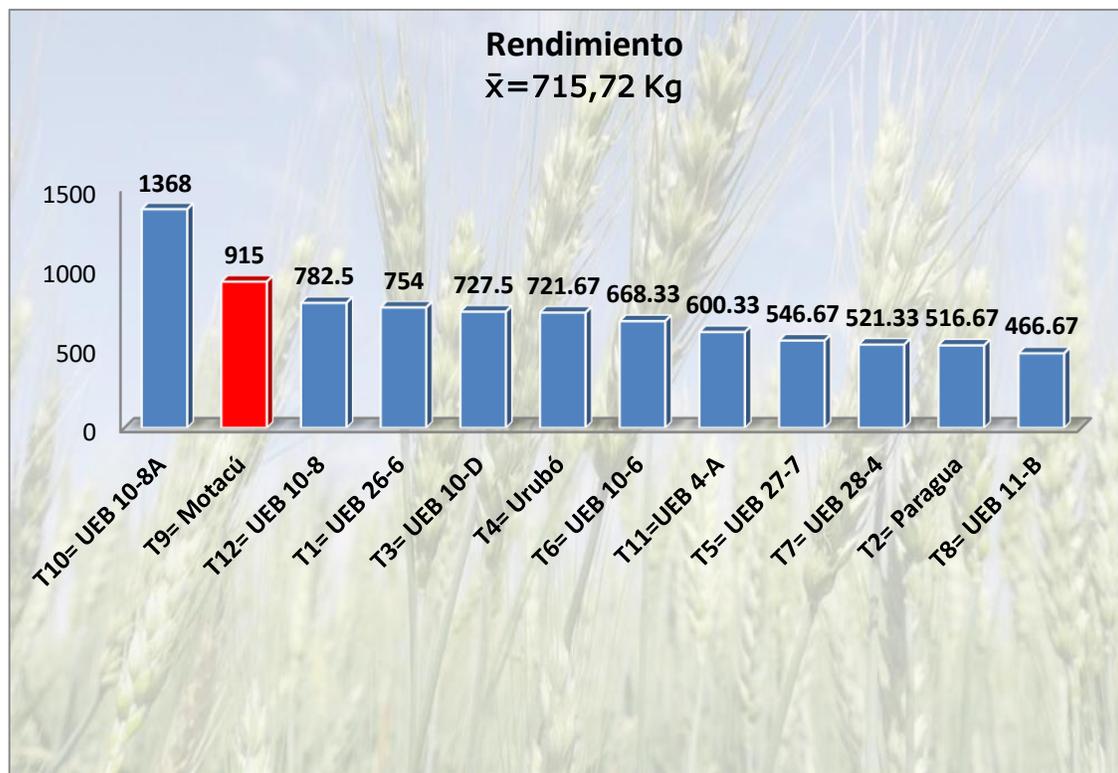
Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Rendimiento de grano

El rendimiento promedio para esta variable fue 751,72 kg/ha con variaciones de 1368 y 466,67 kg/ha correspondientes a los tratamientos T10=UEB 10-8A y T8= UEB 11-B respectivamente.

El análisis de varianza realizado, para la variable rendimiento de grano muestra que no existe diferencias significativas, con un coeficiente variación 1,70 mostrando que todos los tratamientos tuvieron similar en el rendimiento de grano.

Figura 8. Promedios para rendimiento de grano (kg/ha) del ensayo. CEPA, invierno 2018.



Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente trabajo de investigación, se describen las siguientes conclusiones.

Referente al peso de mil granos se observó que existe similitud entre los tratamientos lo cual nos muestra que no existe diferencia teniendo una media de 37,2 gr. Las líneas UEB 10-8A, UEB 26-6 y UEB 10-6 , mostraron un peso hectolítrico mayor a los 75,0 Kg/hl que es lo mínimo requerido para la industria molinera. Cabe destacar que una de las líneas UEB fue superior al testigo. El tratamiento T10=UEB 10-8A mostro un rendimiento de 1368 kg mayor a uno de los testigos mas no supero la cantidad media de la producción nacional.

