

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS,
FORESTALES Y VETERINARIAS
“Dr. MARTÍN CÁRDENAS”



EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LÍNEAS MEJORADAS
DE TRIGO DURO (*Triticum durum.*) EN DOS LOCALIDADES
DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA

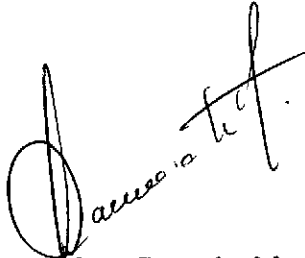
Tesis de grado para obtener
el Título de Ingeniero Agrónomo

Eliseo Torres Flores

Septiembre 2012

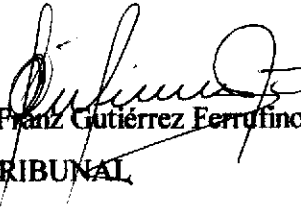
Cochabamba – Bolivia

HOJA DE APROBACIÓN



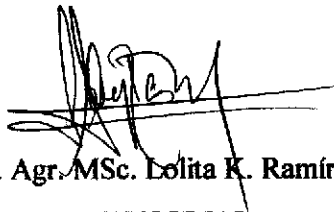
Ing. Agr. Edson Camacho M.

TRIBUNAL



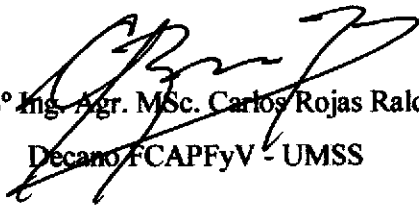
Ing. Agr. MSc. Franz Gutiérrez Ferrufino

TRIBUNAL



Ing. Agr. MSc. Lolita K. Ramírez M

TRIBUNAL



VºBº Ing. Agr. MSc. Carlos Rojas Ralde

Decano FCAPyV - UMSS

DEDICATORIA

En especial a mis dos amores, Eufemia Olivares mi esposa y mi hija Helen M, quienes son mi fortaleza y mi razón de vivir.

A mis amados padres Zacarías Torres y Eleuteria Flores que en paz descansen, por el apoyo y comprensión en todo el trayecto de mi formación académica hasta la culminación de mi trabajo final.

A mis hermanos Fani y Roberto por su cariño, comprensión y apoyo en todo momento.

A toda mi familia Torres y Flores... ..

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso creador del universo, por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional en la Universidad Mayor de San Simón.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias Forestales y Veterinarias por haber alimentado mis conocimientos, en todo el proceso de mi formación profesional.

Al Centro de Investigación en Forrajes CIF “La Violeta” dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias Forestales y Veterinarias de la Universidad Mayor de San Simón, por darme la oportunidad de realizar la tesis de grado.

Al Director del CIF “La Violeta, Ing. Agr. Jorge Delgadillo por haberme acogido y darme la oportunidad de formarme como profesional.

A mi tutor y asesores Ing. Agr. Ronald E. Camacho M., Ing. Agr. MSc. Franz Gutiérrez e Ing. Agr. MSc. Lolita K. Ramirez por su aporte técnico y su permanente asesoramiento y ayuda constante en el trabajo de investigación.

A todo el plantel técnico del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” por su comprensión y compañerismo durante el desarrollo de la investigación.

A toda mi familia, que me brindaron el apoyo en todo momento y en el trayecto de mi formación profesional, hasta su conclusión.

A quien me dio el amor por sobre todas las cosas, la fortaleza y los valores de la vida, para luchar cada día por un futuro mejor; mi esposa Eufemia Olivares.

A mis amigos (as): T. Sandy C., Mario G., Arturo S., Jhonny S., Eustaquia E., Norma B., Jhonny C., Rubén Y., Jorge I., Darío P., Lilian N., Francisca M., Marizabel A., Alfredo H., Patricia C., Rudy A., y a todos mis compañeros quienes me brindaron su amistad apoyándome en los momentos más difíciles y compartir muchos momentos de alegría.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pg.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TEMAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Clasificación botánica del trigo.....	4
2.2. Origen del trigo	5
2.3. Región de origen del trigo.....	5
2.4. Importancia del cultivo de trigo	5
2.5. La producción de trigo en Bolivia comparado con otros países.....	7
2.6. El consumo de trigo y harina en Bolivia.....	8
2.7. La mejora y su selección	8
2.8. Componentes del rendimiento.....	9
2.9. Factores que inciden en el rendimiento del trigo.....	10
2.10. Enfermedades por Septoria.....	10
2.11. La necesidad de probar genotipos en diferentes ambientes.	12
2.12. Los factores ambientales que tienen mayor efecto en la interacción genotipo por ambiente.	12

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.	Descripción del área experimental	14
3.1.1.	Ubicación.....	14
3.2.	Materiales y equipos.....	15
3.2.1.	Material biológico.....	15
3.2.2.	Materiales de campo.....	16
3.2.3.	Material de laboratorio	17
3.2.4.	Material de gabinete	17
3.3.	Insumos.....	17
3.3.1.	Fertilizante.....	17
3.3.2.	Herbicida	17
3.4.	Métodología	18
3.4.1.	Preparación de la semilla.....	18
3.4.2.	Preparación del terreno.....	18
3.4.3.	Fertilización	18
3.4.4.	Demarcación de las parcelas.....	18
3.4.5.	Siembra.....	18
3.4.6.	Labores culturales	19
3.4.6.1.	Control de malezas.....	19
3.4.6.2.	Cosecha	19
3.4.6.3.	Trilla.....	19
3.5.	Variables de respuesta	19
3.5.1.	Días al espigamiento	19
3.5.2.	Días a la madurez fisiológica.....	20
3.5.3.	Número de macollos por metro cuadrado.....	20
3.5.4.	Altura de planta (cm).....	20
3.5.5.	Número de espigas por metro cuadrado	20
3.5.6.	Tamaño de espigas (cm).....	20
3.5.7.	Número de tripletes por espiga	20
3.5.8.	Número de granos por espiga	21
3.5.9.	Peso hectolítrico.....	21
3.5.10.	Rendimiento en grano	21
3.5.11.	Presencia de enfermedades	21
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	22
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24

4.1.	Información climática	24
4.1.1.	Precipitación pluvial de Totora y Tarata para la gestión agrícola 2009-2010	24
4.2.	Resumen del Análisis de Varianza	25
4.2.1.	Número de macollos por metro cuadrado	28
4.2.2.	Días al espigamiento	29
4.2.3.	Días a la madurez fisiológica	30
4.2.4.	Altura de planta (cm).....	31
4.2.5.	Número de espigas por metro cuadrado	32
4.2.6.	Tamaño de espigas (cm).....	33
4.2.7.	Número de tripletes por espiga	34
4.2.8.	Número de granos por espiga	34
4.2.9.	Rendimiento en grano (kg/ha).....	36
4.2.10.	Peso hectolítrico	37
4.3.	Susceptibilidad a enfermedades	38
4.4.	Análisis de correlación.....	39
4.5.	Selección de líneas	40
5.	CONCLUSIONES	42
6.	RECOMENDACIONES	43
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8.	ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Indicadores comparativos de producción, rendimientos y costos de producción en trigo	7
Cuadro 2.	Actividades y fechas de ejecución en campo	15
Cuadro 3.	Material biológica, código de entrada, nombre/cruza, peso de mil semillas, porcentaje de germinación y densidad de siembra de las líneas en estudio.....	16
Cuadro 4.	Resumen de análisis de varianza para el ensayo, "Evaluación agronómica de líneas mejoradas de trigo duro (<i>Triticum durum</i>) en dos localidades del departamento de Cochabamba"	25
Cuadro 5.	Características fenológicas, morfológicas y productivas, de líneas en estudio de trigo duro, para las localidades de Totora y Tarata	27
Cuadro 6.	Medias estimadas para Septori e incidencia de virus en la localidad de Totora, en el año 2010, para 12 entradas de <i>Triticum durum</i> ...	38
Cuadro 7.	Resumen de comportamiento de variables y calificación de las líneas de trigo duro ante dos testigo Variedad México y San Martín.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Precipitación (mm) promedio registrada en Totora y Tarata para el periodo 2009 - 2010.....	24
Figura 2.	Precipitación (mm) histórica registrada en Totora y Tarata para el periodo 2000 -2010.....	24
Figura 3.	Promedio de número de macollos por metro cuadrado del germoplasma evaluada	28
Figura 4.	Promedio de días al espigado del germoplasma evaluada.....	29
Figura 5.	Promedio de días a la madurez fisiológica del germoplasma evaluada.	30
Figura 6.	Promedio de la altura de planta del germoplasma evaluada.....	31
Figura 7.	Promedio del número de espigas por metro cuadrado del germoplasma evaluada.....	33
Figura 8.	Promedio del tamaño de espigas del germoplasma evaluada.....	33
Figura 9.	Promedio del número de tripletes por espiga del germoplasma evaluada.....	34
Figura 10.	Promedio del número de granos por espiga del germoplasma evaluada.....	35
Figura 11.	Promedio del rendimiento en grano del germoplasma evaluada	37
Figura 12.	Promedio del peso hectolítrico del germoplasma evaluada.....	37
Figura 13.	Correlación entre el rendimiento en grano y el número de macollos/m ² ..	39
Figura 14.	Correlación entre el rendimiento en grano y el número de espigas/m ²	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis de campo para las dos parcelas experimentales.....	48
Anexo 2.	Base de datos de las variables de respuesta de las dos localidades.....	49
Anexo 3.	Escala de Saari – Prescott para evaluación de enfermedades foliares..	51
Anexo 4.	Cuadros de análisis de varianza.....	52
Anexo 5.	Resultado de la prueba de Fisher para la variable altura de planta	55
Anexo 6.	Datos de las variables de respuesta del trigo duro cultivadas en Tiquipaya (CIF – La Violeta).....	56
Anexo 7.	Medias del peso de mil semillas en (g), cosechadas de las localidades de Tarata, Totorá y Tiquipaya.....	57
Anexo 8.	Matriz de coeficientes de correlación (r) diez variables evaluadas en 12 entradas de trigo, evaluadas en dos localidades de la zona tradicional de producción, en el año 2010.....	58
Anexo 9.	Fotografías relacionadas con el trabajo de campo de la tesis “Evaluación Agronómica de Líneas Mejoradas de Trigo Duro (<i>Triticum durum</i>) en dos localidades del departamento de Cochabamba” (2010).....	59

RESUMEN

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LÍNEAS MEJORADAS DE TRIGO DURO (*Triticum durum*) EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA

Con el objetivo de evaluar agronómicamente líneas mejoradas de trigo duro (*Triticum durum*) en dos localidades del departamento de Cochabamba, se evaluaron 10 líneas provenientes del Centro Internacional para las Investigaciones Agrícolas en las Zonas Áridas, en Siria (ICARDA) con código de entrada (32 IDYT MD), y dos variedades locales, en la campaña agrícola 2010, utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar en dos localidades con cuatro repeticiones.

