

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
AREA CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE DOCE LINEAS
PROMISORIAS DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*) EN EL
ALTIPLANO NORTE DE BOLIVIA**

POR

JULIANO ARUQUIPA MAMANI

**EL ALTO – BOLIVIA
2014**

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
AREA CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

ADAPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE DOCE LINEAS PROMISORIAS DE TRIGO
HARINERO (*Triticum aestivum*) EN EL ALTIPLANO NORTE DE BOLIVIA

*Tesis de grado presentado como requisito
Para optar el título de ingeniero en
Ingeniería agronómica*

JULIANO ARUQUIPA MAMANI

TUTORES

Ph. D. Felix Marza Mamani

TRIBUNAL REVISOR

Ing. Gabriel Pari Flores

Ing. Rogelio Maydana Apaza

Ing. Rene Rolando Tambo Herrera

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Laoreano Coronel Quispe



DEDICATORIA

A nuestro amado señor que nos ofrece el milagro de vivir y amar.

a mis queridos viejos zacarias y juana quienes me apoyaron durante toda mi vida.

y a mis amigos que me brindaron su apoyo y confianza en mi en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Señor Jesucristo que día a día nos ofrece el milagro de estar presentes en este mundo lleno de maravillas y darme un padre maravilloso llamado Zacarías y mi madre Juana.

A la universidad Publica El Alto y a la carrera de Ingeniería Agronómica por darme la oportunidad de superarme, y a todo el plantel docente por la enseñanza impartida para mi formación profesional

Mis sinceros agradecimientos a mi asesor Ph. D. Felix Marza Mamani, por la orientación y su ayuda desinteresada que hizo posible el presente trabajo.

A mis revisores Ing. Gabriel parí, al Ing. Rogelio Maydana y al Ing. René Tambo, por las observaciones y aportes realizados en el presente trabajo que ayudaron a enriquecer el trabajo y por la amistad que me brindaron.

A la Facultad de Agronomía por haberme acogido en mi vida universitaria y a todo el plantel docente que formaron en mí a un agrónomo de vocación y por transmitirme todos sus conocimientos.

A mis grandes amigos de estudio: Félix S Quispe Patricio H Castaño, J. Rolando Mamani a ellos, quienes siempre me brindaron su amistad.

Un agradecimiento especial a mis compañeros de infortunio y amigos
Especiales: Roger, Juan, Remedios, Graciela, Silvia, Lourdes, Remigio.

Gracias a todos por ayudarme a lograr una meta más en mi vida, con la promesa de trabajo, disciplina y constante superación sirviendo al desarrollo del país.

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
Índice de temas.....	i
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	vi
Lista de siglas empleadas.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix

INDICE DE TEMAS

I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1 objetivo general.....	2
1.1.2 objetivos específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
 II. REBISION DE LITERATURA.....	 4
2.1. Generalidades.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Descripción Botánica.....	4
2.1.3 Variedades.....	4
2.1.4. Exigencias del Cultivo.....	5
2.1.5 Siembra.....	6
2.2 El cultivo de trigo en Bolivia.....	6
2.2.1 Uso y consumo del trigo en Bolivia.....	6
2.3 Adaptabilidad y estabilidad.....	7

2.3.1 Estabilidad fenotípica.....	7
2.3.2 Adaptabilidad fenotípica.....	8
2.3.2.1 Ensayos de adaptación.....	8
III. MATERIALES Y METODOS.....	10
3.1 Localización.....	10
3.1.1 Características del área de Estudio.....	10
3.1.2 Clima.....	10
3.1.3 Suelo.....	10
3.1.4 Vegetación.....	13
3.2 Materiales.....	13
3.2.1 Material Genético.....	13
3.3 Equipos y herramientas.....	14
3.3.1 Maquinas, herramientas y material de campo.....	14
3.3.2 Material de laboratorio.....	14
3.3.3 Material de Gabinete.....	14
3.4 Metodología.....	14
3.4.1 método.....	14
3.4.2 Desarrollo del ensayo.....	16
3.4.2.1 Establecimiento de la parcela de observación.....	16
3.4.2.2 Preparación del suelo.....	16
3.4.2.3 Fertilización.....	16
3.4.2.4 Siembra.....	16
3.4.2.5 Control de malezas.....	17
3.4.2.6 Cosecha.....	17
3.4.5 Determinación de la muestra.....	18
3.4.6 Variables en estudio.....	18
3.4.6.1 Días a la emergencia.....	18
3.4.6.2 Días al espigamiento.....	19
3.4.6.3 Días a la madurez.....	19
3.4.6.4 Altura de planta.....	19
3.4.6.5 Numero de macollos.....	19

3.4.6.6	Número de plantas por metro cuadrado.....	19
3.4.6.7	Longitud de espigas.....	20
3.4.6.8	Numero de espiguillas por espiga.....	20
3.4.6.9	Numero de granos por espiga.....	20
3.4.6.10	Peso hectolitrico.....	20
3.4.6.11	Peso de 1000 granos.....	20
3.4.6.12	Tipo de grano.....	20
3.4.6.13	Presencia de plagas.....	21
3.4.7	Procesamiento de datos.....	21
3.5	Análisis estadístico.....	21
3.5.1	Análisis de Varianza Individual.....	21
3.5.2	Análisis de Varianza combinado.....	22
3.5.3	Comparación de medias de Variedades.....	22
3.5.4	Análisis de Estabilidad Fenotípica.....	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1	Aspectos climáticos.....	25
4.2	Análisis individual.....	26
4.2.1	Días al espigamiento.....	26
4.2.2	Altura de planta.....	28
4.2.3	Peso de mil granos.....	30
4.2.4	Tamaño de grano.....	32
4.3	Análisis de varianza combinado para rendimiento.....	34
4.4	Análisis de estabilidad fenotípica.....	35
4.5	Análisis de componentes principales.....	39
V.	CONCLUSIONES.....	43
VI.	RECOMENDACIONES.....	45
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	46
ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza correspondientes a número de días al espigamiento de doce líneas de trigo.....	27
Tabla2. Cuadrados medios de los análisis de varianza correspondientes a la altura de plantas de las doce líneas de trigo.....	30
Tabla3. Cuadrados medios de los análisis de varianza para el peso de mil granos de doce líneas de trigo harinero.....	32
Tabla 4. Cuadrados medios de los análisis de varianza de los tamaños de los granos de doce líneas de trigo.....	33
Tabla 5. Cuadro del análisis combinado de 12 líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia.....	35
Tabla 6. Análisis de varianza de estabilidad fenotípica de las doce líneas de trigo harinero para el altiplano norte de Bolivia.....	36
Tabla 7. Resumen de los coeficientes, desvíos de la regresión y los valores de t calculado.....	37
Tabla 8. Cuadro de índices ambientales del modelo Eberhart y Russell (1966) para la localidad en estudio.....	38
Tabla 9. Se presenta el significado de estos parámetros para diferentes situaciones para las doce líneas en estudio para la adaptabilidad y estabilidad (Eberhart y Russell).....	24

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación de la Estación Experimental Kallutaca en el municipio de Laja de la Provincia Los Andes del Departamento de La Paz (IGM, 2003).....12
- Figura 3.** Gráfico de sedimentación de los componentes principales de acuerdo a varianza de doce líneas avanzadas de trigo del vivero internacional del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010-2011.....40
- Figura 4.** Biplot para componentes principales de rendimiento de doce líneas avanzadas de trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010-2011.....41
- Figura 5.** Climadiagrama de la estación experimental Kallutaca en el estudio de adaptabilidad y estabilidad de doce líneas promisorias de trigo en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010–2011 (Estación meteorológica Kallutaca, 2010).....25
- Figura 6.** Número de días al espigamiento de doce líneas de trigo harinero en las campañas (2010-2011).....28
- Figura 7.** Altura de plantas de doce líneas de trigo harinero en las campañas (2010-2011).....29
- Figura 8.** Peso de mil granos de doce líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia en las campañas (2010-2011).....31
- Figura 9.** Tamaño de grano de doce líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia en las campañas (2010-2011).....33

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de localización del ensayo en una vista panorámica en la localidad de kallutaca.....	11
Anexo 2. Cuadro del material genético de doce líneas avanzadas de trigo procedente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).....	53
Anexo 3. Croquis y orientación del campo de experimentación de doce líneas avanzadas de trigo en la estación experimental Kallutaca.....	52
Anexo 4. Preparado del terreno para la implementación del experimento en la localidad de kallutaca.....	53
Anexo 5. Surcos listos para la implementación de los genotipos en el suelo definitivo para el experimento.....	54
Anexo 6. Vista general del terreno con las primeras apariciones de las plántulas en el terreno de las doce líneas de trigo.....	55
Anexo7. Plántulas en el terreno y las primeras observaciones de los genotipos en el experimento de las doce líneas en experimento del trigo harinero.....	55
Anexo 8. Fotografía de la identificación de genotipos muestreados en cada unidad experimental en el estudio de doce líneas avanzadas de trigo, en el altiplano norte de Bolivia.....	56

LISTA DE SIGLAS EMPLEADAS

ANAPO	asociación Nacional de Productores del Oriente
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo
IBTA	Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria
IBWSN	Vivero Internacional de Observación del trigo Harinero
IGM	Instituto Geográfico Militar
PROINPA	Fundación Promoción e Investigación de Productores Andinos
PROTRIGO	Programa Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el cultivo de Trigo.
SAS	Sistema de Análisis Estadístico
SPSS	Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales
S-PLUS	Paquete de Análisis de Software Comercial Estadística y Grafica
SIBTA	Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria
VIBOT	Vivero Boliviano de Observación de Trigo
CIAT	Centro internacional Agricultura Tropical
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo durante la gestión agrícola 2010-2011, en el altiplano norte de kallutaca (provincia Murillo) localidad de Laja. En el cual se evaluó la adaptabilidad y estabilidad de 12 líneas de trigo harinero correspondientes a una colección de las mejores líneas seleccionadas de campañas anteriores.

Los objetivos planteados fueron los siguientes. Evaluar la adaptabilidad y Estabilidad fenotípica de doce líneas avanzadas de trigo en el altiplano Norte de La Paz.

El establecimiento de las parcelas de experimentación se llevó a cabo bajo el diseño de Bloque Completos al Azar, midiéndose las variedades de respuesta días a la emergencia, días al espiga miento, días a la madurez, altura de planta, numero de macollos, número de plantas por metro cuadrado, longitud de espigas, numero de espiguillas por espiga, numero de granos por espiga, peso hectolitrico, peso de 1000 granos, tipo de grano (tamaño llenado), índice de enfermedades, rendimiento en grano, estabilidad fenotípica y adaptabilidad.

El material genético de este ensayo consistió de doce líneas avanzadas provenientes del CIMMYT. En la cual se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, las parcelas experimentales consistieron de cuatro surcos de tres metros de largo separadas a 0.30 metros.

El comportamiento diferencial mostrado por las doce líneas, permitió establecer la influencia determinante del medio ambiente sobre los caracteres agronómicos y sobre todo en el rendimiento. Observándose en las campañas a las líneas que son sobre salientes tanto en la primera campaña como la segunda.

Determinándose que las líneas presentan los comportamientos diferentes en ambas campañas, con respecto a los análisis realizados que los más sobre salientes en la adaptabilidad y estabilidad fueron las líneas 10 y 7 tanto en la primera campaña como en la segunda campaña.

SUMMARY

The present research work, it was carried out during the agricultural management 2010-2011, in the north plateau of kallutaca (province Murillo) Sandstone locality. In which there was evaluated the adaptability and stability of 12 lines of flour wheat corresponding to a collection of the best chosen lines of previous campaigns. The raised targets were the following ones. To evaluate the adaptability and Stability phenotypic of twelve advanced wheat lines in the North plateau of La Paz. The establishment of the plots of experimentation was carried out under the design of Block Finished to the Hazard, measuring itself the answer varieties days to the emergency, days to the ear I lie, days to the ripeness, plant height, number of macollos, number of plants for square meter, ears length, number of herringbones for ear, number of grains for ear, weigh hectolitrico, weigh of 1000 grains, type of grain (filled size), index of illnesses, yield in grain, phenotypic stability and adaptability. The genetic material of this essay consisted of twelve advanced lines originated from the CIMMYT. In which an experimental design of finished blocks was used at random with four repetitions, the experimental plots consisted of four ruts three meters long separated to 0.30 meters. The distinguishing behavior showed by twelve lines, it allowed to establish the determinant influence of the environment on the agronomic characters and especially in the yield. It being observed in the campaigns to the lines that they are on protrusions so much in the first campaign like the second one. Deciding that the lines present the different behaviors in both campaigns, with regard to the realized analyses that more on protrusions in the adaptability and stability the lines were 10 and 7 both in the first campaign and in the second campaign.

I. INTRODUCCION

El trigo (*Triticum aestivum*) es una planta extensamente cultivado alrededor del mundo, ya que este grano en todas sus formas constituye parte esencial de nuestra dieta alimentaria; siendo una fuente importante en hidratos de carbono, proteínas y lípidos además de aportar fibra, vitaminas y sales minerales; consolidándose así un cereal principal dentro de la canasta familiar (Edel y Rosell, 2007).