La productividad obtenida de los tratamientos sembrados en la campaña permite identificar líneas potenciales para nuestras zonas.

Una combinación adecuada de calidad de grano y el rendimiento el tratamiento fueron T10=UEB 10-8A y T12= UEB 10-8 superando una de ellas al testigo en estudio en el rendimiento por hectárea. Cabe destacar que las características ambientales, las malezas, plagas y enfermedades afectan en la producción del cultivo dando como resultado lo que se muestra en el estudio.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo de investigación se describen las siguientes recomendaciones:

Es importante que la precipitación de agua este bien distribuida en el desarrollo vegetativo del cultivo pues dependerá de ello el rendimiento.

El manejo de las malezas debe ser tratado con tiempo pues si estas se manifiestan y no se las controla el cultivo esta en competencia por los nutrientes del suelo dando como resultado espigas pequeñas bajo número de granos por espiga y como consecuencia el poco rendimiento en kilogramos por hectárea.

Se debe continuar con el estudio de las líneas UEB en las siguientes gestiones agrícolas las cuales no sean solo en las instalaciones propias sino en lugares de zonas productoras para evaluar el rendimiento y también en las zonas donde sean focos de enfermedades para así evaluar la resistencia a ellas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Allard, R. W. (1978). *Principios de la mejora genética de las plantas*.

ANAPO. (2012). ANAPO. Recuperado el 08 de Diciembre de 2018, de ANAPO: http://anapobolivia.org/images/publicacion_documentos/Anapo-Noticias-93.pdf

ANAPO. (2008). *Guía de reconmedaciones Técnicas en el Trigo*. Santa Cruz: ANAPO.

ANAPO. (2010). Recomendaciones edáficas para el cultivo de trigo. En *Recomendaciones edáficas para el cultivo de trigo*. (págs. 6-7). Santa Cruz: ANAPO.

ANAPO Y CIAT. (2010). *Recomendaciones técnicas para el cultivo de trigo*. Santa Cruz: ANAPO Y CIAT.

Baldelomar, D. (2014). *Informe sector de Oleaginosas y Trigo en Bolivia* . Santa Cruz de la Sierra: ANAPO.

Barea, G., & Toledo, J. (1996). *Identificación y zonificación de pyricularia o brozone (P. oryzae), en el cultivo de Trigo*. . Santa Cruz: CIAT.

BIO2. (2012). BIO2. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de BIO2: https://biologia-geologia.com/biologia2/92221_retrocruzamiento_y_cruzamiento_prueba.html

BIODIVERSIDAD. (2010). *BIODIVERSIDAD*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de BIODIVERSIDAD: <http://biodiversidad602310.webmium.com/germoplasma>

Bonifacio, A., Mujica, A., & Alvarez & Roca, A. &. (2008). *MEJORAMIENTO GENETICO, GERMOPLASMA Y PRODUCCION DE SEMILLA*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de MEJORAMIENTO GENETICO, GERMOPLASMA Y PRODUCCION DE SEMILLA: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap6.htm

Bolton, M. D. (2008). *Roya de la hoja causada por Puccinia Tricticina*. *Patologia Molecular de plantas v.9, n°5*. pp. 563 - 575.

Carrasco y Col. (2009). *Trigo. Manual de campo. Segunda edicion. INTA Argentina*. Obtenido de http://rain.inta.gov.ar/agronomia/Manual_Trigo.pdf

Castañon, G. (2001). *La biotecnología y el mejoramiento genético vegetal*. *Kuxulkab*, 14: 1-15.

Castillo, R. (Junio de 2012). *ResearchGate*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2018, de *ResearchGate*: https://www.researchgate.net/publication/282155451_Mejoramiento_genetico_o_vegetal_convencional_mutaciones_e_ingenieria_genetica

CESAVEG. (2014). *Manual de Plagas y Enfermedades en Trigo*. Obtenido de *Comite Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A.C.*:http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto_11/folleto_trigo_11.pdf

CIAT. (1997). *Informe tecnico. Programa de investigacion de trigo*. Santa Cruz, Bolivia.