Se determinó que las líneas: L-5=Marsyr-3//Saadi 1989/chan, (L6) Icasmor-B-19, (L1) Azeghar-1//Blm/Mrf-2, (L8) Icasmor-B-22 y (L4) Icajihan1, presentaron un mejor comportamiento agronómico y rendimientos en grano mayores a los Testigos (variedades locales) Cv México y Cv. San Martín; mostrando rendimientos de: 289,8 (L5), 207,0 (L6), 251,0 (L1), 243,4 (L8) y 169,2 (L4) kg/ha respectivamente, ofreciendo de esta manera, nuevas alternativas de material biológico de trigo duro, con características agronómicas sobresalientes, al productor.

Palabras clave: TRIGO, *Triticum durum*.

ABSTRACT

AGRONOMIC EVALUATION OF IMPROVED LINES OF HARD WHEAT (*Triticum durum*) IN TWO LOCALITIES OF THE DEPARTMENT COCHABAMBA

With the objective of evaluating improved lines of hard wheat agronomically (*Triticum durum*) in two towns of the department of Cochabamba, 10 lines coming from the International Center were evaluated for the Agricultural Investigations in the Arid Areas, in Syria (ICARDA) with entrance code (32 IDYT MD), and two local varieties, in the agricultural campaign 2010, using the experimental design of complete blocks at random in two towns with four repetitions.

It was determined that the lines: (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan, (L6) Icasmor-B-19, (L1) Azeghar-1//Blm/Mrf-2, (L8) Icasmor-B-22 and (L4) Icajihan1, presented a better agronomic behavior and yields in more grain to the Witness (local varieties) Cv Mexico and Cv. San Martín; showing yields of: 289,8 (L5), 207,0 (L6), 251,0 (L1), 243,4 (L8) and 169,2 (L4) kg/ha respectively, offering this way, new alternatives of biological material of hard wheat, with characteristic agronomic excellent, to the producer.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo, el trigo ocupa uno de los sitios más importantes en la alimentación humana. Es considerado como la planta alimenticia más ampliamente cultivada y producida, que contribuye como ningún otro alimento a suministrar calorías y proteínas (FAO, 2006).

En Bolivia, se produce trigo duro y trigo harinero, en los Valles de Chuquisaca, Cochabamba, Tarija y Potosí, y solo trigo harinero en el oriente de Santa Cruz. Sin embargo con el transcurso de los años Bolivia ha consolidado una larga e histórica dependencia de trigo que viene de otros países y derivó en la conformación de un sector desarticulado y ajeno a la producción nacional, en tanto que durante la primera época republicana y la colonia, había sido capaz de autoabastecerse de trigo y harina, sin embargo, en los últimos 20 años solo el 21% de trigo que se consume en Bolivia es de origen nacional y el 79 % proviene de importación, donaciones y contrabando de harina. Las causas de la deficiencia del auto abastecimiento nace en la época neoliberal, con el abandono del apoyo estatal a los pequeños productores, indicados de “inviabiles y tradicionales” consolidando la economía empresarial de las grandes y medianas empresas, a partir de la producción de cultivos industriales para la exportación, discriminando y marginando a actores rurales, que constituyen la base de la producción de alimentos del país. (Herbas, 2008).

Durante el año 2008, la demanda del país promediaba los 728,246.66 toneladas de trigo para el año 2010 es indudable que ha incrementado la demanda debido al crecimiento de la población en el país.

Cochabamba, tiene características medioambientales favorables para el desarrollo de la producción trigo constituyéndose como una fuente de ingresos económicos para el sector rural, donde se concentra esta actividad, sin embargo los cambios de las condiciones ambientales de los últimos años han incrementado la presencia de plagas y enfermedades, cuya consecuencia es una drástica disminución del rendimiento a nivel de campo y además de una incidencia directa en la calidad del producto.

El trigo duro (*Triticum durum*) es una especie común, pertenece a los tetraploides conformado por 28 cromosomas. Es una de las especies de trigo con más alto valor nutritivo, ya que tiene un alto contenido de gluten y está conformado de un 12 a 14% de proteína. Es una especie resistente a sequía y tolerante a enfermedades, aunque su rendimiento en grano es menor a otras especies de trigo. El trigo duro es utilizado principalmente en la elaboración de macarrones, espagueti y otras pastas (Gonzalo, 2000).

Los procesos de investigación para solucionar problemas de producción a lo largo de los años, es el de mejorar el rendimiento del cultivo de trigo duro, el cual no tuvo avances de gran magnitud en nuestro país, limitando de esta manera la producción, obteniendo rendimientos bajos, debido al uso de variedades tradicionales susceptibles a plagas y enfermedades, baja fertilidad de suelos, falta de tecnología, factores que afectan la producción; dando lugar a un desinterés en la producción de este cereal, reemplazándolo por otros cultivos de mayor rentabilidad económica.

Por lo mencionado, el presente trabajo de investigación busca seleccionar líneas que presenten características agronómicas sobresalientes, en cuanto a resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos en grano en zonas productoras de trigo del departamento de Cochabamba; debido a que la respuesta de un genotipo puede ser modificado por el efecto del ambiente, y de esta manera ofrecer a los agricultores nuevas variedades promisoras para zonas de producción triguera.

1.1. Objetivos.

Objetivo general

- Evaluar agronómicamente líneas mejoradas de trigo duro (*Triticum durum*) en dos localidades del departamento de Cochabamba.

Objetivos específicos.

- Identificar líneas mejoradas de trigo duro con características agronómicas sobresalientes en rendimiento en grano.
- Evaluar la resistencia o tolerancia de las líneas mejoradas de trigo duro a la presencia de enfermedades y plagas.

1.1.1. Hipótesis.

Ho: Las líneas de trigo duro evaluadas agronómicamente no presentan diferencias en cuanto a la adaptación y rendimiento en las dos localidades del departamento de Cochabamba.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Clasificación botánica del trigo.

El trigo pertenece al sub tribu *Triticinae*, dentro de la tribu *Hordeae* de la familia *Graminae*.

Las especies de trigo conocidas pueden ponerse en tres grupos, dependiendo del número de cromosomas. Se trata de diploides, tetraploides y hexaploides con 7, 14 y 21 cromosomas, respectivamente. (CIMMYT, 1997).

T. monococcum es la única especie diploide cultivada. Hay una forma silvestre (*T. boeoticum*). El grupo diploide tiene un genoma designado como AA. El grupo tetraploide tiene dos especies, *T. turgidum* y *T. timopheevii*. El *T. turgidum* se subdivide en seis subespecies. La constitución genómica de *T. turgidum* es AABB. El *T. timopheevii* el genomio B se modifica y la continuación genómica es AAGG. El trigo común o harinero pertenece al grupo hexaploide. En este grupo hay dos especies, *T. aestivum* y *T. zhukovskyi*. El *T. aestivum* se subdivide en 6 subespecies. La constitución genómica es AABBDD. El *T. zhukovskyi* es un antiploide de una cruce natural entre *T. timopheevii* y *T. monococcum* con una constitución genómica de AAAAGG. (CIMMYT, 1997).

La clasificación taxonómica del trigo es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Triticeae
Género:	<i>Triticum</i>
Especie:	<i>durum</i>

Fuente: Osvaldo G., 2004

2.2. Origen del trigo.

Los tres grupos naturales de trigo con $N=7$, $N=14$ y $N=21$, demostraron el papel de poliploidía en la evolución del trigo. La diferencia entre los trigos diploides, tetraploides y hexaploides es una serie de 7 cromosomas en cada etapa. Las cruces entre estos tres grupos naturales revelan que la diferencia entre el diploide (AA) y el tetraploide (AABB) es la presencia de un genomio adicional, y que la diferencia entre un tetraploide y un hexaploide es un genomio más (AABBDD). El genomio A es común para todos los grupos. Por consiguiente, el primer progenitor en la evolución del trigo fue el trigo diploide, el “*einkorn*” silvestre. El siguiente paso fue la cruce de un progenitor con genomio A con un progenitor genomio B, seguido por la duplicación de cromosomas. Las comparaciones morfológicas y citológicas con los diferentes progenitores posibles, revelaron que el progenitor B era *Aegilops speltoides*. (CIMMYT, 1997).

Los trigos hexaploides derivaron mediante cruzamiento natural de un trigo tetraploide con el progenitor que tenía el genomio D, seguido de la duplicación de cromosomas. Los análisis citológicos de híbridos entre trigos y diferentes *Aegilops sp.* revelaron que el progenitor D era *A. squarrosa*. (CIMMYT, 1997).