La producción mundial de trigo en las campañas 2010-2011, fue de 648,70 millones de toneladas; con un rendimiento promedio de 3060 kg.ha⁻¹. Una clara evidencia de que la unión Europea es la principal zona productora de trigo con 135,67 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 5300 kg.ha⁻¹. Argentina, referente productor de trigo; tuvo una producción de 15,50 millones de toneladas en la campaña agrícola anterior (2010), con un rendimiento promedio de 2870 kg.ha⁻¹ (Mora, 2011).

En Bolivia, la campaña agrícola 2010 tuvo una producción total, de 201,508 toneladas de trigo, con un rendimiento promedio de 1180 kg.ha⁻¹; donde la demanda de este cereal para esta gestión fue de 631,825 toneladas, cubriendo así solo el 32% de lo requerido y el resto fue cubierto con la importación y el contrabando (MDRyT, 2011).

Existen dos especies de trigo: el trigo harinero y el trigo duro. El trigo harinero se caracteriza por contener altos contenidos de gluten. El gluten confiere a la harina propiedades de cohesión y extensibilidad, importantes para la elaboración del pan. El trigo duro se caracteriza por contener altos contenidos de semolina. La semolina confiere propiedades de cohesión a la masa para la elaboración de pastas (fideos, macarrones, etc.). Esta cohesión, conferida por semolina, permite que las pastas mantengan su integridad durante la cocción. En Bolivia, ambas especies de trigo son importantes. Actualmente, el precio del trigo duro es doble del trigo blando. (ROJAS et al 2011).

En los países (entre ellos el nuestro), donde originalmente los cereales no tenían importancia en la dieta, hoy en día constituyen la base de las políticas de seguridad alimentaria. Actualmente el trigo es el grano alimenticio más importante del mundo. Trigo, cebada, maíz y avena (Robles, 1990).

El trigo en Bolivia es uno de los cereales de mayor consumo y una de las bases alimenticias de su población. El país importa cada año algo más del 80% de su requerimiento en trigo o harina. El departamento de Santa Cruz posee condiciones para producir este cereal. Por todo esto, para el CIAT es de mucha importancia suministrar la información técnica para un buen manejo del cultivo (Aguilar 2006).

A nivel del Altiplano se han realizado algunos trabajos con el ex – IBTA pero la extensión de este cultivo fue deficiente debido a la discontinuidad y pérdida de enlace con el CIMMYT, quedando así postergado su investigación y por ende la transferencia de tecnología. Sin embargo, la producción agrícola en estas zonas se ve afectada por riesgos climáticos recurrentes como sequías, variación de temperaturas, heladas, granizadas e inundaciones producto de la contaminación y el calentamiento global, lo cual nos induce a adoptar un sistema agrícola del tipo de subsistencia de manera que este pueda garantizar la seguridad alimentaria.

El presente estudio permite conocer, el comportamiento de líneas avanzadas de trigo en el altiplano norte de nuestro país, identificando claramente genotipos con características promisorias de adaptabilidad y estabilidad seleccionándose en función al mayor rendimiento mostrado en la campaña agrícola 2010-2011, constituyéndose así el presente trabajo, una etapa inicial de investigación y seguimiento posterior del material genético en estudio.

Por tanto, frente a estos acontecimientos de restricciones climáticas y de la naturaleza se ve la necesidad de realizar estos estudios sobre el cultivo de trigo en el altiplano sobre la adaptación y estabilidad de líneas avanzadas en trigo traídas del vivero internacional del CIMMYT (Centro de Investigación de Mejoramiento del Maíz y Trigo).

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

En este trabajo el objetivo general es:

- Evaluar la adaptabilidad y estabilidad fenotípica de doce líneas avanzadas de trigo en el altiplano norte de La Paz.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos en estudio fueron:

- ✓ Determinar los Índices de adaptabilidad y estabilidad de doce líneas pertenecientes al vivero internacional de trigo del CIMMYT.

- ✓ Seleccionar Líneas de alta Adaptabilidad y Estabilidad en condiciones del Altiplano Norte de La paz.

1.2 HIPOTESIS

En este contexto, como hipótesis de trabajo se postuló que:

- Las líneas de trigo en estudio no presentan diferencias en los índices de adaptabilidad y estabilidad en el Altiplano Norte.

- Las líneas de trigo en estudio si presentan diferencias en la aptitud de adaptabilidad y estabilidad.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades

2.1.1 Origen

Por los años 3200 antes de Cristo, desde que se inventó la escritura en Egipto, y en base a estos hallazgos se confirmó las referencias sobre la agricultura y el trigo, dando origen a las más variadas teorías en torno a su origen y cultivo. Las especies actualmente más difundidas en el mundo, el trigo común o de pan (*Triticum aestivum*) y el trigo duro o de fideo (*Triticum durum*) son relativamente nuevas en comparación con la extraordinaria antigüedad de las especies progenitoras. (García 2004).

Edel y Rosel (2007), indican que este cereal fue uno de los primeros granos cultivados en la región del Medio Oriente hace 11 mil años aproximadamente, posteriormente, cuatro mil años a. C., se extendió la zona geográfica de su cultivo, convirtiéndose en el alimento básico en Inglaterra y China, añaden también; que los españoles fueron los que introdujeron el trigo en México hacia el año 1520, y consecutivamente lo hicieron en las demás colonias americanas.

2.1.2 Descripción Botánica

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*Poaceae*), siendo las variedades más cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum*. El trigo harinero llamado *Triticum aestivum* es el cereal más utilizado especialmente para la elaboración del pan y en segundo lugar el fideo o pasta y por esta razón es un cultivo que predomina en el mundo entero (Martínez y Tico, 1998).

2.1.3 Variedades

Pueden definirse tres tipos de variedades respecto a su ciclo:

- Variedades de otoño o ciclo largo.
- Variedades de primavera o de ciclo corto
- Variedades alternativas.

Las diferencias entre estos grupos se basan en sus necesidades en la duración del periodo vegetativo.

El cero vegetativo en estas especies se aproxima a los 0°C. Las integrales térmicas medias:

- Trigo de otoño 1.900 a 2.400°C.
- Trigo de primavera 1.250 a 1.550°C.

En nuestra zona se siembran variedades que se adaptan a la siembra en los meses de invierno (noviembre, diciembre) y recolección en junio. Tienen especial interés las variedades alternativas por su adaptación a los periodos climáticos de nuestra zona.

2.1.4 Exigencias del Cultivo

El trigo crece en ambientes con las siguientes características:

Clima: temperatura mínima de 3°C y máxima de 30 a 33°C, siendo una temperatura óptima entre 10 y 25°C. Humedad: requiere una humedad relativa entre 40 y 70%; desde el espiga miento 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.

Agua: 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.

Suelo: los mejores suelos para su crecimiento deben ser sueltos, profundos, fértiles y libres de inundaciones, y deben tener un pH entre 6,0 y 7,5; en terrenos muy ácidos es difícil lograr un adecuado crecimiento.

La siembra en cultivos rotativos de trigo es muy benéfica para los suelos ya que como la mayoría de las Gramíneas tiene raíces en cabellera, ayudando a mejorar la estructura de

los mismos, y proporcionando mayor aireación, permeabilidad y retención de humedad. (SAGARPA 2005).

3.5.5 Siembra

La siembra se realiza generalmente con semillas que se compran de las instituciones especializadas, distribuidas por comerciales, intermediarios o en las mismas cooperativas. Estas semillas son consideradas de alta calidad vienen ya desinfectadas.

De esta manera se recomienda que se debe emplear una cierta cantidad en seco de unos 120 a 200 Kg/ha, dependiendo de la calidad del terreno y opinión del agricultor.

La siembra es a chorrillo con sembradora propulsada por un tractor. La distancia más frecuente entre líneas es de 17 a 18 cm (REINA 2005).

3.6 El cultivo de trigo en Bolivia

HERBAS (2008), sostiene que durante la primera época republicana y de la colonia, Bolivia fue capaz de autoabastecerse de trigo y de harina por una producción regional centrada en Cochabamba y Chayanta. Ya en el segundo auge de la plata, entre los años 1970 y 1980, con la construcción de la red ferroviaria interna y su conexión con la Argentina y a los puertos del Pacífico, los productores ya no podían competir en el mercado nacional debido al libre mercado incorporado a una nueva economía mundial.

2.2.1 Uso y consumo del trigo en Bolivia

HERBAS (2008), señala que el uso del trigo en nuestro país, el 72% se destina a la panificación, 24% para producción de pastas alimenticias y el 4% para la industria de galletas, pastelería y otros.

Según el programa de innovación continua (2009), sostiene que el trigo es un alimento de primera necesidad en la población boliviana, ya que el pan y los fideos se constituyen en los alimentos de mayor consumo en los hogares, especialmente en aquellos de bajos ingresos económicos. En el área rural de la región andina, el trigo también forma parte de la alimentación, razón por la cual constituye uno de los cultivos de mayor importancia para los agricultores de estas regiones.

2.3 Adaptabilidad y estabilidad

Existe una clara diferencia entre adaptabilidad y estabilidad, definiéndose la primera como la respuesta relativa de un genotipo evaluado a través de un rango de localidades, mientras que estabilidad es la respuesta relativa de un genotipo a factores ambientales a través del tiempo en una misma localidad (Laing, 1978).

2.3.1 Estabilidad fenotípica

Según Valenzuela, J. (1985), citando a Márquez, desde el punto de vista lógico y convencional, algo estable es aquello que no cambia a través del tiempo y del espacio, pero que no obstante, según Eberhart y Russell, una variedad estable responde exactamente a las fluctuaciones ambientales y no interacciona con el ambiente.

Cuando se emplea el término estabilidad en su connotación común, se corre el riesgo de definir a la variedad más estable aquella que no rinde nada en todos los ambientes, si se usa estabilidad como sinónimo de adaptabilidad, es decir que una variedad se adapte a cualquier condición ambiental midiendo siempre lo mismo, ya que el caso de la variedad de rendimiento cero en todos los ambientes, se clasificaría como la más adaptable de todas, pero con adaptación nula en cada lugar (Márquez 1991).

En el modelo para determinar estabilidad, definiendo parámetros que pueden ser usados para describir el comportamiento de una variedad en una serie de ambientes, la regresión de cada variedad sobre un índice ambiental y una función de los desvíos al cuadrado desde la regresión proveen los estimados de los parámetros de estabilidad, dichos parámetros son definidos por el modelo.

$$Y_{ij} = \mu_j + B_{ij} + \delta_{ij}$$

Donde.

Y_{ij} = es la media varietal de la variedad i en el medio ambiente j ($i = 1, 2, 3, \dots, v$; $j = 1, 2, 3, \dots, n$)

μ_j = es la media varietal i a través de todos los ambientes.

B_i = es el coeficiente de regresión el cual mide la respuesta de la variedad i a cambios medios ambientales.

I_j = es el índice ambiental obtenido como la media de todas las variedades en el ambiente j menos la media general

δ_{ij} = es la desviación desde la regresión de la variedad i en el ambiente j .

Por tanto una variedad o línea estable será la que tenga un coeficiente de regresión igual a 1 y un desvío de regresión igual a 0, y para que además sea deseable, su rendimiento medio debe ser elevado (Eberhart y Russell, 1966).

2.3.2 Adaptabilidad fenotípica

El término adaptación, implica el desarrollo normal, suficiente producción de gametos y sin restricción, producción de granos y un rendimiento aceptable, siendo esta una característica varietal. Así mismo, existen diferencias notables en la capacidad adaptativa entre variedades, calificándose a una variedad con buena adaptabilidad general a aquella que se adapta bien a un rango amplio de ambientes. (Sevilla, 1982, citado por Cusicanqui, 1992)

2.3.2.1 Ensayos de adaptación

Los ensayos de adaptación se siembran en muchos lugares, abarcando grandes regiones, donde la variable está relacionada con los distintos ambientes que soporta la especie,

desde el límite por exceso hasta el límite por deficiencia térmica y pluviometría, estos ensayos se lo realizan por años (Aquize, sin año).

El objetivo principal es someter el cultivo a las condiciones, más diversos Cuando un cultivo se introduce a una nueva área de producción puede no tener adaptación en un principio, pero cuando se cultivan varias veces, presentan mejor adaptación y mejor productividad posibles de los elementos del tiempo, para estudiar el comportamiento de las variedades. (PROTRIGO, 2001).

En la gestión 1993 -1994, se continuó el trabajo con las entradas de trigo harinero y trigo duro seleccionadas en la gestión anterior en la EE Patacamaya, además se incluyeron nuevas introducciones (germoplasma proveniente del CIMMYT) a fin de enriquecer el germoplasma para el altiplano. Como resultado se seleccionaron 709 líneas de trigo harinero, de un total de 1406 entradas, también se seleccionaron 105 líneas de trigo duro, de un total de 356 entradas. Esta selección se realizó en base a. Adaptabilidad, tipo agronómico, rendimiento, formación de grano y llenado de grano. Lo cual demuestra que existe una buena posibilidad para seguir estudiando dentro de este campo (Programa Nal. Trigo y C.M. 1994).