CIAT. (2010). *Características de variedades de trigo harinero recomendadas en Santa Cruz, Bolivia*. Santa Cruz: CIAT.

CIAT. (2012). *Recomendaciones Técnicas para el Cultivo de Trigo*. Santa Cruz de la Sierra: CIAT.

CIAT- ANAPO. (2003). Trigo recomendaciones técnicas . En C. ANAPO, *Trigo recomendaciones técnicas* . (pág. 56). Santa Cruz: CIAT-ANAPO.

Estrada, D., Zuniga, C., Hernández, M., & Marinero, E. (2016). Cultivo de Trigo harinero *Triticum aestivum*, una alternativa para la soberanía nutricional y adaptación ante el cambio climático, en el departamento de Jinotega-Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* , 349.

FAO. (2016). *FAOSTAT*. Recuperado el 03 de 12 de 2018, de FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Fundacion Chile. (2011). MANUAL DE RECOMENDACIONES CULTIVO DE TRIGO. En F. Chile, *MANUAL DE RECOMENDACIONES CULTIVO DE TRIGO* (pág. 21). Santiago : Fundacion Chile.

Garza, A. G. (2011). *Ilustrados*. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de Ilustrados: <http://www.ilustrados.com/tema/1269/Trigo.html>

gob.mx. (12 de Noviembre de 2013). *gob.mx*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2018, de gob.mx: <https://www.cicy.mx/sitios/germoplasma>

Guzman, E. (2010). Recomendaciones técnicas de densidad y espaciamiento de siembra. En E. Guzman, *Recomendaciones técnicas de densidad y espaciamiento de siembra*. (págs. 55-77). Santa cruz: CIAT.

Herbas, R. (2008). *El estado de situación de trigo en Bolivia y el contexto internacional*. Centro de Investigación y Promocion del Campesinado.

Humboldt. (2008). Hay que aumentar esfuerzos para seguir creciendo. *Anapo Noticias*, Publicacion mensual N°72 .

Igarashi, S. (1986). *Brusone del trigo (Pyricularia oryzae Cav.) Guia para identificacion de campo, triptico, IAPAR*. Londrinás, Paraná, Brasil.

Hurtado y Parada. (2012). *Articulo: "Pyricularia del Trigo". CENTRO DE INVESTIGACION AGRICOLA TROPICAL "CIAT". Santa Cruz - Bolivia*.
Obtenido de <http://www.plantwise.org/FullTextPDF/2012/10127801127.pdf>

INFOAGRO. (2015). *infoAgro.com*. Recuperado el 12 de 12 de 2018, de infoAgro.com: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>

IPNI. (2017). *MANUAL DEL CULTIVO DE TRIGO*. Buenos Aires.

Made- in –Argentina. (2010). *Características del cultivo de trigo*. Obtenido de Características del cultivo de trigo.: <http://www.made-in-Argentina.com/alimentos/granos%20y%20oleaginosas/temas%20relacionados/caracteristicas%20del%20cultivo%20de%20trigo.htm>.

Mendez, H. (31 de Marzo de 2011). *repositorio.uaaan.mx*. Recuperado el 05 de 12 de 2018, de repositorio.uaaan.mx: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5412/T19152%20MENDEZ%20MENDEZ,%20HUGO%20ANDULIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Mercado, H. (2015). *Variedades de Trigo*. Intituto Nacional de Innovacion Agropecuaria y Forestal (INIAF).

Paredes, W. (2007). *Monografias*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de Monografias: <https://www.monografias.com/trabajos53/mejoramiento-plantas/mejoramiento-plantas2.shtml>

Ramos, G. F. (2013). *Maíz, trigo y arroz los cereales que alimentan el mundo*. Monterrey - México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Rawson, H. M., & Gomez, M. H. (2001). *Trigo Regado*. Roma: FAO.

Rivero, F. (s.f.). *INIA Biblioteca Digital*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, de INIA Biblioteca Digital: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR10868.pdf>

Riveros, F. (2000). *Como se obtiene una variedad de trigo*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2018, de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR10868.pdf>

Unterladstatter, R. (2005). *Cultivo para los llanos cálidos de Bolivia*. Santa Cruz: Lewy.