2.3. Región de origen del trigo.

El origen del trigo como especie cultivada parece estar en Mesopotamia (en pleno centro del área de distribución mundial del género *Triticum*), de donde se exportó su uso a otras civilizaciones próximas (antiguo Egipto, Grecia y Roma), en general el trigo cristalino *Triticum durum* probablemente se originó de la región de Abisinia, Mediterráneo. (López, 2009).

2.4. Importancia del cultivo de trigo.

El hombre depende casi absolutamente de las plantas para su alimentación. Todo lo que come sin excepción es vegetal o se deriva indirectamente de los vegetales, como por ejemplo la carne, los huevos y los productos lácteos. (Allard, 1980).

Según Bort (1991), citado por Tapia (1996), indica que el trigo constituye la base fundamental para la alimentación de un sector importante de la población nacional y que en la población de escasos recursos, el trigo es el que aporta la mayor cantidad de nutrientes en su dieta, sobre todo a través del consumo de pan. Menciona también que el conjunto de la producción nacional, el trigo con el transcurso de los años cada vez pierde mayor significado e importancia, siendo desplazado continuamente por otros cultivos como el maíz, papa, cebada, algunas leguminosas y forrajes.

Por otra parte Siles (1991), indica que en el país se siguen sembrando variedades antiguas, desmejoradas y que por las continuas mezclas hacen que la calidad harinera no compita con el trigo o harina de importación.

El trigo cristalino, macarronero o trigo duro, es la segunda especie más importante que se cultiva de los de trigos. Por lo que es utilizado como materia prima para elaborar diferentes productos de consumo como: pastas, espagueti o macarrón, se consumen principalmente como productos de pasta y pan sin levadura, y como cuscús o bulgur (CIMMYT 1982).

Las pastas son alimentos elaborados a base de harina de trigo mezclada con agua y a la cual se le puede adicionar huevo, sal u otros ingredientes, conformando un producto que se cuece en agua hirviendo. La elaboración de pastas alimenticias a base de trigo es una práctica antigua, que se sigue realizando especialmente en los países donde se cultiva el trigo. Regularmente se utiliza la variedad de trigo *durum* para su elaboración, por lo que es de un alto valor nutritivo, aunque en lugares como Italia (en donde el consumo de pasta es el más elevado del mundo) se hacen de harina de **trigo duro** sola o mezclada con harina candeal dura en proporciones iguales. En Francia, una ley preceptúa que los macarrones y productos similares solo pueden hacerse de **sémola de trigo duro**. Entre los demás países de gran consumo de pastas alimenticias figuran Grecia, Suiza y Portugal. En Asia la producción de pastas de trigo es una industria rural, a pesar del crecimiento de la producción industrial en gran escala de las pastas alimenticias nutritivas (Wikipedia, la enciclopedia libre.mht 2009).

2.5. La producción de trigo en Bolivia comparado con otros países.

En Bolivia existen limitaciones estructurales en la producción y productividad de trigo, particularmente en la región de los valles. Indicadores claves como los costos por tonelada de trigo, determinados por la superficie de siembra y los rendimientos, permiten descubrir la enorme distancia que separa a los productores de Bolivia en relación a la producción de trigo en Argentina, Estados Unidos o Chile. (Ver cuadro 1). (Herbas 2008).

Cuadro 1. Indicadores comparativos de producción, rendimientos y costos de producción en el trigo

País	Sup. Prom/flia (has)	Prod. Prom/flia. (Ton)	Costo Prod. \$us/ha	Rend. Ton/ha	Costo Prod. \$us./Ton
Estados Unidos	149	387.4	442	2.6	168
Argentina	115.96	270.03	227	2.5	91
Chile	4	18	730	4.5	162
Bolivia (Valles)	1.5	1.5	129.38	0.9	143.76
Bolivia (Sta. Cruz)	3.70	4.3	196.87	1.6	123.04

Fuente: Herbas (2008), con datos de ANAPO, APTC, APTCH, Fundación Chile 2005

Estas diferencias en la productividad del trigo están determinadas principalmente por la escala, los rendimientos y la tecnología de producción, factores íntimamente relacionados con el sistema de producción predominante. En los casos de Argentina y Estados Unidos la agricultura es de carácter empresarial comparativamente a países como Bolivia en la región de los valles, Ecuador, Perú e incluso Chile, donde la producción de trigo sigue en manos de pequeñas unidades familiares campesinas Herbas (2008).

Como se ha indicado el trigo en Bolivia se produce únicamente con agua de lluvia y por tanto la producción está determinada por su disponibilidad y regularidad. Si bien en el caso de Santa Cruz en los últimos cinco años se nota un importante incremento de los rendimientos, y un promedio de 1.6 ton/ha, todavía son evidentes los cambios drásticos e imprevisibles en el comportamiento productivo entre una campaña agrícola y otra. Similar situación se puede encontrar en los valles, donde la productividad del trigo está en interdependencia con las épocas de siembra, la calidad de los suelos y fundamentalmente la

preparación anticipada de los barbechos que garantizan la acumulación de suficiente humedad y por tanto la seguridad de una buena producción, Herbas (2008).

Es importante advertir que la información estadística disponible, particularmente para la región de los valles, no es confiable. La información disponible en el INE, así como en el Ministerio de Desarrollo Agropecuario no refleja las diferencias en el comportamiento del trigo, tanto entre variedades, regiones, y/o los contrastes entre una campaña y otra. Sin embargo en general se considera que el rendimiento promedio de trigo en los Valles oscila entre 0.9 y 1 t/ha. (Ver cuadro 1), Herbas, (2008).

2.6. El consumo de trigo y harina en Bolivia

En los últimos 20 años, únicamente entre el 10% y el 30% del trigo que se consume en Bolivia es de origen nacional, generándose en cambio un dramático crecimiento de las importaciones de trigo, harina, el contrabando, así como la persistencia de las donaciones concentradas en el trigo y la harina, particularmente desde los Estados Unidos. De esta manera a lo largo del tiempo se fue socapando la capacidad de producir y consumir nuestro propio trigo. (Herbas 2008).

El mismo autor Herbas (2008), relata que aproximaciones al consumo de trigo en Bolivia indican que el 72% se destina a la panificación, 24% para producción de pastas alimenticias y el 4% para la industria de galletas, pastelería y otros. Datos promedio de los últimos diez años estiman en 728.000 toneladas la demanda nacional de trigo, volumen que ha sido cubierto por el 22% de producción nacional, 30% por las importaciones de trigo, 16% por la harina de contrabando y el 5 % por las donaciones.

2.7. La mejora y su selección.

El objetivo final del fitomejorador de trigo es la obtención de nuevas variedades que sean mejores en algunas características importantes. También afirma que los objetivos del mejoramiento de trigo no siempre son los mismos, ya que las condiciones ambientales que intervienen en la producción y las adversidades que limitan el rendimiento, son diferentes de

una zona de producción a otra. Del mismo modo acota que existen objetivos generales que tienen importancia en grandes zonas de producción. Entre estos se encuentran:

- Rendimiento en grano
- Precocidad
- Resistencia al acame
- Resistencia a heladas
- Resistencia al ataque de insectos
- Resistencia al ataque de enfermedades
- Calidad industrial

Poelhman (1974).

Para Allard (1980), el aumento de la productividad agrícola siempre ha sido el objetivo principal de la mejora de las plantas, como consecuencia de la creciente demanda de alimentos de una población en constante crecimiento dentro de un mundo de superficie limitada

Brauer (1973), menciona que uno de los primeros pasos en el mejoramiento de trigo ha sido la introducción de variedades ya establecidas en otras regiones o países, alguno de los cuales se han podido usar de modo directo para la producción comercial.

Poelhman (1974), indica de modo general, que no puede obtenerse una conclusión definitiva de los ensayos del primer año con una variedad o línea procedente de un clima notoriamente diferente. Estos pueden determinar que los resultados obtenidos en el primer año no sean indicadores del valor de las variedades introducidas.

2.8. Componentes del rendimiento.

Arispe (2007), menciona que el rendimiento de grano puede ser analizado en términos de sus componentes, expresado en tres factores combinados: tamaño o peso medio de los granos, número de granos por espiga y espigas por unidad de área.

Estudios realizados por Wall (1990), citado por Arispe (2007), determina que los componentes de rendimiento se forman de abajo hacia arriba, secuencialmente; es decir primero se forma las espiguillas luego las espigas y los granos.

El mismo autor, considera que los tejidos de mayor importancia y los que más aportan al rendimiento son: la hoja bandera, la espiga, el tallo, la segunda y tercera hoja. Se pone mucha importancia a la hoja bandera, porque produce entre el 50 a 80 % del rendimiento debido a que recibe la mayor radiación, las espigas aporta entre 20 a 30 % del rendimiento y el tallo aporta otro poco, así como la segunda y tercera hoja también. Se ha demostrado que quitando la hoja bandera, la segunda hoja aportaría entre el 50 a 80 % del rendimiento porque también recibiera toda la radiación, y por consiguiente la misma capacidad de fotosíntesis, razón por la cual la meta debe ser mantener la máxima cobertura posible para tener mayor fotosíntesis.

2.9. Factores que inciden en el rendimiento del trigo.

Entre los factores de mayor incidencia en la producción del trigo están el estrés hídrico y la falta de rotación de cultivos. La irregular distribución de las precipitaciones pluviales durante el ciclo vegetativo, provoca épocas de déficit de agua para el cultivo, y en algunos años, épocas de exceso de agua, fenómenos que inciden en los rendimientos del trigo. (CIMMYT, 1982).