Por otra parte existen variedades que aún no han sido estudiadas en el ámbito regional, sobre todo en lo que respecta a sus características de precocidad, agronómica y en general la adaptabilidad del material. Por esta razón el mejoramiento y selección de nuevas variedades para diversos ambientes y su tolerancia y/o resistencia a factores bióticos y abióticos adversos, son aspectos básicos que necesitan ser investigados (Programa Trigo y C.M, sin año)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El trabajo de investigación se efectuó en la Estación Experimental de Kallutaca, ubicada en la segunda sección del municipio de Laja de la Provincia Los Andes entre los 16° 31' 28" latitud Sur y 68° 18' 30" longitud Oeste, distante a 37 kilómetros de la ciudad de El Alto sobre la carretera internacional La Paz – Desaguadero del departamento de La Paz a una altitud de 3.902 msnm.(IGM, 2003).

3.1.1 Características del área de estudio

El municipio de Laja fisiográficamente se encuentra en la parte altiplánica, dentro de la región de la cordillera de los Andes. Se caracteriza por presentar una diversidad de espacios geográficos planos y de poca altitud conformando el piso ecológico: Altiplano Semiárido (Plan de Desarrollo Municipal, 2006-2010).

3.1.2 Clima

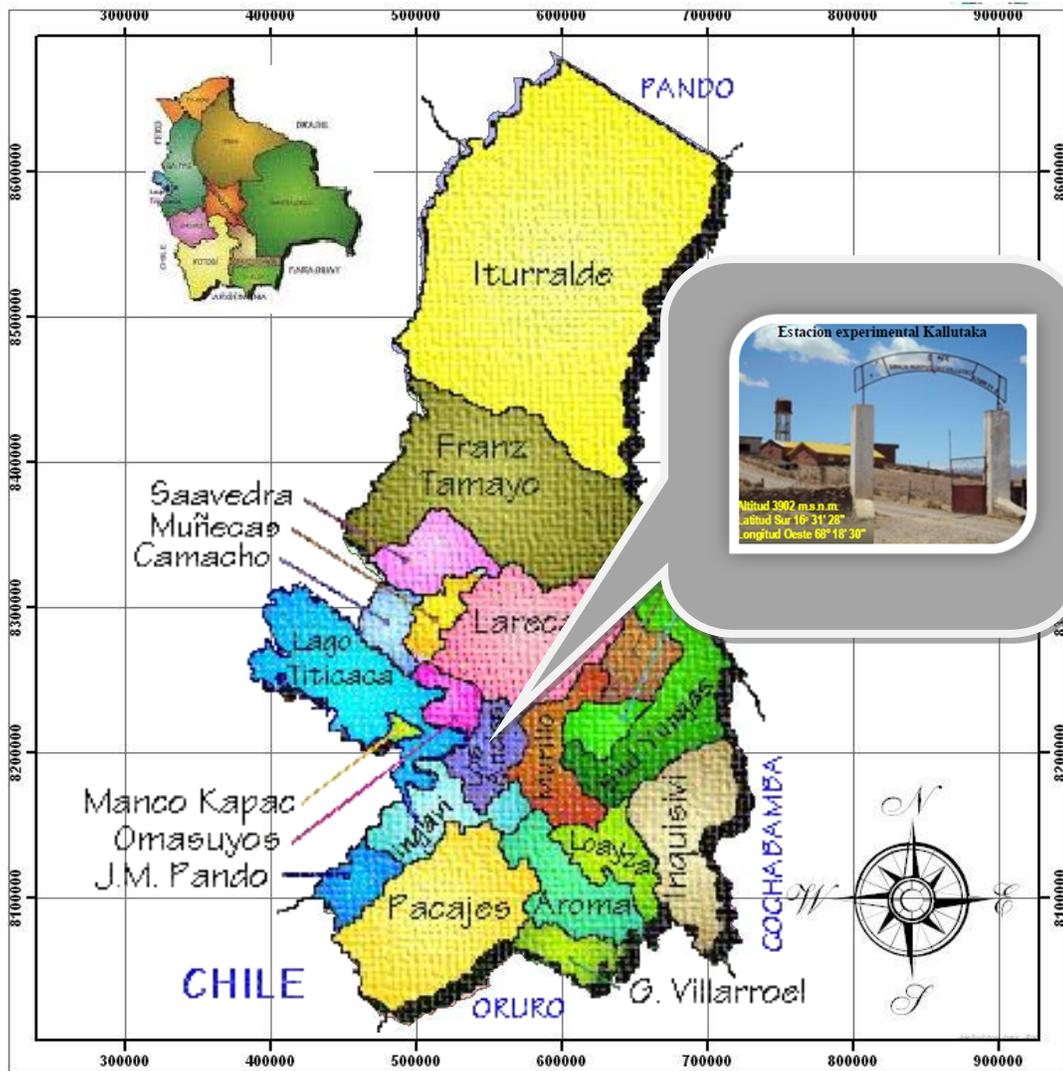
Las características agro meteorológicas registradas en la estación experimental de Kallutaca indican que la temperatura media del ambiente es de 7,1°C anual , con una humedad relativa anual de 53,3% y una precipitación anual de 613,1 mm , además de que el contexto se caracteriza por presentar un relieve topográfico planicie con prolongaciones y desniveles de 5 al 15% los cuales forman algunas pliegues y pendientes alrededor de la comunidad.

3.1.3 Suelo

Los suelos de la zona tienen principalmente textura franca o franco-arenosa con pH generalmente alcalinos por la naturaleza de la roca madre (granitos, feldespatos y micas) y bajo contenido de materia orgánica y está en función de la mineralización del nitrógeno, ya que este depende de la actividad de microorganismos en relación con la temperatura y la humedad del suelo (Salm, 1983; citado por García y Beck, 2006).

Foto 1. Mapa de localización del ensayo en una vista panorámica en la localidad de kallutaca





Leyenda

1. Murillo	8. Ingavi	15. Abel Iturralde
2. Omasuyos	9. Loayza	16. Bautista Saavedra
3. Pacajes	10. Inquisivi	17. Manco Kapac
4. Camacho	11. Sur Yungas	18. Gualberto Villarroel
5. Muñecas	12. Los Andes	19. José Manuel Pando
6. Larecaja	13. Aroma	20. Caranavi
7. Franz Tamayo	14. Nor Yungas	

50 100 200 300

Unidad de medida en Kilometros

Proyección: UTM zona 19

Datum: WGS-84

FIGURA 1. Ubicación de la Estación Experimental Kallutaca en el municipio de Laja de la Provincia Los Andes del Departamento de La Paz (IGM, 2003).

3.1.4 Vegetación

La vegetación en la zona es de carácter altiplánico semiárido donde la vegetación es; especialmente arbórea como *polylepis basseri subsp. Subtusalida*, *P. basseri subsp. Besseri*, *P Tomentelia*, así como bofe dales compuestas por *Disdicha muscoides*. Las gramíneas del genero *festuca*, *calamagrostis*, *Asistida* y *Stipa* son las frecuentes en esta zona. (Altamirano y Terán, 2005).

3.2 Materiales

3.2.1 Material Genético

El material genético que fue objeto de estudio, consistió en 12 líneas avanzadas de Trigo harinero provenientes del banco de germoplasma de Kallutaca, y que estas fueron traídas del Vivero Internacional del banco de germoplasma del Centro de Investigación de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), clasificadas como viveros de observación (BARRIGA Y GUZMÁN, 2001), que son recomendados por el programa nacional de investigación y transferencia de tecnología para el cultivo de trigo (PROTRIGO, 2001).

Las líneas en estudio fueron:

LINEA	1	LINEA	13
LINEA	3	LINEA	15
LINEA	5	LINEA	17
LINEA	7	LINEA	21
LINEA	10	LINEA	22
LINEA	12	LINEA	25

El lugar donde se realizó el estudio (kallutaca) no tenía antecedentes de zona productora de trigo porque siempre fue una zona productora de lechería y por consiguiente se sobre entiende que en este lugar solo se producía forraje para los animales.

3.3 Equipos y herramientas

3.3.1 Maquinaria, herramienta y material de campo

Para este efecto se utilizó un tractor con arado mecánico, surcadora manual, además de picotas, rastrillos, hoces, cinta métrica (50 metros) bolsas, cordel y estacas de madera y otros.

3.3.2 Material de laboratorio

En el estudio, se utilizó una balanza analítica, Biker, Vernier (calibrador), probetas, un termómetro, dos pipetas, cronometro de tiempo, tres crisoles y una regla de medición.

3.3.3 Material de Gabinete

Respecto al material de gabinete se dispuso de una computadora y todo el material de escritorio necesario como hojas, papel bond, cuadernos, lapiceros y otros.

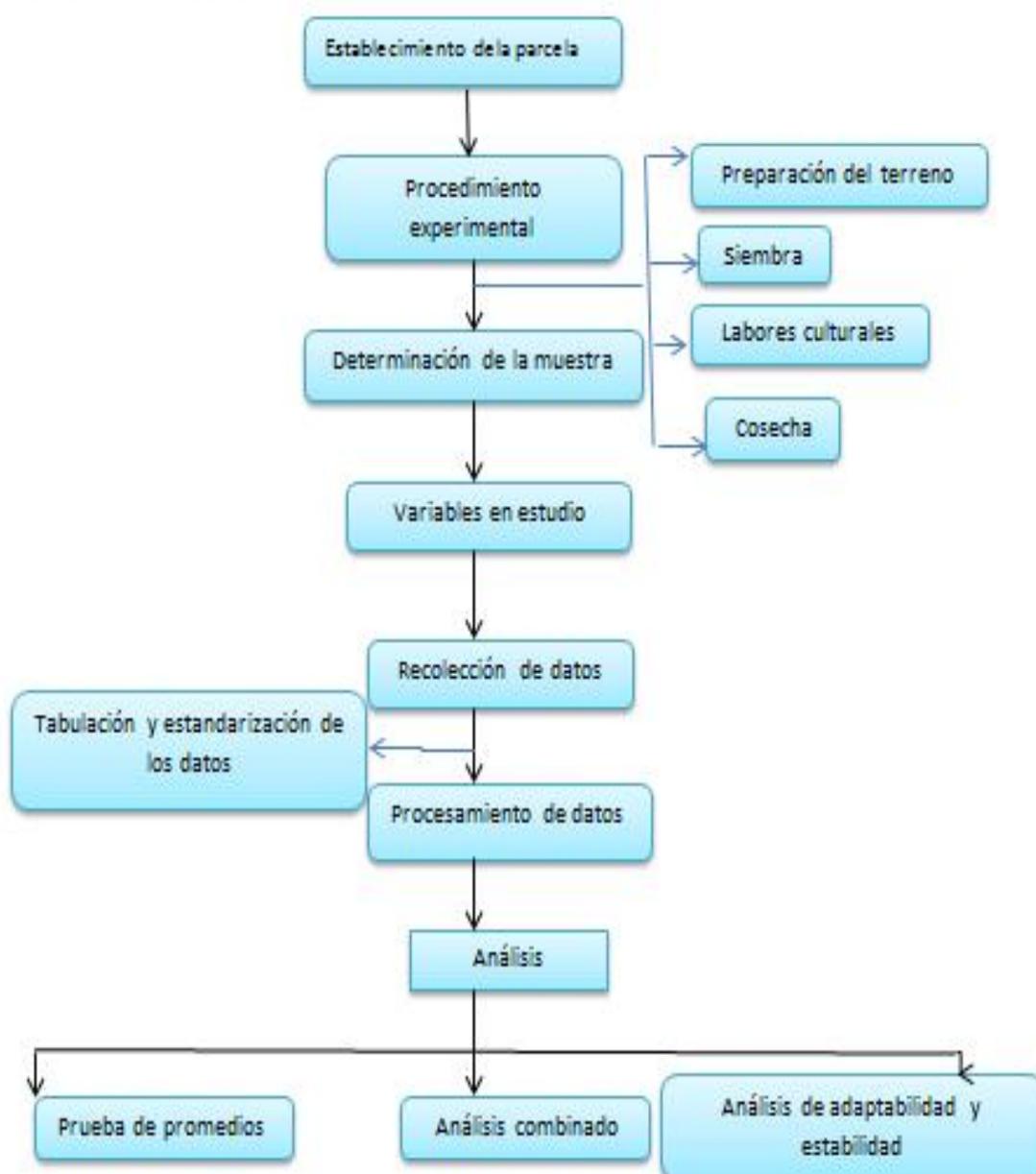
3.4 Metodología

3.4.1 Método.

El flujo grama del trabajo experimental

En la cual se muestra y se trata de demostrar la metodología que se usó durante el proceso de toda la investigación en el trigo

Flujo grama del trabajo experimental



3.4.2 Desarrollo del ensayo

3.4.2.1 Establecimiento de la parcela de observación

Para establecer e implantar las parcelas de observación, se hizo la delimitación pertinente del área en donde se cultivó en base a la cantidad de germoplasma en estudio requerido, en ambas campañas.

3.4.2.2 Preparación del suelo

Una vez establecido la ubicación de la parcela, se realizó la preparación del suelo, según el croquis de campo (Ver anexo 4). Para el mullido o desterronado y nivelación del suelo se procedió con la ayuda de un tractor agrícola, y el surcado se realizó en forma manual.