Wunder, A. (2014). *Fitomejoramiento*. Santa Cruz: Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias UDABOL.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño de campo del ensayo, CEPA, invierno 2018.

2	6	8	5	5	9	1	3	4	10	11	7
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
12	3	2	10	6	1	7	8	9	5	4	11
212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201
3	10	1	12	11	9	6	7	4	5	2	8
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112

Tratamiento	Código y nombre
1	T1= UEB 26-6
2	T2= Paragua
3	T3= UEB 10-D
4	T4= Urubo
5	T5= UEB 27-7
6	T6= UEB 10-6
7	T7= UEB28-4
8	T8= UEB 11-B
9	T9= Motacu
10	T10= UEB 10-8A
11	T11= UEB 4-A
12	T12= UEB 10-8

Anexo 2. Datos registrados y análisis de varianza, para la variable altura de planta (cm). CEPA, invierno 2018.

Código del tratamiento	Altura de planta 1	Altura de planta 2	Altura de planta 3	Promedio
T1= UEB 26-6	69,2	66,6	71	68,93
T2= Paragua	60,4	61,8	67,6	63,27
T3= UEB 10-D	61,8	64,8	63,6	63,40
T4= Urubó	69,6	66,4	65,8	67,27
T5=UEB 27-7	55,4	59,4	68	60,93
T6= UEB 10-6	64,2	55	65,2	61,47
T7= UEB 28-4	63,4	60	72,6	65,33
T8= UEB 11-B	48,4	57,2	65,2	56,93
T9= Motacú	63,6	66	65,4	65,00
T10= UEB 10-8 ^a	73,6	52,2	60	61,93
T11= UEB 4-A	49	62,4	73,6	61,67
T12= UEB 10-8	56,2	68,6	67	63,93
Sumatoria	734,8	740,4	805	

ANDEVA

F. de variación	GL	SC	CM	F Cal	F tab 5%	F tab 1%	Sig
Tratamientos	11	326,7588889	29,71	0,814	2,26	3,18	NS
Repeticiones	2	253,6822222	126,84	3,4769	3,44	5,72	*
Error	22	803	36,48				
Total	35	1383,0256					

DMS= 3,05

CV (%)= 0,29

Anexo 3. Datos registrados y análisis de varianza, para la variable longitud de espiga (cm). CEPA, invierno 2018.

Código del tratamiento	Longitud total 1	Longitud total 2	Longitud total 3	Promedio
T1= UEB 26-6	9	8,4	7,2	8,20
T2= Paragua	7,6	6,4	5,8	6,60
T3= UEB 10-D	7,6	7,4	10,2	8,40
T4= Urubó	8,2	8,2	7,8	8,07
T5= UEB 27-7	5,8	7,6	8,4	7,27
T6= UEB 10-6	7	6,8	6,2	6,67
T7= UEB 28-4	7,8	7,6	8,6	8,00
T8=UEB 11-B	5,4	7,2	8,2	6,93
T9= Motacú	8	7,8	8,2	8,00
T10= UEB 10-8A	9,4	6	6,4	7,27
T11= UEB 4-A	6	8	7,6	7,20
T12= UEB 10-8	6,4	7,2	7,2	6,93
Sumatoria	88,2	88,6	91,8	

ANDEVA

F. de variación	GL	SC	CM	F Cal	F tab 5%	F tab 1%	Sig
Tratamientos	11	13,34555556	1,21	1,033	2,26	3,18	NS
Repeticiones	2	0,648888889	0,32	0,2763	3,44	5,72	NS
Error	22	26	1,17				
Total	35	39,8256					

CV (%)= 0,42

Anexo 4. Datos registrados y análisis de varianza, para la variable número de grano por espiga. CEPA, invierno 2018.