2.10. Enfermedades por Septoria

Prescott, *et al* (1986), indican que los sitios de infección inicial tienen una forma irregular, con manchas o lesiones cloróticas ovales o alargadas. A medida que se extienden, el centro de las lesiones se torna de color pajizo pálido y ligeramente necrótico, a menudo con puntitos negros (picnidios). Las lesiones causadas por *Septoria tritici* tienden a ser lineales y restringidas lateralmente mientras que las que producen *Septoria nodorum* y *Septoria avenae* tienen partes de la planta que se elevan sobre la superficie del suelo. La infección leve produce sólo lesiones dispersas, pero la infección intensa puede matar las hojas y espigas y aun toda la planta. Suele ser difícil de identificar las especies sobre el terreno y a menudo es necesario recurrir al examen microscópico. Para el desarrollo de la enfermedad las condiciones medio

ambientales favorables son de clima fresco entre 10 - 15° C y prolongadamente húmedo y nublado, las califican la enfermedad de las hojas de trigo en la escala de 0-9 donde:

0= Libre de infección

0E= Libre de infección pero probablemente presente un escape.

1= Resistente: Pocas lesiones aisladas presentes solo en las hojas banderas.

2= Resistente: Lesiones dispersas en las hojas en el tercio intermedio de la plana y con las primeras hojas infectadas con una ligera intensidad.

3= Resistente: Ligera infección del tercio inferior de la planta. Las hojas más bajas están infectadas en un nivel moderado o severo.

4= Moderadamente resistente: Infección severa en las hojas bajas con una infección ligera extendiéndose en forma dispersa en la hoja situada en la parte inferior inmediata al centro de la planta.

5= Moderadamente susceptible: Infección severa en las hojas bajas, e infección ligera o moderada extendiéndose en el centro de la planta, con las hojas superiores libres. La infección no se extiende más arriba de la parte central de la planta.

6= Moderadamente susceptible: Severa infección en el tercio inferior de la planta, una infección moderada en las hojas centrales y lesiones dispersas en las hojas superiores.

7= Susceptible: Lesiones severas en las hojas bajas e intermedias. Con la infección extendiéndose en la hoja situada debajo de la hoja bandera, o con trazas de infección en las hojas bandera.

8= Susceptible: Severas lesiones en las hojas de abajo e intermedias, infecciones moderadas a severas en el tercio superior de la planta. La infección en las hojas banderas en cantidad mayor que trazas.

9=Altamente susceptible: Severa infección en todas las hojas y la espiga muestra infección de cierto grado. Se anota la infección en la espiga en una escala modificada del porcentaje del área total cubierta. El dato en porcentaje se describe a continuación de la infección y se le separa por un (/).

N= Se usa para indicar que no se puede tomar notas debido a necrosis como resultado de otras enfermedades o factores.

X – Intermedios. Uredos de tamaño variable, algunos con necrosis y/o clorosis. Bajo circunstancias especiales puede ser deseable usar VR muy resistente o VS muy susceptible.

2.11. La necesidad de probar genotipos en diferentes ambientes.

Poey (1978), indica que las condiciones medio ambientales influyen en la expresión genotípica modificando o limitando el potencial genotípico de las plantas.

Miezán *et al.* (1979), sostienen que las condiciones ambientales influyen en la expresión del genotipo, modificando o limitando el potencial genotípico de las plantas. Por lo cual en programas de mejoramiento de plantas, el potencial genotípico es usualmente evaluado en diferentes ambientes para recomendar o seleccionar ciertos genotipos deseables.

Eberhart y Russell (1966), sostienen que la estratificación de medios ambientes ha sido usada para reducir la interacción de genotipo-ambiente. La razón para lo cual un mejorador este desarrollando variedades mejoradas puede ser subdividido de tal manera que todo los medios ambientales de una sub región sean bastante similares y además buscar la especificidad de los genotipos a un ambiente determinado.

2.12. Los factores ambientales que tienen mayor efecto en la interacción genotipo por ambiente.

Saeed, *et al.* (1984), realizaron algunos estudios con el objeto de determinar la importancia de factores ambientales que tienen mayor efecto en la interacción genotipo-ambiente sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en grano de sorgo; observaron que del total de la variación ambiental detectada, las que aportaron en mayor magnitud fueron

la temperatura y la precipitación pluvial que contribuyeron en mayor grado en la interacción genotipo-ambiente. Porque las variaciones de estos dos factores son muy significativas en tiempo y espacio ya que modifican bruscamente y además podrían limitar la expresión de un genotipo sobre cualquier carácter cuantitativo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área experimental.

3.1.1. Ubicación.

El trabajo se realizó en dos zonas tradicionales productoras de trigo, más propiamente en los valles de los municipios de Totora y Tarata del departamento de Cochabamba.

- **Totora.** Perteneciente a la provincia Carrasco, siendo su capital Totora, está dividido en cuatro secciones, la primera Totora, con su capital del mismo nombre y sus cantones Copa Chuncho, Arepucho e Icuna, la segunda Pojo, con su capital Pojo y sus cantones Duraznillo, Khararany, Chukioma y Guatayos; Pocona, con su capital Pocona y sus cantones: Pisorga, Chimboata, Chilijchi, Wayapacha y Conda; la cuarta Tiraque “C”, con su capital Tiraque. Se encuentra a 140 km de distancia de la ciudad de Cochabamba, por la carretera antigua a Santa Cruz, tiene una altura promedio de 2900 msnm. Limita al norte con el Municipio de Chimoré, al este con el Municipio de Pojo, al sur con los Municipios de Omereque y Aiquile, y al oeste con los Municipios de Pocona y Tiraque. La zona presenta tres pisos ecológicos, correspondientes a valles, puna y yungas; tiene una precipitación promedio de 550 mm/año y una temperatura media de 16 °C. En las zonas más altas, sus suelos son pedregosos, con fuertes pendientes, con suelos en proceso de erosión.

- **Tarata.** Es la capital de la provincia Esteban Arze y capital de la primera sección municipal, conocido también como la “Colonial”. Se encuentra a 29 km de la ciudad de Cochabamba. Registra una precipitación promedio de 450 mm/año, temperatura media anual de 17.7 °C, mínima de 5.4 °C y máxima de 30.8 °C, se tiene presencia de heladas entre mayo a agosto.

El trabajo se realizó en la localidad de Azul K`ocha - Totora, y en terrenos del Centro Experimental Agropecuario del SEDAG en Tarata.

La ubicación geográfica de cada uno de los sitios, es la siguiente:

- Azul K`ocha: Latitud sur: 17°12` Longitud oeste: 65° 45` Altura: 2900 msnm.
- Tarata: Latitud sur: 17°39` Longitud oeste: 65° 59` Altura: 2721 msnm.

Las principales actividades de campo, realizadas en los dos sitios de trabajo, fueron:

Cuadro 2. Actividades y fechas de ejecución en campo.

Actividades de campo realizadas	Fechas de ejecución de actividades de campo	
	Azul K`ocha	Tarata
Siembra	07/01/2010	15/01/2010
Aplicación de herbicida	--	09/02/2010
Desmalezado	15/02/2010	11/03/2010
Cosecha	12/05/2010	05/06/2010

Fuente: Elaboración propia

En la localidad de Azul K`ocha no se aplicó herbicida ya que el control de malezas se realizó de manera manual, en sucesivas labores culturales a lo largo del desarrollo del cultivo.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

Se utilizaron 10 líneas mejoradas de trigo duro seleccionadas en el CIF, provenientes del Centro Internacional para las Investigaciones Agrícolas en las Zonas Áridas, de Siria (ICARDA), del ensayo 32 IDYT MD (International Durum Yield Trial Mediterranean Dry lands 2008-2009), y dos testigos locales: Cv. San Martín y Cv. México.

Cuadro 3. Material biológica, código de entrada, nombre/cruza, peso de mil semillas, porcentaje de germinación y densidad de siembra de las líneas en estudio.

Entradas	Código de entrada	Nombre/ Cruza	Peso de 1000 semillas en g	Porcentaje de germinación	Densidad de siembra kg/ha
1	32 IDYT MD 1	Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	48,4	96	136
2	32 IDYT MD 3	Bicredera-1/Azeghar-2	52,8	96	149
3	32 IDYT MD 5	Geruftel-2	51,7	92	152
4	32 IDYT MD 6	Icajihán1	57,2	90	172
5	32 IDYT MD 9	Marsyr-3//Saadi 1989/chan	53,4	94	153
6	32 IDYT MD 12	Icasmor-B-19	55,8	96	157
7	32 IDYT MD 13	IcasmorH5-69	48,7	91	145
8	32 IDYT MD 14	Icasmor-B-22	51,5	99	141
9	32 IDYT MD 17	Aghram = Mgnl3/Ainzen-1	53,8	90	161
10	32 IDYT MD 22	Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	51,4	95	146
11	Testigo 1	MÉXICO	58,8	84	189
12	Testigo 2	SAN MARTÍN	56,9	83	185

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Material de campo

- Tractor
- Arado
- Surcadora
- Rastrillo
- Azadón
- Hoz
- Cinta métrica
- Pitas de polietileno
- Letreros
- Engrapadora
- Libreta de campo
- Estacas

- Sobres de papel madera
- Bolsas de papel
- GPS
- Cámara fotográfica
- Trilladora
- Descorticadora
- Bañadores

3.2.3 Material de laboratorio

- Balanza de precisión.
- Determinador de peso hectolítrico.
- Germinadora
- Agua destilada
- Papel filtro

3.2.4 Material de gabinete

- Computadora
- Hojas de registro
- Lápiz
- Papel

3.3 Insumos.

3.3.1 Fertilizante.

- Fosfato di amónico (18-46-00)
- Urea (46% de nitrógeno)

3.3.2 Herbicida.

- Ferminine, ingrediente activo 2-4D. (Herbicida para hoja ancha)

3.4. Metodología

3.4.1. Preparación de la semilla.

Previamente a la preparación de semilla, se realizó la prueba de germinación, los datos obtenidos permitieron realizar ajustes en la densidad de plantas por unidad de superficie, para la siembra. Las diferentes líneas seleccionadas, se estandarizaron a una densidad de siembra equivalente a 270 semillas viables por m².