3.4.2.3 Fertilización

La fertilización del suelo se realizó con huano (90%) de corral de ovejas o conocida como abono orgánico, también se utilizó la urea (25 %) el cual compensaba el desgaste del terreno por siembras anteriores.

3.4.2.4 Siembra

Se realizó inicialmente con una surcadora manual sobre el cual se demarcaron las parcelas dentro de cada bloque experimental empleando estacas y cordel.

La siembra se hizo manualmente distribuyendo la semilla a chorro continuo a una densidad de siembra que fue de 100 kg/ha, esto en ambas campañas. Después de la siembra se aplicó abundante riego.

Características de la parcela:

- Tipo de siembra	chorro continuo
- Largo de surcos	3,0 m
- Distancia entre surcos	0,30 m
- Ancho de calles	0,50 m
- Ancho de bordes	0,50 m
- Numero de surcos de la unidad experimental	4
- Total de surcos del experimento	192
- Densidad de siembra	100 kg *ha ⁻¹
- Superficie del área cultivada	129,6 m ²
- Superficie total (con calles y bordes)	250,8 m ²

3.4.2.5 Control de malezas

El control de malezas se efectuó en forma manual, después de los 45 días a la emergencia.

3.4.2.6 Cosecha

La cosecha se realizó cuando, las plantas alcanzaron la madurez fisiológica (coloración amarillo oro), adoptándose el corte de forma manual.

Posteriormente se efectuó el venteado, la limpieza del grano y luego se procedió al envasado en las bolsas. Finalmente el material obtenido fue pesado y sometido al respectivo análisis de componentes de calidad del grano.

3.4.5 Determinación de la muestra

La obtención de la muestra se obtuvo por el método de muestreo aleatorio simple, aplicando la siguiente notación matemática:

$$n = \frac{(N^2 * Z^2 * S^2)}{(E^2 * N + Z^2 * S^2)}$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población.

Z= coeficiente de confiabilidad

S² = varianza muestral

E = error mínimo deseado

3.4.6 Variables en estudio

Establecido el número de individuos por unidad experimental, se seleccionaron cuatro plantas (muestras) de forma aleatoria para la toma de datos (excepto las variables que se miden de manera general como: días a emergencia, número de espigas por metro, madurez fisiológica, peso hectolitrico, y rendimiento en grano), los mismos que fueron identificados con marbetes correspondientes, asignándoles una identificación a cada una de ellas, tomando en cuenta el punto inicial de partida y el final.

A continuación se describen las variables en estudio sin tomar en cuenta el efecto borde, que en este caso fue de 0,5 metros en los extremos de ambos surcos de cada unidad experimental.

3.4.6.1 Días a la emergencia

Los días a la emergencia se tomaron a partir de la fecha de siembra, hasta el día que emergieron más del 50% de las plantas en cada unidad experimental.

3.4.6.2 Días al espigamiento

Se registró el número de días transcurridos desde la emergencia y que más del 50% del total de las plantas de cada unidad experimental mostraran espigas emergidas en $\frac{3}{4}$ de la hoja bandera.

3.4.6.3 Días a la madurez

El número de días a la madurez se registró desde la fecha de emergencia hasta que más del 50% de las plantas en cada parcela manifestaran coloración amarillo-oro (madurez fisiológica).

3.4.6.4 Altura de planta

La altura de la planta se midió en el tallo principal de cada planta, desde la base del tallo hasta la punta de la espiga, excluyendo la barba. Se efectuaron mediciones en diferentes sectores de cada parcela obteniéndose luego un promedio.

3.4.6.5 Número de macollos

El número de tallos o número de macollos, se determinó contando los brotes por planta, para ello se realizó un muestreo de un metro lineal de surco en cada parcela, se consideraron solo macollos fértiles (con espiga).

3.4.6.6 Número de plantas por metro cuadrado

El número de plantas por metro cuadrado se midió a partir de un muestreo en un metro lineal de surco, en el cual se realizó el conteo de número de plantas y al azar de cada unidad experimental.

3.4.6.7 Longitud de espigas

La longitud de espiga se midió en el tallo principal desde el punto de inserción hasta la punta de la espiga (excluyendo la barba), esto se realizó en cuatro muestras por cada unidad experimental.

3.4.6.8 Número de espiguillas por espiga

El número de espiguillas por espiga se determinó contando el número de espiguillas en la espiga del tallo principal, lo cual se realizó con una muestra de cuatro espigas en cada unidad experimental.

3.4.6.9 Número de granos por espiga

El número de granos por espiga se determinó a partir del conteo del número de granos de la espiga del tallo principal. Las mediciones se efectuaron en una muestra de cuatro espigas en cada unidad experimental obteniéndose luego un promedio.

3.4.6.10 Peso hectolitrico

El peso hectolitrico (kg/hl) para cada parcela, se determinó mediante una balanza hectolitrica, empleándose para tal propósito grano limpio exento de impurezas

3.4.6.11 Peso de 1000 granos

Previamente se realizó el conteo de 1000 granos del total de cada unidad experimental, procediéndose luego a la determinación del peso mediante una balanza de precisión.

3.4.6.12 Tipo de grano

El tipo de grano (tamaño, llenado y color de grano), se determinó a través de una simple observación, bajo la siguiente escala:

1 = muy chupado

2 = chupado

3 = casi lleno

4 = lleno

Obteniéndose así, los datos de los individuos muestreados de cada unidad experimental.

3.4.6.13 Presencia de plagas

La presencia de plagas se observó en cada unidad experimental después de la emergencia, de las plantas.

3.4.7 Procesamiento de datos

La información colectada fue vaciada en una base de datos diseñadas en una hoja Excel, donde se hizo el ingreso de los datos en forma secuencial. El procesamiento estadístico se la realizo con los paquetes estadísticos como el Sas versión 9.1, Spss versión 20 y el software estadístico S-PLUS 2000.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

3.5.1 Análisis de varianza individual

El análisis se realizó por parcela de cada variedad y por campaña tanto de la 1^{ra} (2010) como de la 2^{da} (2011) las cuales fueron analizadas bajo el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Promedio de la i-esima variedad en la j-esima repetición

μ = Media general

T_i = Efecto de la i-esima variedad

B_j = Efecto de la j-esima repetición.

E_{ij} = Error intra bloques o interparcelas(error experimental)

3.5.2 Análisis de varianza combinado

Para determinar la magnitud del efecto de la interacción del genotipo en el ambiente sobre el rendimiento en grano, se hizo un análisis de varianza combinado para las dos campañas agrícolas bajo el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + L_k + B_j(k) + (TL)_{ik} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Promedio de la i-esima variedad en la j-esima repetición en la k-esima campaña

μ = Media general

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento (variedad).

L_k = Efecto de la k-esima campaña.

$B_j(k)$ = Efecto de la j-esima repetición dentro de la k-esima campaña.

$(TL)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i-esimo tratamiento y la k-esima campaña.

E_{ijk} = Error aleatorio, debido a las diferencias de respuesta del i-esimo tratamiento en el j-esimo bloque dentro de la k-esima campaña.

3.5.3 Comparación de medias de variedades

Para realizar la comparación de promedios de variedades, se aplicaron pruebas de rango múltiple DMS al 5% de significancia.

3.5.4 Análisis de estabilidad fenotípica

El análisis de estabilidad fenotípica para cada línea se utilizó el modelo de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966), utilizando los estimadores de los parámetros:

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i I_j + J_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Promedio de la i-esima variedad en el j-esimo ambiente (campaña).

μ_i = Promedio de la i-esima variedad a través de todas las campañas.

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-esima variedad a la variación de campañas.

I_j = Índice ambiental que resulta de restar el promedio general al promedio del j-esimo ambiente.

J_{ij} = Desviación de la regresión de la i-esima variedad en el j-esimo ambiente.

Los parámetros de estabilidad se estimaron de la siguiente forma:

$$I_j = (\sum_i Y_{ij} / \mu) - (\sum_i \sum_j Y_{ij} / vn)$$

Donde el índice ambiental promedio es igual a cero:

$$\sum_j I_j = 0$$

Parámetro de estabilidad b_i :

$$B_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$$

Parámetro de estabilidad S^2_{dj} :

$$S^2_{dj} = (\sum_j S^2_{ij} / n-2) - S^2_e / r$$

Dónde:

S^2_e / r = Es el estimador del error conjunto, y r es el número de repeticiones en cada ambiente j.

S^2_e = Se calcula con un promedio ponderado de los errores experimentales, es el promedio conjunto de los errores de todos los experimentos involucrados en cada análisis de varianza que interviene en la estimación de los parámetros de estabilidad.

$$\sum_j \sum^2 ij = (\sum_j Y^2 ij - Y^2 / n) - (\sum_j Yij lj)^2 / \sum_j l^2 j$$

Mediante este modelo se puede dividir la estimación genotipo-ambiente para cada variedad en dos partes, primero la variación, debido a la respuesta lineal que tiene una variedad de índices ambientales variados, la segunda desviación inexplicable de la regresión sobre el índice ambiental.

Cuadro 1. En el presente cuadro se ve el significado de los parámetros para estabilidad y adaptabilidad para diferentes situaciones para las 12 líneas en estudio (Eberhart y Russell)

Valor	Comportamiento
$b_i = 1$	Estabilidad media. Asociado con rendimientos altos: adaptabilidad general; rendimientos bajos: pobre adaptabilidad
$b_i > 1$	Genotipos sensibles. Adaptación a ambientes favorables
$b_i < 1$	Resistencia a cambios ambientales. Adaptación a malos ambientes
$b_i = 0$	Estabilidad absoluta. Asociado con rendimientos altos: genotipo ideal
$S^2_{di} = 0$	Buena estabilidad.
$S^2_{di} > 0$	Mala estabilidad

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Aspectos climáticos

El ciclo agrícola 2010 Y 2011, según el climadiagrama de la Figura 5, muestra el comportamiento climatológico para el periodo que comprende el estudio (septiembre 2010 hasta mayo 2011). Las precipitaciones de interés para el cultivo registradas durante los nueve meses de la investigación fueron de 408,1 mm, donde las mayores precipitaciones pluviales mensuales se presentaron desde mediados de diciembre hasta febrero con 128,7; 59,3; y 155,8 mm respectivamente.

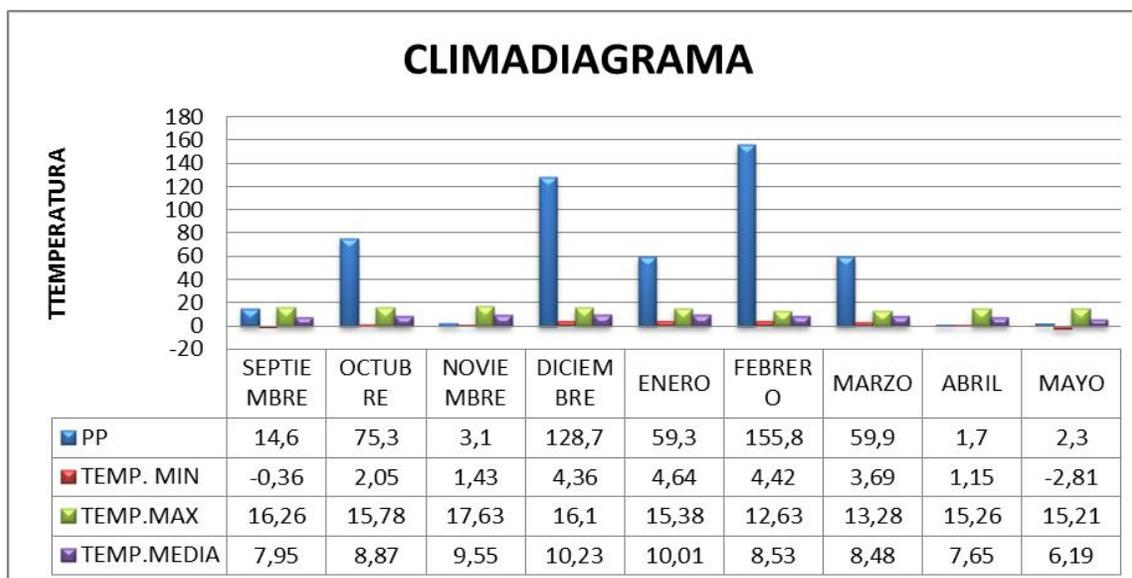


Figura 5. Climadiagrama de la estación experimental Kallutaca en el estudio de adaptabilidad y estabilidad de 12 líneas promisorias de trigo en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010–2011 (Estación meteorológica Kallutaca, 2010).

El déficit hídrico (después de la siembra), fue marcado durante dos meses del periodo vegetativo, destacándose la falta de precipitaciones durante los meses de septiembre y noviembre, donde normalmente se acentúa el consumo de agua para la emergencia de las plántulas por lo que se tuvo que regarse de forma manual.

Bajo estas condiciones de precipitación, se puede decir que durante el periodo de investigación estuvieron distribuidas de forma relativamente variadas en todo el ciclo del experimento. Se presentaron también granizadas en algunas oportunidades durante el ciclo de desarrollo del cultivo, de los cuales (17 de mayo) se manifestaron con poca intensidad ya que las líneas de trigo en investigación se encontraban en la etapa final de la maduración fisiológica, afectando al rendimiento del trigo, provocando de esa manera una pérdida de 1 hasta el 2 % en grano aproximadamente.