Codigó del tratamiento	Cantidad de granos por gavilla.	Cantidad de granos por gavilla.	Cantidad de granos por gavilla.	Promedio
	1	2	3	
T1= UEB 26-6	47,4	35,2	30,4	37,67
T2= Paragua	46,6	24,2	13,8	28,20
T3= UEB 10-D	32	32,6	51	38,53
T4= Urubó	49,4	49,8	40,4	46,53
T5= UEB 27-7	24,4	0	37,8	20,73
T6= UEB 10-6	30,8	26,8	22,2	26,60
T7= UEB 28-4	36,6	32,4	39	36,00
T8= UEB 11-B	32	47	50,4	43,13
T9= Motacú	31,4	0	35	22,13
T10= UEB 10-8A	34,6	19,8	27,8	27,40
T11= UEB 4-A	18	35,6	34,8	29,47
T12= UEB 10-8	19,8	22,2	45	29,00
Sumatoria	403	325,6	427,6	

ANDEVA

F. de variación	GL	SC	CM	F Cal	F tab 5%	F tab 1%	Sig
Tratamientos	11	2190,803333	199,16	1,483	2,26	3,18	NS
Repeticiones	2	472,22	236,11	1,7583	3,44	5,72	NS
Error	22	2954	134,29				
Total	35	5617,3100					

CV (%) =1,17

Anexo 5. Datos registrados y análisis de varianza, para la variable peso mil granos (g). CEPA, invierno 2018.

Codigó del tratamiento	Peso de 1000 g.			Promedio
	1	2	3	
T1= UEB 26-6	38,5	39,9	38,8	39,07
T2= Paragua	38,9	53,4	46,2	46,17
T3= UEB 10-D	40,2	42,8	41,7	41,57
T4= Urubó	41,5	38,3	41,5	40,43
T5= UEB 27-7	38	38,3	32	36,10
T6=UEB 10-6	40,2	43	30,9	38,03
T7= UEB 28-4	38	39	42,6	39,87
T8= UEB 11-B	43,15	45,5	40,8	43,15
T9= Motacú	40	54,7	41,8	45,50
T10= UEB 10-8A	37,1	39,2	37,3	37,87
T11= UEB 4-A	44,1	36,8	40	40,30
T12= 203-8	38,8	38,5	42,6	39,97
Sumatoria	478,45	509,4	476,2	

ANDEVA

<i>F. variación</i>	<i>de</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F tab 5%</i>	<i>F tab 1%</i>	<i>Sig</i>
Tratamientos	11	300,2874306	27,30	1,688	2,26	3,18	NS	
Repeticiones	2	57,36680556	28,68	1,7734	3,44	5,72	NS	
Error	22	356	16,17					
Total	35	713,4858						

CV (%)= 0,33

Anexo 6: Datos registrados y análisis de varianza, para la variable peso hectolítrico kg/hl. CEPA, invierno 2018.

Código tratamiento	del	Peso	Peso	Peso	Promedio
		Hectolitro	Hectolitro	Hectolitro	
		1	2	3	
T1= UEB 26-6		7,6	8,1	7,6	7,77
T2= Paragua		7,9	7,8	0	5,23
T3= UEB 10-D		6,8	7,7	7,7	7,40
T4= Urubó		7,7	7,5	7	7,40
T5= UEB 27-7		7,1	7	7,7	7,27
T6= 203-6		7,3	7,8	7,5	7,53
T7= UEB 28-4		8,7	8,1	0	5,60
T8= UEB 11-B		0	7,9	8	5,30
T9= Motacú		7,9	7,9	7,6	7,80
T10= UEB 10-8A		7,7	7,9	8,8	8,13
T11= UEB 4-A		7,3	8,2	7,8	7,77
T12= UEB 10-8		6,8	7,1	7,8	7,23
Sumatoria		82,8	93	77,5	

ANDEVA

<i>F.</i>	<i>de</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F Cal</i>	<i>F tab 5%</i>	<i>F tab 1%</i>	<i>Sig</i>
Tratamientos		11	35,3563889	3,21	0,574	2,26	3,18	NS
Repeticiones		2	10,3438889	5,17	0,9238	3,44	5,72	NS
Error		22	123	5,60				
Total		35	168,8631					

CMD =1,20

CV (%)= 0,92

Anexo 7: Datos registrados y análisis de varianza, para la variable rendimiento de grano (kg/ha). CEPA, invierno 2018.