3.4.2. Preparación del terreno.

En las dos localidades, la preparación del suelo se realizó con arado de disco y dos pasadas de rastra con el tractor agrícola.

3.4.3. Fertilización.

El nivel de fertilización que se aplicó a los ensayos en las dos localidades, fue 40-40-00 kg/ha (N-P-K), utilizando los fertilizantes comerciales 18-46-00, mismo se aplicó en la preparación del terreno y en última pasada de rastra. El nivel de nitrógeno se completó con Úrea al 46%, en la etapa de macollamiento.

3.4.4. Demarcación de las parcelas.

Se realizó la demarcación de las parcelas en las dos localidades, con estacas y delineados con pitas de polietileno, brindándole el área correspondiente a cada bloque y a cada unidad experimental, con las siguientes medidas:

- Bloques de 5 por 21.3 m y de 5 por 1.50 m las unidades experimentales, espaciados entre unidad experimental a 0.30 m y entre bloques a 1.5 m, obteniendo un área total de la parcela de 507.15 m².

3.4.5. Siembra.

La siembra de las dos localidades fueron realizadas en el mes de enero de 2010, donde se utilizó una surcadora manual abriendo surcos a una profundidad aproximada de

5 cm, espaciados a 30 cm entre surcos; la siembra se realizó a chorro continuo con una densidad de siembra de 270 semillas por m² y la distribución del material biológico por cada bloque se efectuó aleatoriamente.

3.4.6. Labores culturales.

3.4.6.1. Control de malezas.

El control de malezas se realizó de dos formas, control químico (en Tarata) y de forma manual (en Azul K`ocha), según la incidencia de las malezas. El herbicida que se aplicó fue Ferminine (2-4D) para malezas de (hoja ancha). A una dosis de 55 ml por 20 litros de agua.

3.4.6.2. Cosecha

En las dos localidades la cosecha se realizó de forma manual con hoz, cuando las espigas presentaron un amarillamiento, indicador de la madurez fisiológica.

La cosecha se realizó, en los tres surcos centrales, excluyendo los surcos de los extremos para evitar el efecto de bordura, de cada una de las unidades experimentales, el área cosechada fue: 2.7 m².

3.4.6.3. Trilla

La trilla del material cosechado de ambas localidades se realizó en el Centro de Investigación en Forrajes (CIF “La Violeta”), utilizando una trilladora estacionaria.

3.5. Variables de respuesta.

3.5.1. Días al espigamiento.

Se determinó los días transcurridos, desde el día de emergencia hasta que las líneas de cada unidad experimental presentaron tener un 50% de espiga.

3.5.2. Días a la madurez fisiológica.

Se determinó los días transcurridos desde la emergencia hasta que el 80% de los tallos presentaran el amarillamiento clásico que indica la madurez fisiológica.

3.5.3. Número de macollos por metro cuadrado.

El muestreo para esta variable, fue tomada dentro de la unidad experimental, un metro lineal, los macollos cuantificados se expresan en número de macollos por metro cuadrado.

3.5.4. Altura de planta (cm)

Se tomó diez plantas al azar por unidad experimental, donde se consideró la altura de planta desde la superficie del suelo hasta el ápice de la espiga, sin tomar en cuenta las aristas.

3.5.5. Número de espigas por metro cuadrado.

El muestreo para esta variable, fue tomada dentro de la unidad experimental, un metro lineal, las espigas cuantificadas se expresaron en número de macollos por metro cuadrado.

3.5.6. Tamaño de espigas (cm).

Se tomó diez espigas al azar de cada unidad experimental, de las cuales se midieron la longitud, registrando la media de las lecturas, considerando desde el nudo de inserción de la espiga hasta la punta de la espiga, excluyendo las aristas.

3.5.7. Número de tripletes por espiga.

Se tomaron al azar diez espigas de cada unidad experimental, posteriormente se contó la cantidad de tripletes existentes de cada espiga.

3.5.8. Número de granos por espiga.

Para esta variable de respuesta se tomaron diez espigas al azar, donde se contó el número de granos contenidos en cada espiga, cuantificando el promedio.

3.5.9. Peso hectolítrico.

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

3.5.10. Rendimiento en grano.

Esta variable se evaluó después de la cosecha, trillado y limpieza de los granos, luego se pesó en una balanza de precisión, para posteriormente obtener los datos en kg por hectárea (kg/ha), con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (X * 10000) / A$$

Donde:

X= es el peso de granos del área cosechada. A= es el área cosechada.

3.5.11. Presencia de enfermedades.

Se registró la presencia de enfermedades durante el desarrollo vegetativo del cultivo trigo. La *Septoria tritici* se evaluó mediante la *Escala de Saari-Prescott* (referir al anexo 3) de 0-9, donde “0” indica libre de infecciones y “9” altamente susceptible, se realizó la evaluación cuando la sintomatología se presentó desde el espigamiento hasta la madurez fisiológica. Por otro lado, también se tomó en cuenta la presencia de síntomas de virus bajo la siguiente escala propuesta (0) = nula, (+) aislada, (++) = moderada, (+++) = severa.

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar en dos localidades con cuatro repeticiones.

La altura de planta fue procesada con el modelo lineal mixto bajo la estructura del análisis de varianza combinado del diseño bloques al azar en dos localidades (Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; SAS Institute Inc, 2012), según la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda_i + \beta_{j(i)} + \tau_k + \lambda\tau_{ik} + \xi_{jki}$$

Donde:

i	=	1, 2, Localidades
j	=	1, 2, 3,4 Bloques
k	=	1, 2, 3,...12 Líneas
γ_{ijk}	=	Valor observado de una variable de respuesta en una unidad experimental del j-ésimo bloque en la i-ésimo localidad donde se aplico la k-ésimo línea
μ	=	Media general
λ_i	=	Efecto aleatorio de la i-ésimo localidad \approx Distribución normal, idéntico e independiente (NIID)(0, σ_l^2)
$\beta_{j(i)}$	=	Efecto aleatorio del j-ésimo bloque en la i-ésimo localidad \approx Distribución normal, idéntico e independiente (NIID)(0, σ_b^2)
τ_k	=	Efecto fijo de la k-ésimo línea
$\lambda\tau_{ik}$	=	Efecto aleatorio de la interacción entre la i-ésimo localidad y la k-ésimo línea \approx Distribución normal, idéntico e independiente (NIID)(0, σ_{lg}^2)
ξ_{jki}	=	Efecto aleatorio de los residuales \approx Distribución normal, idéntico e independiente (NIID) (0, σ_e^2).

Los promedios de las líneas de trigo fueron discriminados con la diferencia de medias por mínimos cuadrados y la distribución de t de Student.

Referente a las otras variables, al presentar los residuos distribución diferente a la normal fueron procesados con el modelo lineal generalizado, también bajo la estructura del análisis de varianza combinado del diseño bloques al azar en dos localidades (Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; SAS Institute Inc, 2012; Kachman, 2000).

$$\eta_{ijk} = \text{LogE}(Y_{ijk}) = \eta + \lambda_i + \beta_{j(i)} + \tau_k + \lambda\tau_{ik}$$

Donde:

i	=	1, 2, Localidades
j	=	1, 2, 3,4 Bloques
k	=	1, 2, 3,...12 Líneas
η_{ijk}	=	Valor generalizado de una variable de respuesta (Y_{ijk}) de la unidad experimental ubicada en el j-ésimo bloque, en la i-ésimo localidad donde se aplico la k-ésima línea de trigo.
η	=	Constante.
λ_i	=	Efecto fijo de la i-ésimo localidad
$\beta_{j(i)}$	=	Efecto fijo del j-ésimo bloque en la i-ésimo localidad
τ_k	=	Efecto fijo de la k-ésimo línea
$\lambda\tau_{ik}$	=	Efecto fijo de la interacción entre la i-ésimo localidad y la k-ésimo línea

Los promedios de las líneas de trigo fueron discriminados con la diferencia de medias por mínimos cuadrados y la distribución de chi cuadrado, bajo el lineamiento de la prueba de comparación de promedios con dos testigos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Información climática.

4.1.1. Precipitación pluvial de Totora y Tarata para la gestión agrícola 2009-2010.

El comportamiento climático de la precipitación pluvial durante la gestión 2009-2010, fue diferente entre las localidades (Figura 1); teniendo como promedio 396 mm para Totora, durante todo el ciclo de cultivo del trigo; en Tarata este valor alcanzó a solamente 317 mm. Por otro lado, la precipitación tiene distribución diferente, para ambas localidades, en comparación con la precipitación histórica (Figura 2) a partir de datos del SENAMHI (2011).