La temperatura media fue de 10,23 °C, registrándose también 10,1 y 8,5 °C como máxima media y mínima media respectivamente. En la Figura 6 se muestra una relativa variación de las temperaturas durante el ciclo vegetativo del cultivo del trigo, evidenciándose temperaturas por debajo a 0 °C, extendiéndose las heladas hasta los meses de

septiembre y octubre, los cuales no causaron daño de mayor significancia debido a que las plantas se encontraban en inicios de la emergencia.

En el mes de octubre especialmente en noviembre entrando en la etapa mismo del macollaje se vieron afectadas estos cultivares, debido al aumento de temperatura y el déficit hídrico presentado.

4.2 Análisis individual

4.2.1 Días al espigamiento

El análisis de varianza individual manifiesta (Cuadro 1) una significancia estadística para las líneas en estudio. Donde se puede evidenciar que la línea doce de la 1^{ra} campaña como la más precoz de las líneas en estudio.

La diferencia entre la 1^{ra} y la 2^{da} campaña es significativamente marcada para las líneas en estudio, esto debido a que se presentó todo el potencial de los genotipos. De la misma manera el análisis de varianza efectuado nos permite apreciar que no existe significancia para los bloques. Esto nos da a entender que no afecta en el desarrollo del espigamiento en lo que son los bloques.

Tabla 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza correspondientes a número de días al espigamiento de 12 líneas de trigo.

Fuente	1 ^o campaña	F-valor	2 ^o campaña	F-valor
bloque	49,248	NS	1,005	NS
Trat.	120,228	*	4,687	*
error	56,997		2,369	
total				
c.v	8,36%		2,08%	

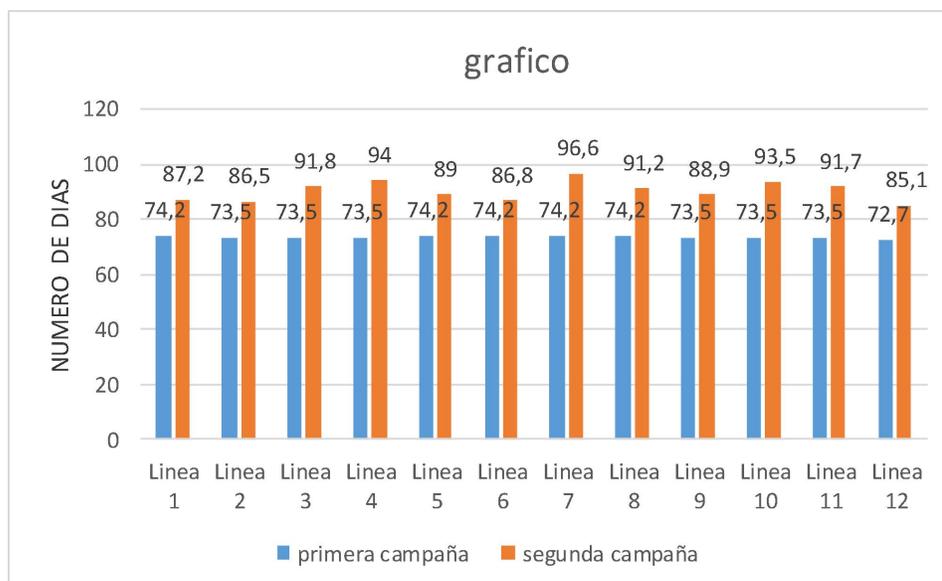
Fuente: elaboración propia (2014)

El promedio en ambas campañas de todas las líneas se registró con 81,9 días siendo el menor con 72,7 días en la línea doce, en la 1^{ra} y la 2^{da} campaña y el valor más alto se presentó con 96,6 días en la línea siete de la segunda campaña (figura 6).

Observando que los mejores promedios se encuentran con 73,7 días la cual se encuentra en la 1^{ra} campaña y seguidamente con 96,6 días en la segunda campaña. Por otra parte se puede observar a la línea doce como la más precoz con 72,7 días y las más tardías podíamos señalar a las líneas siete, cuatro, tres, ocho, diez y once.

La diferencia entre campañas son menos marcadas, y de la misma manera existe diferencias en las líneas, esto se debe a que el potencial genético en esta fase es diferente debido principalmente a la diversidad en origen genético de las líneas.

Figura. 6 Número de días al espigamiento de 12 líneas de trigo harinero en las campañas (2010-2011).



4.2.2 Altura de planta

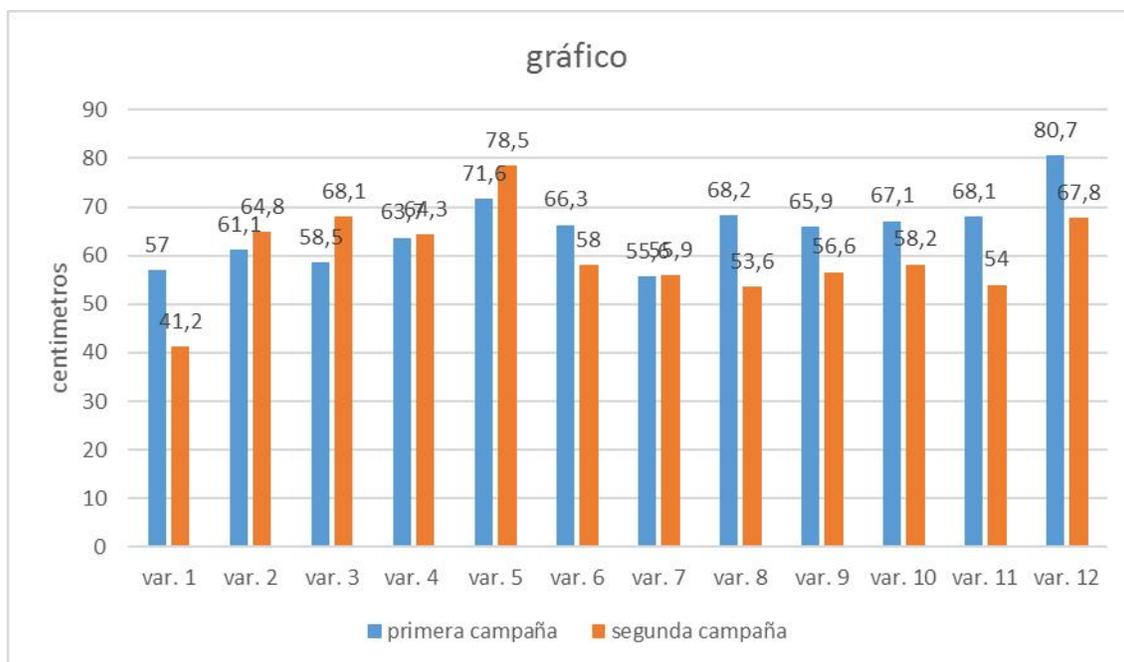
Para esta variable, se determinó que existen diferencias significativas entre bloques (cuadro 2), pero no así en las líneas esto nos indica que existe una cierta diferencia por el efecto de los bloques lo que no sucede con las líneas.

Al observar los resultados obtenidos en altura de planta, en promedio general la que más sobre salió fue la línea doce de la 1^{ra} campaña (figura 7) a comparación con las demás líneas.

De la misma manera se puede observar que la línea uno de la segunda campaña fue la más inferior en altura con respecto a esta característica.

También se puede observar que en la segunda campaña el más sobre saliente fue la línea cinco que obtuvo una altura de 78,5 cm con respecto a las demás líneas.

Figura 7. Altura de plantas de 12 líneas de trigo harinero en las campañas (2010-2011)



Al respecto, Condori (2005), reporto alturas de plantas de trigo en promedio de 78, 81 y 91 cm en Charazani, Mocomoco y Chuma respectivamente, los cuales muestran alturas superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación. Sin embargo en este período de desarrollo, las líneas de trigo en general sufrieron una importante restricción hídrica, que probablemente disminuyeron la tasa de crecimiento e influyeron sobre las condiciones de crecimiento y desarrollo de las plantas, retardando de esta manera la fase fenológica.

Varela (2010) reporto que, el crecimiento vegetativo está en función de la sequía, el cual es causado por la insuficiencia hídrica (precipitación), sometiendo a las plantas a un estrés hídrico.

El promedio más alto lo obtuvo la línea doce en la primera campaña con 80,7 cm seguido de la línea cinco con 78,5cm de la segunda campaña. En general se puede apreciar que tanto en las campañas como en las líneas se encuentran diferencias notorias, esto posiblemente por las características que expresa cada línea.

Esta variable en particular es importante en la cosecha ya que está directamente relacionado al acame de los cultivos a consecuencia de granizadas y fuertes vientos que son típicos en la zona altiplánica.

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza correspondientes a la altura de plantas de las 12 líneas de trigo.

f fuente	1º campana	F-valor	2º campana	F-valor
bloque	21,232	*	51,315	*
Trat.	5,854	NS	24,518	NS
error	9,657		12,619	
total				
c.v	8,49%		8,02%	

Fuente: elaboración propia (2014)

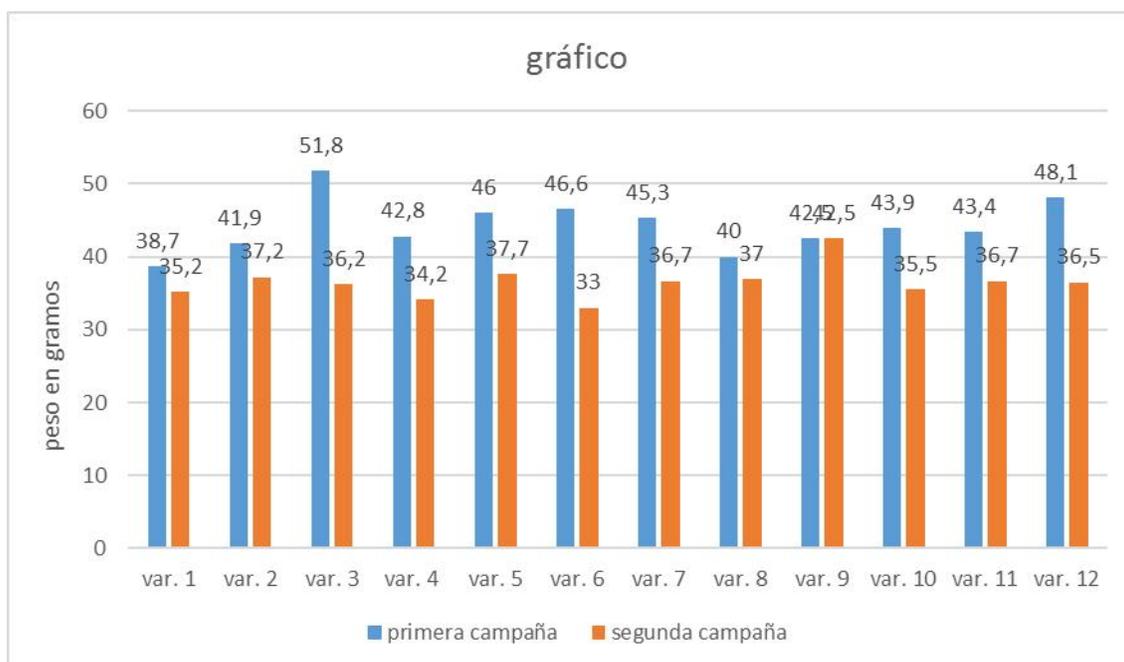
Las variaciones en altura entre las líneas posiblemente sean debidas a las características genotípicas y fenotípicas de cada una de las líneas, sumados a estos los efectos medioambientales, que en la época se presentaron este hecho se corrobora por Gomes (1992), que indica que existen una directa relación entre la cantidad de precipitación y altura de planta.

Complementando, Gómez (2001), señala que la gran importancia de la resistencia al acame en la obtención de buenos rendimientos indica al mismo tiempo que los tallos cortos y fuertes aumentan la duración es decir que el trigo puede permanecer en pie sin romperse, la altura promedio de trigo en zonas altiplánicas llegarían a 70 – 90 cm.

4.2.3 Peso de mil granos

El análisis de varianza para esta variable muestra que no existen diferencias significativas entre bloques (cuadro 3), tanto como para la primera y la segunda campana.

Figura 8. Peso de mil granos de 12 líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia en las campañas (2010-2011).



El promedio más alto, se obtuvo en la línea tres con 51,8 g, seguido de la segunda campaña con 42,5 días, mientras que los más bajos se presentaron en las líneas uno con 38,7 g y 33 g de la línea seis de la 1^{ra} y 2^{da} campaña respectivamente (Figura 8).

En la primera campaña se aprecian la existencia de líneas, con un buen peso de mil granos lo que permite apreciar la existencia de genotipos que lograron una buena formación y llenado de granos lo que nos permitirá seleccionar a los mejores genotipos principalmente por formación de granos.

La segunda campaña muestra una media general de 36,5 g para el peso de mil semillas con rangos de 42,5 g en la línea nueve y 33 g en la línea seis. Según el análisis de varianza, en esta campaña se mostró diferencias altamente significativas entre líneas.