Código del tratamiento	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Rendimiento 3	Promedio
T1= UEB 26-6	947,5	755	559,5	754,00
T2= Paragua	430,5	1081,5	38	516,67
T3= UEB 10-D	457	843	882,5	727,50
T4= Urubó	800,5	399	965,5	721,67
T5= UEB 27-7	544,5	558	537,5	546,67
T6= UEB 10-6	805	870	330	668,33
T7= UEB 28-4	571	681	312	521,33
T8= UEB 11-B	66,5	933,5	400	466,67
T9= Motacú	913	1265	567	915,00
T10= 203-8	1090,5	2224	789,5	1368,00
T11=UEB 4-A	1209	281	311	600,33
T12= UEB 10-8	1179	253	915,5	782,50
Sumatoria	9014	10144	6608	

ANDEVA

F. de variación	GL	SC	CM	F Cal	F tab 5%	F tab 1%	Sig
Tratamientos	11	20297933,92	1845266,72	-2,718	2,26	3,18	NS
Repeticiones	2	543584,2222	271792,11	-0,4003	3,44	5,72	NS
Error	22	-14938004	-679000,20				
Total	35	5903513,7222					

CV (%) = 1,70

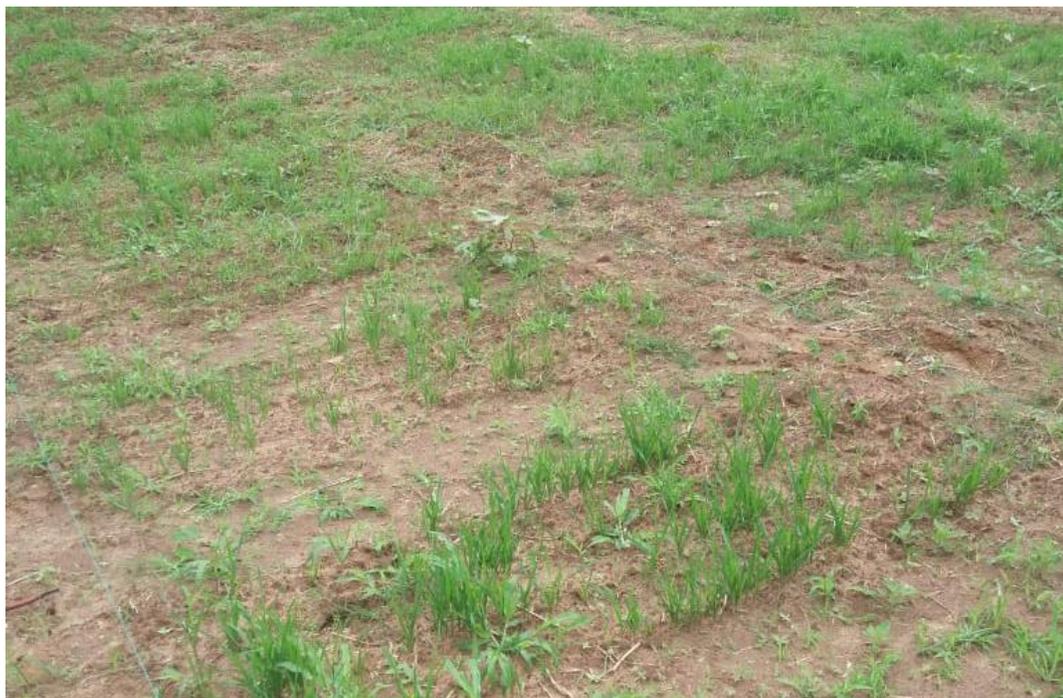
Anexo 8. Siembra de trigo.



Anexo 9. Desmalezado del cultivo.



Anexo 10. Cultivo de trigo



Anexo 11. Evaluación del cultivo.



Anexo 12. Terminación de la espiga.



Anexo 13. Periodo de maduración.