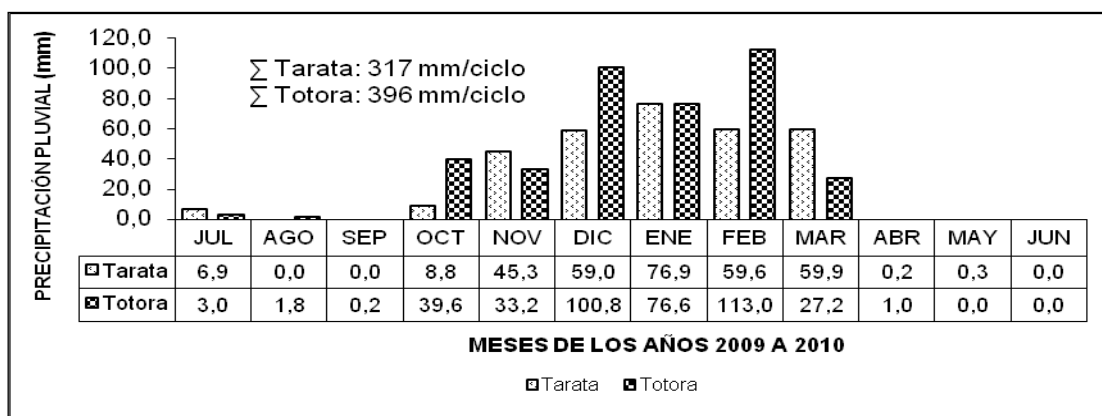


Figura 1. Precipitación (mm) promedio registrada en Totora y Tarata para el periodo 2009 - 2010.

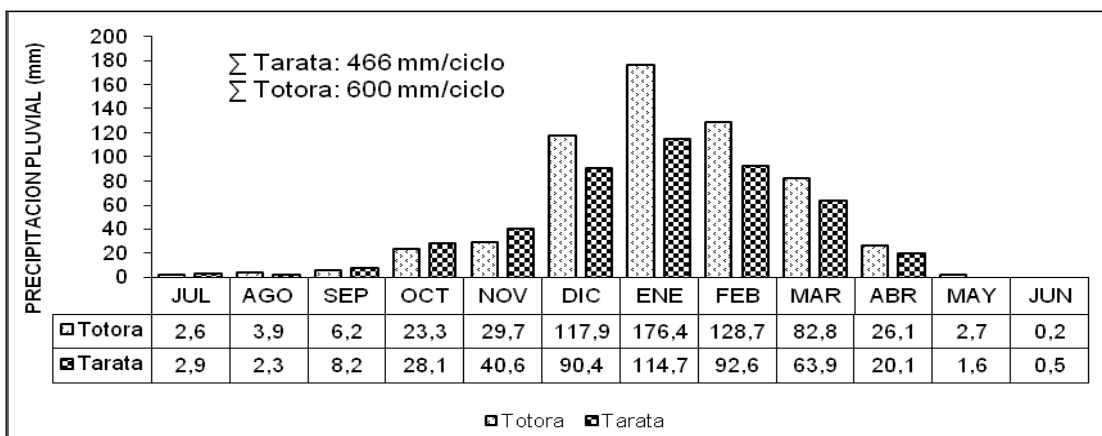


Figura 2. Precipitación (mm) histórica registrada en Totora y Tarata para el periodo 2000 -2010.

En la localidad de Tarata, se observa que para los meses de agosto y septiembre, no hubo precipitación y para los meses de noviembre y diciembre se registraron precipitaciones

mínimas en comparación a las precipitaciones históricas, lo cual afectó en la humedad del suelo en la adecuación del terreno para la siembra.

En la precipitación histórica (Figura 2), se muestra que hubo precipitaciones registradas para todos los meses con la excepción de una precipitación mínima para el mes de junio. En comparación con la precipitación anual, se tiene una diferencia del 40% menos que la precipitación histórica.

En general, durante la gestión agrícola 2009-2010, la precipitación pluvial registrada fue muy baja. Como consecuencia de estas variaciones ambientales, los ensayos establecidos fueron afectados, impidiendo que las líneas expresaran su potencial durante el desarrollo vegetativo de las plantas.

4.2. Resumen del Análisis de Varianza

Según el Cuadro 4, las variables reportan valores altamente significativos del efecto fijo. De la misma manera, se presenta variaciones para los efectos aleatorios, con excepción de las variables *Días a la madurez fisiológica*, *Tamaño de espigas* y *Número de tripletes por espiga*.

Cuadro 4. Resumen de análisis de varianza para el ensayo, "Evaluación agronómica de líneas mejoradas de trigo duro (*Triticum durum*) en dos localidades del departamento de Cochabamba"

Análisis de datos	Variables de respuesta	Efecto fijo	Efecto aleatorio
		Línea	Localidad * línea
Proc Mixed de SAS®, prueba de Fisher /	Altura de planta (cm)	**	
Modelo lineal generalizado GLM, prueba de wald //	Número de macollos por m ²	**	**
	Días al espigamiento	**	**
	Días a la madurez fisiológica	**	NS
	Número de espigas por m ²	**	**
	Tamaño de espiga (cm)	**	NS
	Número de tripletes por espiga	**	NS
	Número de granos por espiga	**	**
Rendimiento de grano kg/ha	**	**	

Fuente: Elaboración propia

**:
NS:
/
//

Significativo a P: 0.01
No significativo
Referencias en anexo 3
Referencias anexo 4

En base al cuadro anterior, y habiéndose detectado diferencias significativas para todas las variables de respuesta, se presentan los resultados obtenidos, tomando los datos promedios de los componentes de rendimiento de ambas localidades Tatora y Tarata.

El cuadro 5, presenta la información general de todas las variables de respuesta en ambas localidades, con su respectivo análisis de comparación de medias.

Cuadro 5. Características fenológicas, morfológicas y productivas, de líneas en estudio de trigo duro, para las localidades de Totora y Tarata.

Líneas / Nombre / cruza/ 2 testigos	Características fenológicas		Características morfológicas		Características productivas					
	Días a la madurez fisiológica	Días al Espigamiento	Altura de planta (cm)	Tamaño de espiga (cm)	Nº de macollos/m ²	Nº espigas por m ²	Nº de tripletes por espiga	Nº de granos/espiga	Rendimiento en grano (kg/ha)	Peso hectolítrico (kg/hl)
L1 = Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	99(-)/(-)	64(-)/(-)	47,5(-)/NS	4,4(-)/(-)	95(+)/(+)	68,5(+)/(+)	13,2 NS/NS	21,6(+)/NS	251,0(+)/(+)	73,8
L2 = Bicredera-1/Azeghar-2	102(-)/(-)	64(-)/(-)	43,4(-)/NS	4,0(-)/(-)	75NS/(+)	45,4NS/(+)	12,5 NS/NS	29,2(+)/(+)	127,7NS/NS	70,8
L3 = Geruftel-2	102(-)/(-)	64(-)/(-)	41,1(-)/(-)	4,5(-)/(-)	83 NS/(+)	53,3(+)/(+)	13,0 NS/NS	14,8(+)/NS	177,6(+)/NS	75,8
L4 = Icajihan1	98(-)/(-)	65(-)/(-)	46,1(-)/NS	3,5(-)/(-)	77 NS/(+)	56,6(+)/(+)	10,2(-)/(-)	24,6(+)/(+)	169,2(+)/NS	77,8
L5 = Marsyr-3//Saadi 1989/chan	100(-)/(-)	63(-)/(-)	47,3(-)/NS	4,6(-)/(-)	120(+)/(+)	95,5(+)/(+)	12,2 NS/NS	19,0(+)/NS	289,8(+)/(+)	71,8
L6 = Icasmor-B-19	102(-)/(-)	67(-)/(-)	43,5(-)/NS	4,5(-)/(-)	85NS/(+)	70,2(+)/(+)	12,6 NS/NS	15,1(+)/NS	207,0(+)/NS	79,8
L7 = IcalmorH5-69	105(-)/(-)	65(-)/(-)	40,1(-)/(-)	4,6(-)/(-)	93 (+)/(+)	64,2(+)/(+)	12,4 NS/NS	11,3 NS/NS	165,7(+)/NS	75,8
L8 = Icasmor-B-22	101(-)/(-)	64(-)/(-)	43,4(-)/NS	4,0(-)/(-)	108(+)/(+)	75,9(+)/(+)	10,8(-)/(-)	24,5(+)/(+)	243,4(+)/(+)	81,8
L9 = Aghram = Mgnl3/Ainzen-1	101(-)/(-)	66(-)/(-)	48,1(-)/NS	4,6(-)/(-)	78 NS/(+)	42,2 NS/NS	12,3 NS/NS	21,0(+)/NS	135,9NS/NS	78,0
L10 = Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	101(-)/(-)	65(-)/(-)	45,0(-)/NS	4,5(-)/(-)	105(+)/(+)	81,6(+)/(+)	12,4 NS/NS	21,9(+)/NS	208,7(+)/NS	72,0
T1 = MÉXICO	118	83	70,8	6,1	82	45,7	12,7	7,9	101,5	77,8
T2 = SAN MARTÍN	113	73	48,5	5,4	56	38,8	12,8	15,7	140,3	73,8
Media general	104	67	47	5	88	61	12	19	185	76
Media Totora	102	66	52	51	124	94	141	29	322	
Media Tarata	105	68	42	41	65	45	107	15	120	76

Fuente: Elaboración propia

- (+): Significativamente superior a los testigos según la prueba de mínimos cuadrados.
 (-): Significativamente inferior a los testigos según la prueba de mínimos cuadrados.
 NS: Sin diferencias significativas, en comparación con los testigos, según la prueba de mínimos cuadrados.
 (-): Comparación con el testigo variedad México.
 (-): Comparación con el testigo variedad SAN MARTÍN.

4.2.1. Número de macollos por metro cuadrado

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados (cuadro 5), las líneas (L1) Azeghar-1//Blrn/Mrf-2, (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan, (L7) IcalmorH5-69, (L8) Icasmor-B-22 y (L10) Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4 presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo México, que reportan valores significativamente superiores y las líneas (L2) Bicederaa-1/Azeghar-2, (L3) Geruftel-2, (L4) Icajihhan1, (L6) Icasmor-B-19 y (L9) Aghram = Mgnl3/Ainzen-1 no significativos. Ante el testigo variedad San Martín, todas las líneas presentan diferencias significativamente superiores, lo que significa que los testigos fueron superados en esta variable.