Cuadro.3 Cuadrados medios de los análisis de varianza para el peso de mil granos de doce líneas de trigo.

	1º		2º campaña	
fuelle	campaña	F-valor		F-valor
bloque	363,539	NS	181,549	NS
Trat.	308,127	*	492,306	**
error	58,453		53,854	
total				
c.v	12,67%		11,19%	

Fuente elaboración propia (2014)

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inducir que existe una relación directamente proporcional entre el peso de mil granos y el peso hectolitrico, sin embargo esta relación depende del cuajado del grano y de otros factores ambientales.

Al respecto, San Martín (2001) menciona que el peso de mil granos influye en la calidad del grano teniendo como rango mínimo de 35 gramos. Por lo que las líneas de trigo mayores a 35 gramos se pueden atribuir a las características genéticas de las cuales son descendientes y desarrolladas en el medio geográfico de estudio favorable.

Según San Martín (2001), reporta 32 gramos el peso promedio de mil granos para la variedad Totorá 80. Mientras que Gómez y Gabriel (2001), obtuvieron: 30,0; 30,5; 29,5; 30,2 y 33,2 gramos para las líneas MAYA / NAC // TEM 5482, VEE”S” / SNB”S” // CNDR”S”, DOVE “S” / BUC”S”, Tepoca T89, Australiano (Var. Criolla) respectivamente

4.2.4 Tamaño de grano

En los análisis de varianza realizado para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre bloques (cuadro 4) esto indica que el desarrollo de las variedades no influyen en los bloques.

Cuadro 4. Cuadrados medios de los análisis de varianza de los tamaños de los granos de doce líneas de trigo.

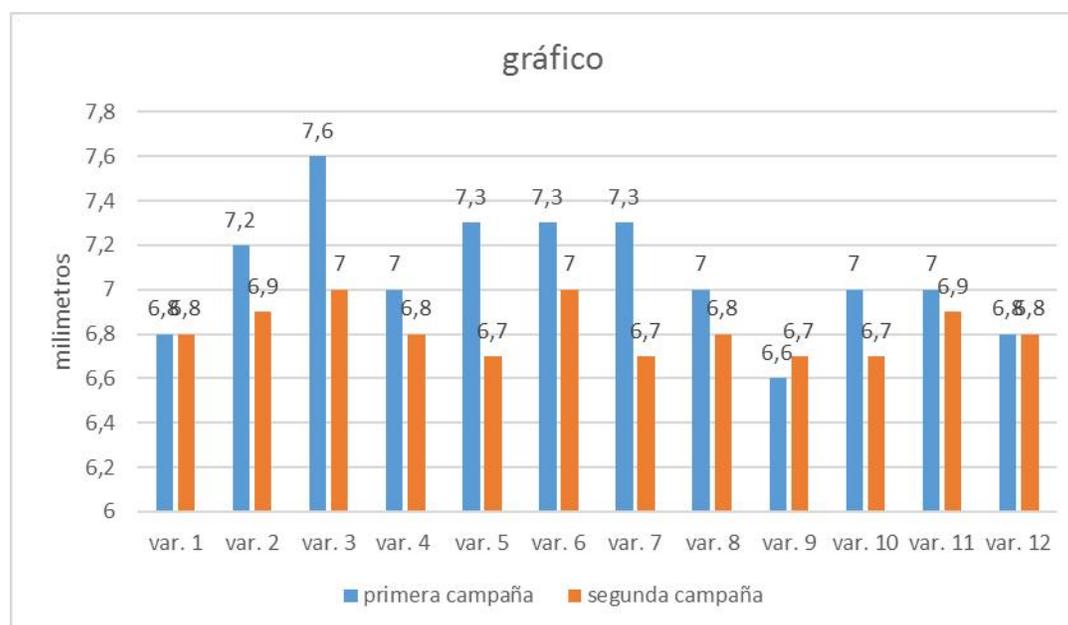
	1º		2º	
fuerce	campaña	F-valor	campaña	F-valor
bloque	0,0481	NS	0,306	NS
Trat.	0,031	NS	0,023	**
error	0,068		0,101	
total				
c.v	3,82%		4,47%	

Fuente: elaboración propia (2014)

En las campañas, el promedio general se encuentra de la siguiente manera: con 6,9 mm teniendo en cuenta que en la primera campaña oscila entre 7,3 y 7,6 mm en las líneas cinco, seis, siete y tres que se encuentran en la primera campaña.

En la segunda campaña también se encontró diferencias con respecto al tamaño de los granos que oscilan entre 6,6 y 7 mm y esto en las líneas tres; seis y nueve.

Figura 9. Tamaño de grano de 12 líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia en las campañas (2010-2011).



Según los datos obtenidos, en la primera campaña se obtuvo una buena producción según el tamaño de granos, sin embargo en la segunda campaña hubo una variación o descenso del tamaño de grano y por ende una reducción de la producción pero sin tener un importante significativo, como se indica en los datos obtenidos.

Esto podría ser causado por las variaciones climáticas existentes en el área de estudio y afectar en el estado fenológico de llenado del grano que no logro concretar de manera satisfactoria su madurez.

4.3 Análisis de varianza combinado para rendimiento

El análisis de varianza combinado realizado a los rendimientos en las campañas nos muestra diferencias altamente significativas entre las dos campañas mostrando de esta manera que cada campaña tiene un comportamiento particular en cuanto al rendimiento.

De esta manera se puede evidenciar que los genotipos en estudio en ambas campañas tienen características medio ambientales singulares las mismas que difieren entre sí (ver cuadro 5).

Con relación a los tratamientos (líneas) no se encontraron diferencias significativas (cuadro 5) esto nos da a conocer que no existió alguna varianza en cuanto a lo que son las líneas (tratamientos). Pero también se aprecia la no significancia del tratamiento por gestión lo cual significa que no existe diferencia relativa entre estos (gestión*tratamiento). Pero según Márquez (1976) señala que cuando los genotipos son sometidos a diferentes ambientes, los rendimientos son previsibles.

Para cada campaña realizada se puede apreciar que existen las variedades sobresalientes y deseables coincidentemente el hecho de que la mejor variedad o variedades se encuentre en las campañas como la mejor, esto debido a la interacción entre campañas. Tal como lo señala Falconer. (1981).

Según Córdoba (1975) afirma que también se observa que cada variedad no se comporta de la misma manera en todas las campañas, se nota que tienen cierta propiedad es decir, que para cada campaña en particular tiene ciertas variedades promisorias, este hecho

resalta la importancia de usar una campaña diferente de la otra para determinar la adaptabilidad de cada genotipo y la necesidad de estudiar esta respuesta relativa a través del tiempo en una misma localidad tal como lo señala De La Loma(1982).

Cuadro 5. Cuadro del análisis combinado de 12 líneas de trigo harinero en el altiplano norte de Bolivia.

f fuente	DF	cuadrado de la media	F-valor	pr>f
gestión	1	668,870	17,00	0,0062 **
B(gestión)	6	39,336	2,36	0,0401 *
trat	11	19,892	1,19	0,3099 NS
gestión*trat	11	18,417	1,10	0,3727 NS
error	66	16,688		
total	95			
c.v	14,97%			

Fuente elaboración propia (2014)

El coeficiente de variación fue de 14,97% que se encuentran enmarcado dentro de los límites de tolerancia lo cual nos permite afirmar que la información evaluada es confiable.

4.4 Análisis de estabilidad fenotípica

El análisis de varianza de estabilidad fenotípica nos permite observar las diferencias no significativas para ambiente lineal, y significativo para las variedades. Esto significaría que existe una significancia en variedades porque se manifestó en plenitud su máximo potencial genotípica de las líneas y con respecto a la no significancia de la localidad lineal, no existe diferencia debido a que las condiciones medio ambientales tanto en la 1^{ra} o 2^{da} campaña son las mismas con algunas variaciones sobre el clima que presenta esta localidad. Mientras que para el efecto variedad*ambiente (lineal) se determinó que no existe significancia estadística entre líneas para sus coeficientes sobre los índices ambientales deduciéndose que no se presentan diferencias en las respuestas de los genotipos de las campañas.

Las pruebas de las desviaciones de la regresión y los valores de F calculadas y comparadas con sus valores tabulares para cada línea mostraron significancia en las líneas uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, ocho, nueve, once y doce lo que indican que

estas líneas son frágiles y que la respuesta de dichos genotipos a cambios del tiempo, no se ajusta a un modelo de regresión lineal, de acuerdo a las observaciones de Villena (1985) citado por Cusicanqui (1992).

Las demás líneas no presentaron significancia estadística lo cual nos indica que estos mostraron que existe adaptación al medio ambiente donde se los ubico y por lo cual serian consistentes entre estas líneas tenemos a la línea 7 y la línea 10 las cuales estarían involucradas en que existe adaptación en el medio.

Cuadro 6. Análisis de varianza de estabilidad fenotípica de las doce líneas de trigo harinero para el altiplano norte de Bolivia.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
total	23				
variedad	11	208313792	18937617,4	8,429	*
localidad	12	6552254,5	546021,2	0,243	NS
loc+(loc*var)	24	8819473,59	367478,06	0,163	NS
loc (lineal)	1	6552254,5	6552254,5	2,916	NS
loc*var(lineal)	11	2375860,97	215987,3	0,096	NS
desviación conjunta	12	26959712,9	2246642,7	52,952	*
línea 1	1	1615503,12	1615503,12	38,076	*
línea 2	1	887511,64	887511,64	20,918	*
línea 3	1	1348082	1348082	31,773	*
línea 4	1	19750075,49	19750075,49	465,49	*
línea 5	1	1323564,5	1323564,5	31,195	*
línea 6	1	876488	876488	20,658	*
línea 7	1	70537,69	70537,69	1,662	NS
línea 8	1	450300,5	450300,5	10,613	*
línea 9	1	602802	602802	14,207	*
línea 10	1	34848	34848	0,821	NS
línea 11	1	19089899,67	19089899,67	449,93	*
línea 12	1	11052300,25	11052300,25	260,49	*
error conjunto	66	2800241,288	42427,9		

Fuente: elaboración propia (2014)

EL 57% de las variedades presentan un b_i estadísticamente igual a uno y un coeficiente de regresión $S^2_{d_i}$ igual a cero es decir que se comporta bien en cualquier ambiente considerándose así a todas estas como líneas adaptables.

De acuerdo al estudio realizado las líneas que presentan un $b_i > 1$ y $S^2 d_i > 0$ son las que presentan o tienen mejor respuesta a los buenos ambientes y estos son líneas que tienen una buena respuesta a ambientes favorables e inconsistentes y a este grupo pertenecen las líneas uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis porque estas serían líneas súper sensibles y sub predecibles de rendimiento intermedio.

El 25% de las líneas en estudio presentan valores de $b_i < 1$ y $S^2 d_i > 0$, estas líneas tienen mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes entre estas tenemos a las líneas siete, ocho, diez, once y doce (clasificación de Carballo y Márquez 1970).

Cuadro 7. Tabla Resumen de los coeficientes, desvíos de la regresión y los valores de t calculada.

VARIEDADES	COEF. DE REG.	B j-1	Desvíos de reg.	Tc	Tt a=0.05
L 1	1,72	0,72	797143,5	537,3	12,706
L 2	1,274	0,274	876904,6	201,4	*
L 3	1,571	0,571	1337475	425,3	*
L 4	1,423	0,423	19739468,5	313,4	*
L 5	1,556	0,556	1312957,5	410,4	*
L 6	1,266	0,266	865881	194	*
L 7	0,359	-0,641	59930,7	-477,6	NS
L 8	0,908	-0,092	439693,5	-67,1	NS
L 9	1,05	0,05	592195	37,3	*
L 10	-0,252	-1,252	24241	-932,8	NS
L 11	0,943	-0,057	19079292,6	-37,3	NS
L 12	0,177	-0,823	11041693,2	-611,9	NS

Fuente: elaboración propia (2014)

Los parámetros de estabilidad del método Eberhart y Russell tienen efectividad en la discriminación de cultivares basados en su respuesta a distintos ambientales en razón de que son siempre deseables aquellas líneas que presentan rendimientos altos y coeficientes de regresión iguales a uno y sus desviaciones de regresión iguales a cero tal como lo señala Gomes(1992).

En este caso serían deseables estas líneas que se categorizan (Carballo y Márquez) ya que responden claramente y de manera confiable a los cambios ambientales tanto favorables como desfavorables tal como indica Márquez (1976)

En este caso, si las líneas están dirigidas a zonas en donde las variaciones de ambientes sean predecibles o impredecibles estas deben de tener un $b_i=1$ y un $S^2d_i=0$ y si la región presenta condiciones favorables o desfavorables más o menos constantes tras años y demás es factible recomendar a las líneas con valores de b_i mayores o menores que uno y S^2d_i de cero o cercanos a cero. Se debe considerar además ciertos aspectos como la calidad del grano, resistencia a las enfermedades, preferencias del agricultor entre otras cosas.