Formoso y Ugarte (1973), indican que la mayoría de los factores ambientales que afectan al macollamiento, no lo hacen en forma aislada, sino que interaccionan entre sí, dando como resultado diferentes balances con las que consiguen reacciones distintas por parte de la planta.

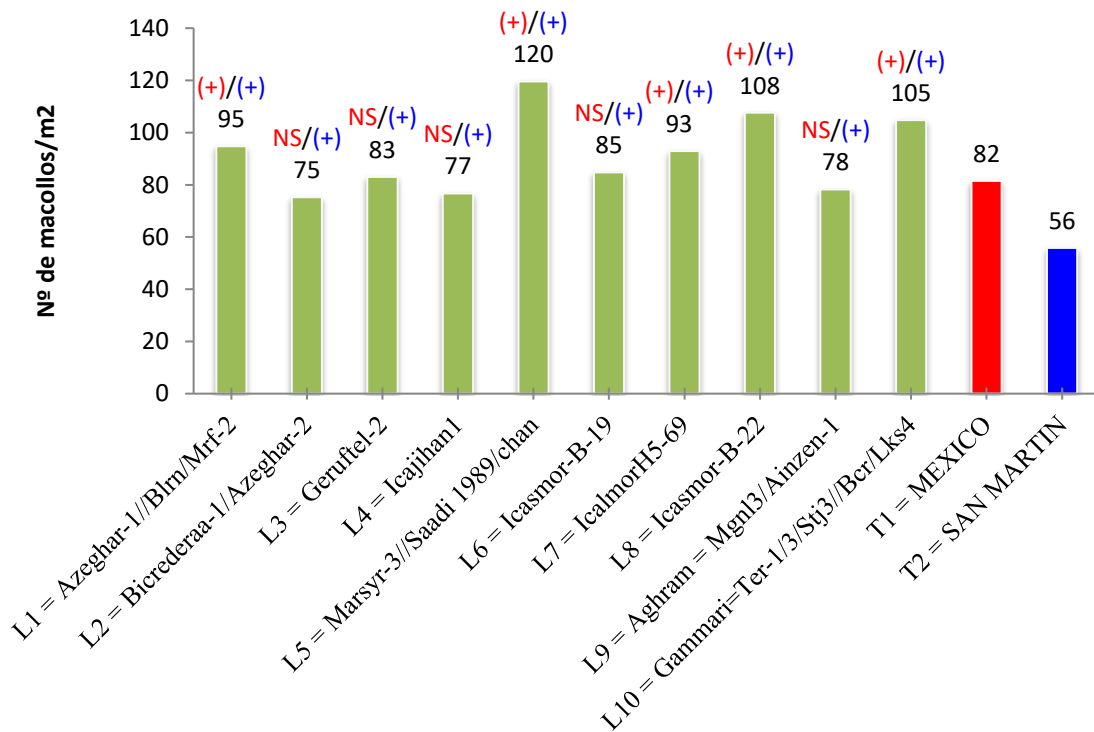


Figura 3. Promedio de número de macollos por metro cuadrado del germoplasma evaluada.

4.2.2. Días al espigamiento.

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados (cuadro 5), todas las líneas presentaron diferencias estadísticas con los testigos, reportando valores significativamente inferiores, lo que significa que las líneas destacan ser las más precoces ante los testigos.

Según San Martín y Córdoba 1986, agronómicamente se entiende por precocidad cuando la planta expresa la etapa fenológica de la floración, en el tiempo más breve o corto de producción. Fisiológicamente la precocidad es el cambio morfológico del estado vegetativo al estado reproductivo.

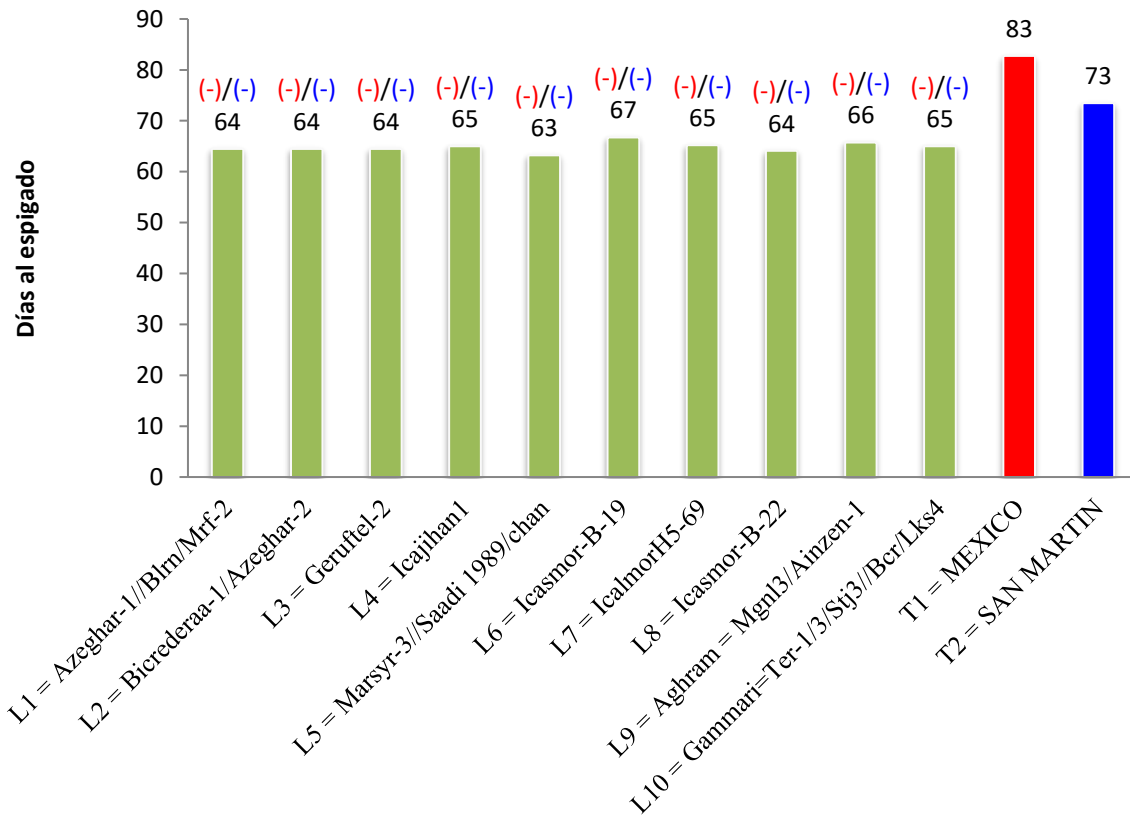


Figura 4. Promedio de días al espigado del germoplasma evaluada.

4.2.3. Días a la madurez fisiológica.

Al igual que la anterior variable, la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados (cuadro 5), todas las líneas presentaron diferencias estadísticas con los testigos, reportando valores significativamente inferiores, lo que significa que las líneas destacan ser las más precoces ante los testigos.

Rodríguez 1991, indica que las condiciones medioambientales tienen gran influencia en el desarrollo de las etapas fenológicas del cultivo, los cambios bruscos externos como la temperatura, precipitación, radiación solar y otros, ocasionan, que la planta acelere la formación de los órganos reproductores para formar las futuras semillas que darán origen a nuevas plantas.

La precocidad en el cultivo de trigo es importante, podría favorecer al escape al estrés hídrico, heladas, enfermedades y otros factores. Generalmente los agricultores buscan variedades precoces frente a las adversidades climáticas como bajas precipitaciones pluviales, heladas y otros, que les permite salvar el producto.

En la (figura 5), se visualiza las diferencias entre las líneas y los testigos.

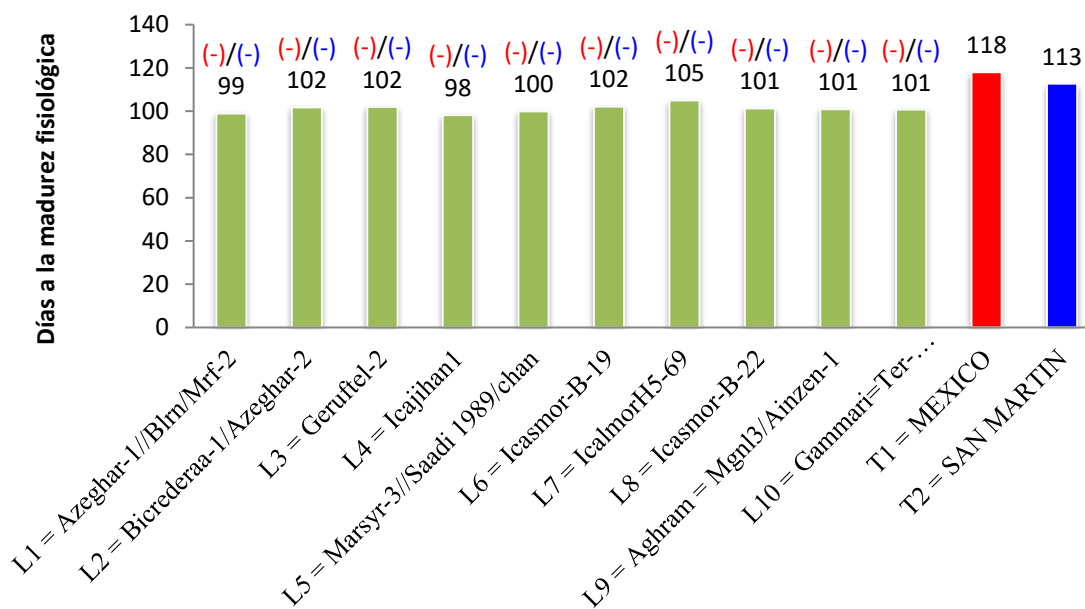


Figura 5. Promedio de días a la madurez fisiológica del germoplasma evaluada

4.2.4. Altura de planta (cm).

Para esta variable, la prueba de diferencias por mínimos cuadrados, todas las líneas demuestran diferencias estadísticas, reportando valores significativamente inferiores ante el testigo México que reporta 70.8 cm superior al resto de las líneas. Ante el testigo San Martín las líneas (L3) Geruftel-2 y (L7) IcalmorH5-69 presentan diferencias estadísticas, quienes reportan valores significativamente inferiores, el resto de la líneas no presenta diferencias estadísticas. Estas diferencias podemos visualizar en la (figura 6).