En los resultados obtenidos en estas campañas de trigo, muestran con claridad que las líneas que tuvieron mayor efectividad, en lo que es la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos, son las líneas ocho, once y nueve, con rendimientos de 6682 6494 y 7152 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Cuadro 8. Cuadro índices ambientales del modelo Eberhart y Russell (1966) para la localidad en estudio de las doce líneas de trigo.

campañas	Índice ambiental (Ij)
Segunda campaña	-522,5041667
Primera campaña	522,5041667

Fuente elaboración propia (2014)

Los índices ambientales (Ij), determinados mediante el método de Eberhart y Russell, clasifican las campañas en estudio tanto a la primera como a la segunda de la siguiente manera: la primera que es un ambiente malo o no muy favorable es decir que hubo un rendimiento muy poco con respecto al otro, los cuales de acuerdo a sus características

Climáticas que se presentaron (precipitaciones, humedad, relativa, vientos, etc.). Los cuales influyeron de gran manera por que puede presentarse en las campañas una relativa variación con respecto a la variación climática del ambiente.

4.5 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Este análisis se empleó para determinar las variables relevantes que expliquen la mayor información de la variabilidad contenida en el conjunto original de datos, considerando como un paso previo al análisis de conglomerados.

Este método consiste en transformar un conjunto de variables originales a un nuevo conjunto de componentes o factores. Cada componente principal explica una proporción de la variabilidad total, donde el primer componente es aquel en el que mejor se proyecta la variabilidad de la muestra. En este sentido, el segundo que mejor se proyecta es el segundo componente, y así sucesivamente hasta el último componente principal.

La variabilidad total explicada por un factor viene dada por el auto valor correspondiente (Auto valores iniciales: Total), donde la suma de todos los auto valores coincide con el número de variables observadas. La razón de dicha coincidencia radica en que el análisis se realiza sobre una transformación de las p variables tal que la variabilidad total de la nube de puntos, considerando los valores transformados, es igual a p . El porcentaje de la variabilidad total de la muestra explicado por dicho factor viene dada por el porcentaje de la varianza es igual a:

Porcentaje de la varianza = $F_1...F_n / p * 100$ (Ferrán, 2001)

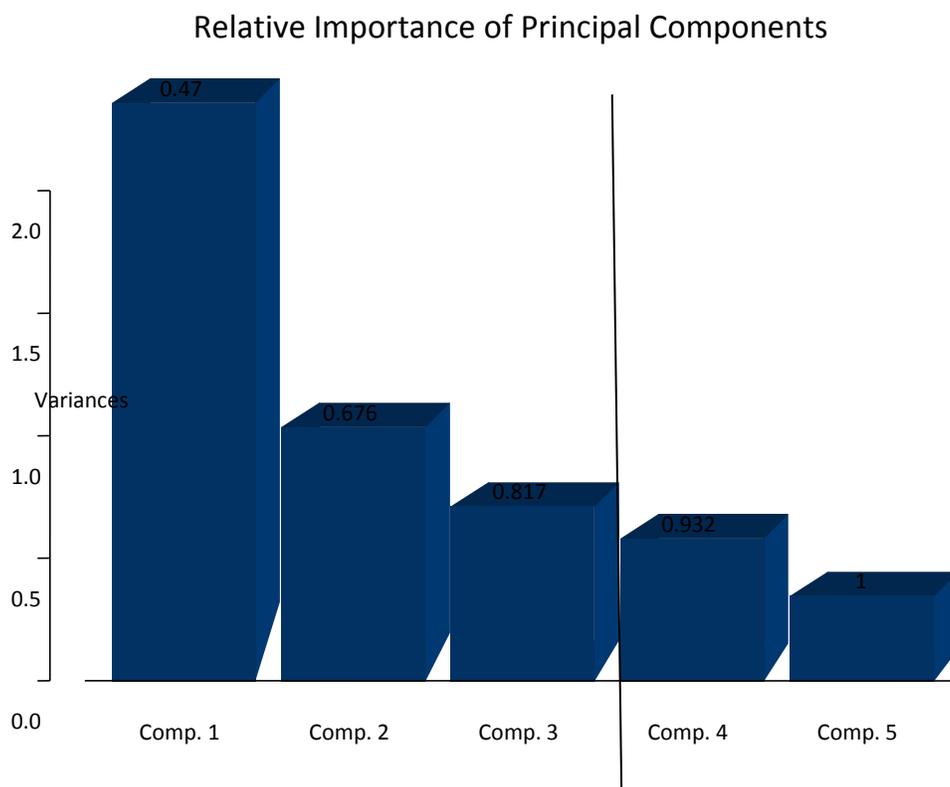


Figura 3. Gráfico de sedimentación de los componentes principales de acuerdo a varianza de 12 líneas avanzadas de trigo del vivero internacional del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010-2011.

Las variables independientes fueron transformadas a componentes principales, estas fueron interpretadas tomando en cuenta sus valores, sus vectores propios y la varianza total explicada por cada uno de los componentes, así como la proporción de la varianza total acumulada.

Los resultados obtenidos en este estudio, se interpretaron en función al valor propio (peso o varianza de cada eje) de cinco componentes principales (Figura 3). De acuerdo al criterio de Cliff (1987); citado por Franco e Hidalgo (2003), se consideró a tres de estos componentes principales; el primero con 32,7%, el segundo con 15,7%, el tercero con 13,3 el cuarto con 12,1% de la varianza total, se logró representar el 73,9% de la varianza total acumulada.

El gráfico de sedimentación de componentes principales de la Figura 3, muestran los valores comunes, confirmando que más allá de los tres componentes (del componente 4 y 5), la tasa de ganancia de información asociada a la inclusión de un componente adicional se reduce significativamente, donde cada variable ha contribuido diferencialmente a la formación de cada uno de los componentes principales.

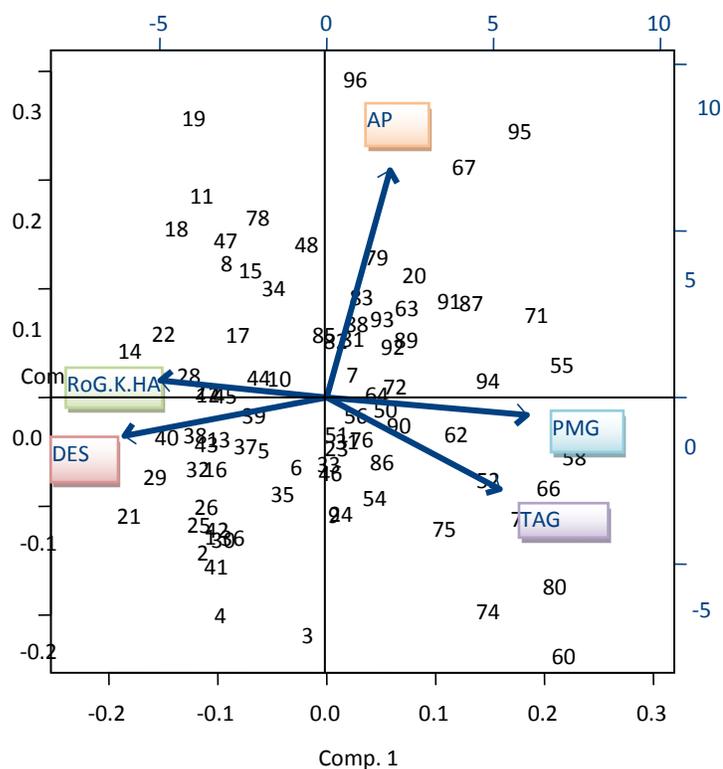


Figura 4. Biplot para componentes principales de rendimiento de 12 líneas avanzadas de trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2010-2011.

Con la finalidad de mostrar de forma conjunta la distribución de las cinco variables cuantitativas, recurrimos a la construcción y representación gráfica de los mismos en un plano bidimensional para los dos primeros componentes principales, de manera que se puedan observar las proyecciones de las variables.

En la Figura 4, se puede advertir de forma clara los resultados del análisis de componentes principales de un primer grupo, donde las variables: peso de mil granos,

tamaño del grano son las más correlacionadas y mejor explicadas. Así mismo, estas se encuentran alejadas del origen formando ángulos menores a 90°. Esto significa que cuando una de las variables aumenta la otra variable también aumenta por la correlación existente entre las mismas.

La variable altura de planta se encuentra muy correlacionados, los cuales se encuentran alejados al origen, por lo que se encuentran mejor representados en este componente formando un segundo grupo. Esta representación nos muestra que a mayor altura de las plantas, mayor será el rendimientos de granos esto por el mayor desarrollo del espigamiento de los granos y la madurez fisiológica. En consecuencia, este análisis demuestra que las líneas: diez, once, doce, y siete con rendimiento de grano de: 7152, 6682, 6649 y 6494 kg.ha⁻¹, se encuentran entre los más sobresalientes, mostrándose significativamente las variables: longitud de espiga, peso hectolitrico y peso de mil granos.

Estos resultados muestran como genotipos superiores a las líneas diez, once, doce y siete cuyo incremento en la productividad podría lograrse con base en el rendimiento, apoyados en las variables anteriormente citadas considerando un índice de selección construido con las tres variables. Al respecto Grieve *et al.*, (1992), observaron que el mayor rendimiento en grano de trigo se determinó por un mayor número de granos por espiga y el peso hectolitrico, pero que estos componentes del rendimiento pueden ser afectados por factores ambientales.

Sin embargo, Slafer y Calderini (2003) y Hewstone (2003), señalan que resulta más práctico, fácil y confiable medir el rendimiento del grano de trigo, ya que este es la resultante de todos los factores biótico y abióticos que se presentan desde la siembra hasta la cosecha y además, los componentes del rendimiento frecuentemente muestran correlaciones negativas, por lo que el rendimiento potencial de un cultivar se lograra cuando no existan factores ambientales que limiten la máxima expresión de sus componentes del rendimiento.

V. CONCLUSIONES

Los resultados conseguidos en el presente trabajo y sus respectivos análisis permiten concluir lo siguiente:

- El periodo vegetativo del cultivo se prolongó debido a las condiciones climatológicas durante la campaña agrícola 2010-2011, a pesar de esto, es posible distinguir material genético precoz, como ser a la línea uno, los cuales superan a la variedad de la línea doce lo cual muestra la factibilidad de mejorar aún más en años normales, hasta alcanzar el umbral máximo de precocidad.
- Las características genotípicas de cada tratamiento (líneas) tuvieron poca influencia en las variables en estudio (altura de planta, peso de mil gramos, macollos, etc.). Pero si fueron influenciados notablemente por las condiciones, medioambientales especialmente la humedad del suelo en la siembra: y posteriormente a la emergencia de las plántulas.
- De las variables medidos en los cultivares que fueron evaluados dependen muy poco de las características genotípicas de cada variedad al contrario está determinada principalmente por las condiciones del medio es decir por las características de humedad del suelo, donde la presencia de humedad en el momento de la siembra hasta la germinación y posterior emergencia es decisiva para la fase de emergencia en el cultivo.
- Existen diferencias notables en cuanto al comportamiento de las líneas del material en estudio respecto a las campañas. Este comportamiento diferencial de los cultivares permite determinar que el medio ambiente tiene influencia notable en la expresión de los caracteres agronómicos y los componentes de rendimiento, donde es posible identificar la existencia de diferencia en cultivares como en rendimiento.
- En función del potencial genético de cada variedad, las características medio ambientales e interacción genotipo-ambiente, existen líneas sobresalientes y

deseables para las campañas, no siendo coincidente el hecho de que la mejor línea en una localidad, lo sea también en otra o en todas las campañas. Las mejores líneas a través de las dos campañas en estudio fueron las líneas diez y siete, los cuales muestran rendimientos superiores a las otras líneas resaltando también las líneas ocho y once que superan el promedio general.

- El peso hectolitrico y peso de mil granos, obtenidos en las variedades seleccionadas permiten avizorar con optimismo la posibilidad de mejorar la calidad comercial del grano de trigo harinero producido en las zonas potencialmente trigueras del altiplano y en el futuro poder obtener variedades, con características cualitativas básicas requeridas por la industria molinera.

- Seis de las doce líneas son calificadas como fenotípicamente estables y adaptables en el área de estudio, entre ellas las líneas dos, seis, ocho, diez, once, y nueve resaltando las línea nueve y once como las mejores por su alto rendimiento, mientras que las restantes presentan rendimientos intermedios, a excepción de la línea doce que presenta un menor rendimiento.

- Las características del grano obtenidas en las distintas campañas, permite identificar cultivares potencialmente promisorios, tanto para el altiplano central como también para el altiplano norte, es así, que basados en el llenado de grano, peso hectolitrico y peso de mil granos.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos resultados y conclusiones del presente trabajo se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se hace necesario continuar este trabajo en las siguientes gestiones agrícolas y en la medida de las posibilidades incrementar el número de localidades en estudio de forma que se pueda apreciar mejor el comportamiento de las variedades seleccionadas a fin de poder consolidar los resultados obtenidos y lograr identificar cuando menos una o dos líneas de alto rendimiento, adaptadas a la zona altiplánica.
- Del mismo modo se hace indispensable realizar estudios para determinar la época de siembra más adecuada para este cultivo en el altiplano para poder acondicionar de la forma más óptima el ciclo del cultivo a las características climáticas imperantes principalmente al periodo de lluvias y al periodo libre de heladas a fin de asegurar la producción y buen llenado del grano el cual constituye el objetivo principal de la producción de este cereal.
- Es indispensable identificar y caracterizar las líneas que se están manejando actualmente en este área ya que al constituirse en un material genético completamente adaptado, es factible utilizarlo como material base para iniciar trabajos de mejoramiento genético a objeto de aumentar la precocidad rendimiento resistencia a enfermedades y por su puesto mejorar la calidad y llenado del grano.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALTAMIRANO, A. A. N. Y TERÁN, A. J. J. 2005. Bosques nativos andinos de Bolivia. Recopilación, descripción y análisis documental. Programa de bosques nativos y agro ecosistemas andinos, PROBONA. La Paz, Bolivia. Pp. 22.
- AGUILAR OMAR, 2006 agricultura cultivos andinos El Alto Bolivia pp 53-59
- CONDORI, N. G. 2005. Adaptación de 15 variedades de trigo (*triticum aestivum* L.) en los valles interandinos de las provincias Camacho, bautista Saavedra y muñecas de la paz. Tesis de grado – UMSA. pp. 35, 38, 42, 44, 48.
- CORDOVA, H.S. 1975. Efecto del número de líneas endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las variedades sintéticas derivadas en maíz. Tesis m. c. colegio de post – graduados ENA. Chapingo – México.
- CUSICANQUI, J 1992 adaptación de 14 cultivares de maíz en 4 localidades de la provincia gran chaco. Tesis para optar al grado de Ing. agrónomo la paz Bolivia PP8-9.
- DE LA LOMA, J.L. 1980. Experimentación agrícola 2º Edición. Ed. UTEA. Chapingo México. Pp.: 425-427
- EDEL, A.Y ROSELL C.M.(Eds.). 2007. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. 1a edición. Córdoba Argentina. Pp. 30 y 36.
- Http: baezimpresiones@yahoo.com.ar consultado 5 de septiembre del 2013
- EBERHART S.A. Y RUSSELLw.a 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci 6:36-40

- ESPAÑA, V. P. Y REVOLLO, P. C. G. 2001. Validación de tres densidades de siembra para el cultivo de trigo a través de tres ciclos. Memoria de la IV reunión nacional de trigo y cereales menores. Cochabamba, Bolivia. Pp. 176.
- FALCONER d s 1981.introduccion a la genética cuantitativa. 12º edición ed. CECSA. México D.F. México 429p
- FERRAN, 2001 SPSS para Windows, análisis estadístico respecto a la primera Edición en español por McGraw – HILL / Interamericana de España, S. A. V. 421 p.
- GARCÍA OSVALD, 2004 programa nacional de calidad de trigo o pág. 3
- GRANOS ANDINOS (2010) importancia de los granos andinos, rojas et al Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia pp186
- GARCÍA, E. E. Y BECK, G. S. 2006. Botánica económica de los Andes centrales. Universidad Mayor de San Andrés UMSA - La Paz. Pp. 51-76.
- GOMES 1992.adaptacion de 12 variedades de trigo en el área triguera del dpto. De Cochabamba. Tesis de grado para optar al grado de ingeniero agrónomo UMSS Cochabamba-Bolivia pp.:24-25
- GOMEZ, L. 2001. Manejo tecnificado del cultivo de trigo en la sierra. 1 – 20p.
- GETTING STARTED WITH S-PLUS. 2000. Data analysis products division, Math Soft, Seattle, Washington. Printed in the United States. 62p.

Info agro 2008 El Cultivo Del Trigo

Disponible en <http://agricult.ac.cr>.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). 2003. Atlas digital de Bolivia. Mapas físicos, hidrográficos, viales, temáticos, estadísticos y otros.

<http://www.tiendaslatinas.com/...productinfo.php?products...> consultado el 10 de Agosto del 2013

INFOAGRO, 2008:

Disponible en. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>

JOSÉ REINA MULERO 2005 el trigo revista digital de investigación educación p10

MARTÍNEZ Y TICO. 1998. Agricultura práctica. Editorial Ramón Sopena, S.A. Barcelona. Pp. 257-263.

MARQUEZ F. 1976 El problema de la interacción genetic-ambiental en genotecnia vegetal. Ediciones patena universidad autónoma Chapingo MEXICO pp 239-240

MORA, F. F. M. 2011. Condiciones climáticas amenazan cosechas. Alerta de mercados, granos básicos. Sistema de información e inteligencia de mercados, costa rica. 10p.

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS (MDRYT). 2011. política de desarrollo rural en Bolivia. Agricultura sostenible para la seguridad alimentaria. pp.6.

LAING, D.R. Adaptability and Stability of performance in common beans, Paper Presented at workshop international bean yield and adaptation. Nurseries.Cali – Colombia.

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE TRIGO (PROTRIGO). 2001. Memoria final de Pro trigo (1999-2001). Sucre – Bolivia. Pp. 48.

PROGRAMA NACIONAL TRIGO Y CEREALES MENORES 1989-1990. Proyecto de investigación en cereales menores, para su consideración por la secretaria ejecutiva de PL-480 título III Instituto boliviano de Tecnología Agropecuaria –IBTA. Cochabamba-Bolivia.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE LAJA. 2010. Ejecutor Plan Internacional inc. OP Altiplano 2006-2010 pp45-49.

PLAISTED R.L 1960 A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. American potato journal 37. PP.166-172.

PENA Y ZAPATA 2003 el cultivo del trigo en el siglo xx en la euskal herria atlántica p 178

Plan de Desarrollo Municipal de Laja. 2010. Ejecutor Plan Internacional Inc. OP Altiplano 2006-2010. Pp. 45-49.

RENE HERVAS 2008 El Estado de Situación del Trigo en Bolivia centro de investigación y promoción del campesino P1

ROJAS et al pocoma 2011 tercera feria y simposio nacional del trigo y sus derivados Cochabamba Bolivia pp54

SAN MARTIN, C. R. 2001. Evaluación de cobertura después de la siembra en tres sistemas de siembra. Memoria iv reunión nacional de trigo y cereales menores. Cochabamba, Bolivia. pp. 238.

SLAFER, G. A. Y CALDERINI, D. F. 2003. Herramientas fisiológicas para el mejoramiento del rendimiento de trigo. Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo: un enfoque multidisciplinario. Seminario internacional, La estanzuela, Uruguay. CIMMYT – INIA. Pp. 16.

SAGARPA 2005 EL CULTIVO DEL TRIGO

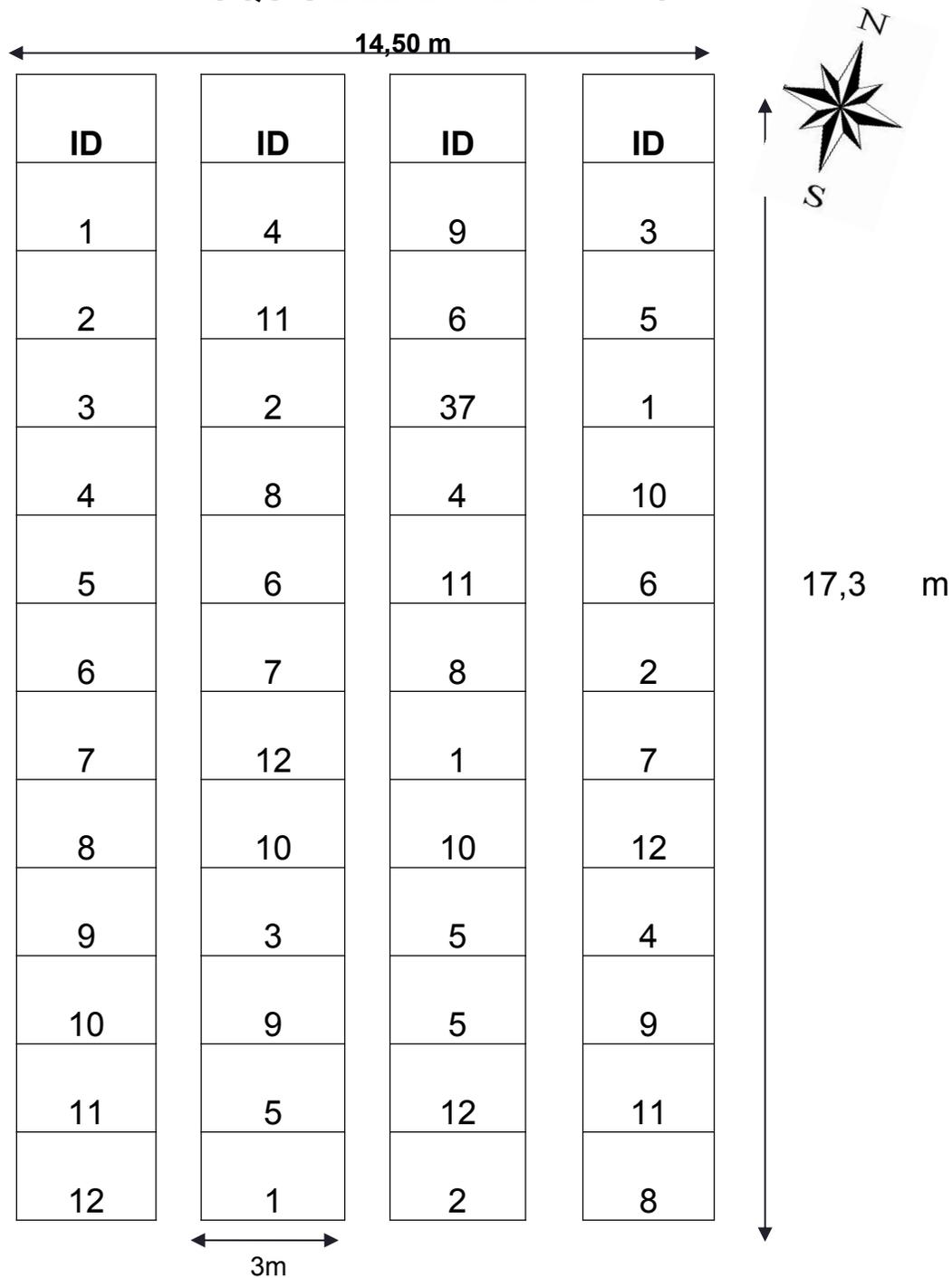
Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Trigo> consultado el 15 abril 2013

VARELA, S. A. 2010. Aspectos básicos de la fisiología en respuesta a estrés y el clima como condicionante del mismo en las plantas. Grupo de Ecología Forestal. Instituto de nacional de tecnología agropecuaria, INTA – EEA. – Bariloche - Argentina. Pp. 5, 9 y 10.

Disponible en <http://svarela@bariloche.inta.gov.ar> consultado el 19 de abril

ANEXOS

CROQUIS DEL EXPERIMENTO



Anexo 4. Croquis y orientación del campo de experimentación de 12 líneas avanzadas de trigo en la estación experimental Kallutaca.

CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA		
Nº	VARIEDAD Y/O LINEA	PROCEDENCIA
1	L-11	CBBA
2	L-13	CBBA
3	EAR IIZA L-1	CBBA
4	L-2	CBBA
5	L-20	CBBA
6	L-23	CBBA
7	EAR IZA L-8	CBBA
8	L-17	CBBA
9	L-21	CBBA
10	L-24	CBBA
11	ERRZAA	CBBA
12	TEPOCA T8	CBBA

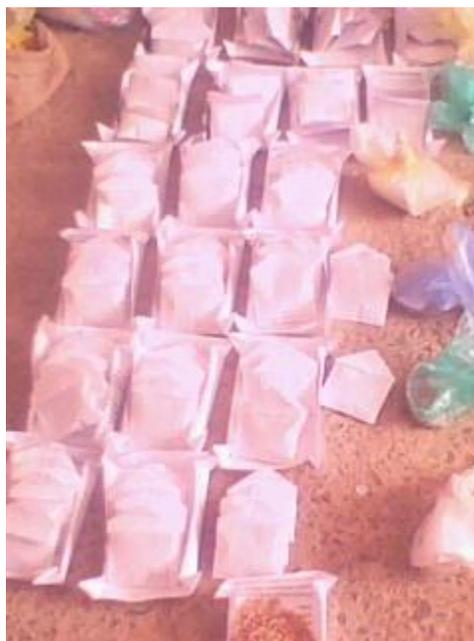
Anexo 1. Cuadro del material genético de 12 líneas avanzadas de trigo procedente del vivero 41 IBWSN del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).



Anexo 3. Preparado del terreno para la implementación del experimento en la localidad de Kallutaca.



Anexo 5. Surcos listos para la implementación de los genotipos en el suelo definitivo para el experimento



Anexo 6. Preparación de la semilla para su respectiva siembra en el terreno de las doce líneas de trigo en la localidad kallutaca.



Anexo 7. Vista general del terreno con las primeras apariciones de las plántulas en el terreno de las doce líneas de trigo



Anexo 9. Plántulas en el terreno y las primeras observaciones de los genotipos en el experimento de las doce líneas en experimento del trigo harinero



Anexo 9. Fotografía de la identificación de genotipos muestreados en cada unidad experimental en el estudio de 12 líneas avanzadas de trigo, en el altiplano norte de Bolivia.