Según Roig y Martínez (1974), definen que las diferencias en altura de plantas se deben a la capacidad de macollaje de cada material y a las condiciones de fertilidad de los suelos.

López (1990), señala que desde siempre se ha buscado reducir el riesgo de encamado en los cereales mediante la elección de variedades de más baja altura. Aunque este objetivo se ha corregido, hay que resaltar que la altura de planta no es solo el único factor, puesto que hay que considerar también la estructura de la paja y la flexibilidad.

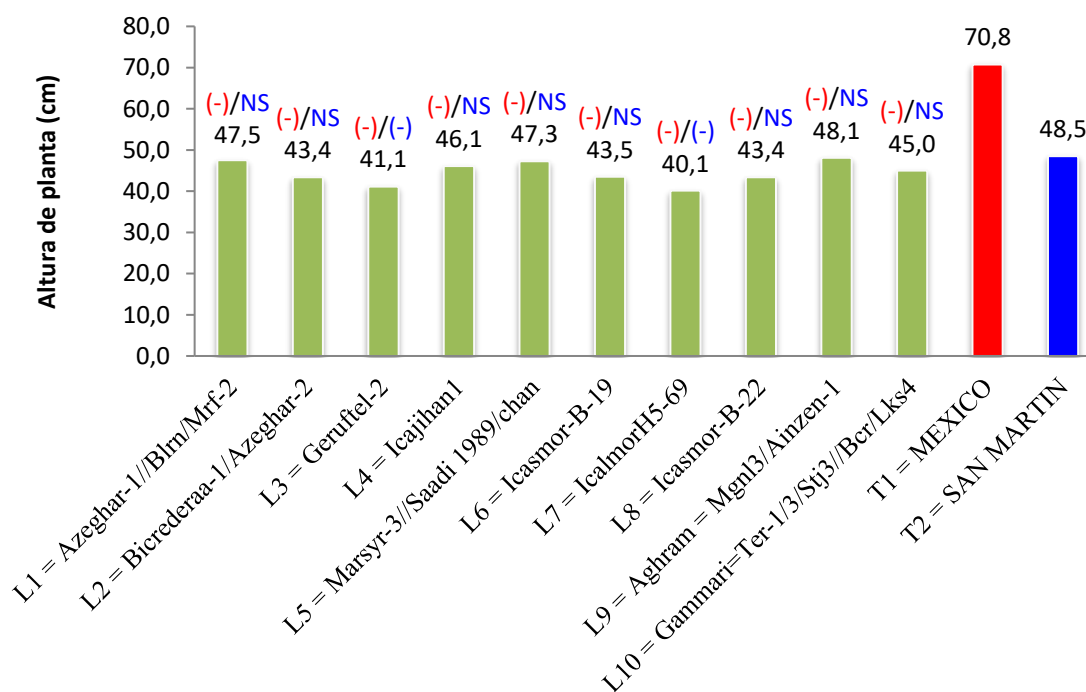


Figura 6. Promedio de la altura de planta del germoplasma evaluada

4.2.5. Número de espigas por metro cuadrado.

El análisis de varianza estableció diferencias altamente significativas entre líneas para la variable de número de espigas por metro cuadrado. De la misma manera, para el efecto aleatorio, se reporta también variaciones altamente significativas para la interacción localidad * línea (cuadro 4).

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados, las líneas (L2) Bicederaa-1/Azeghar-2 y (L9) Aghram = Mgnl3/Ainzen-1, no presentan diferencias estadísticas ante el testigo México, el resto de las líneas presentan diferencias significativamente superiores. Ante el testigo San Martín la línea (L9) Aghram = Mgnl3/Ainzen-1 no reporta diferencia, el resto de las líneas presentan diferencias significativamente superiores.

Según López 1990, el número de espigas por metro cuadrado está en función de:

a). Número de plantas/m²

b). Número de tallos fértiles/planta, factor que a su vez está en función de:

- Capacidad de macollamiento inherente a la especie y a la variedad.
- Condiciones climáticas: (humedad disponible, temperatura, radiación y longitud del día).
- Superficie de terreno por planta.
- Nutrición mineral (niveles de nutrientes disponibles en el suelo).
- Prácticas agronómicas (fecha, dosis, profundidad y uniformidad de siembra).
- Competencia entre plantas individuales.
- Daños producidos por plagas, enfermedades y otros agentes.

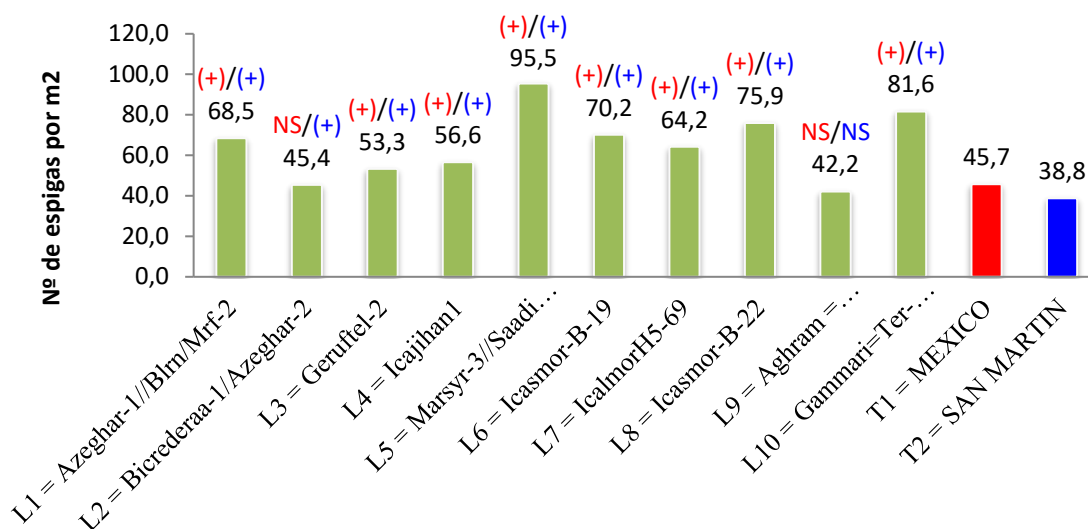


Figura 7. Promedio del número de espigas por metro cuadrado del germoplasma evaluada

4.2.6. Tamaño de espiga (cm).

El análisis de varianza para ésta variable, estableció diferencias altamente significativas entre líneas, y no existe variación para la interacción localidad * línea.

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados, se estableció diferencias estadísticas frente a los dos testigos, reportando valores significativamente inferiores.

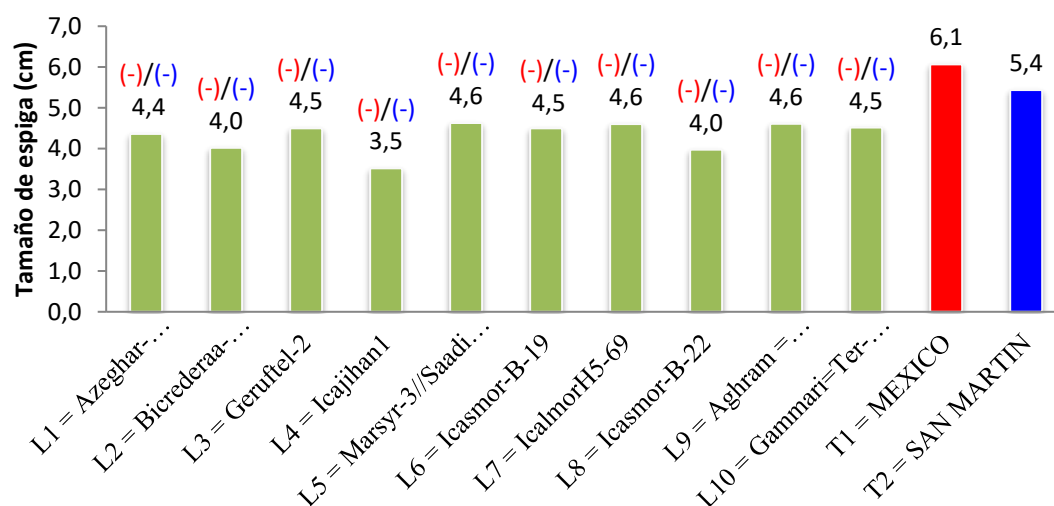


Figura 8. Promedio del tamaño de espigas del germoplasma evaluada

4.2.7. Número de tripletes por espiga.

El análisis de varianza para ésta variable, estableció diferencias altamente significativas entre líneas, y no existe variación para la interacción localidad * línea.

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados, las líneas (L4) Icajihan1 y (L8) Icasmor-B-22, reportan valores significativamente inferiores de 10,2 y 10,8 granas por espiga y el resto de las líneas no se presenta diferencias estadísticas ante los testigos México y San Martín. Lo que significa que los testigos no fueron superados estadísticamente en número de tripletes, por ninguna línea.

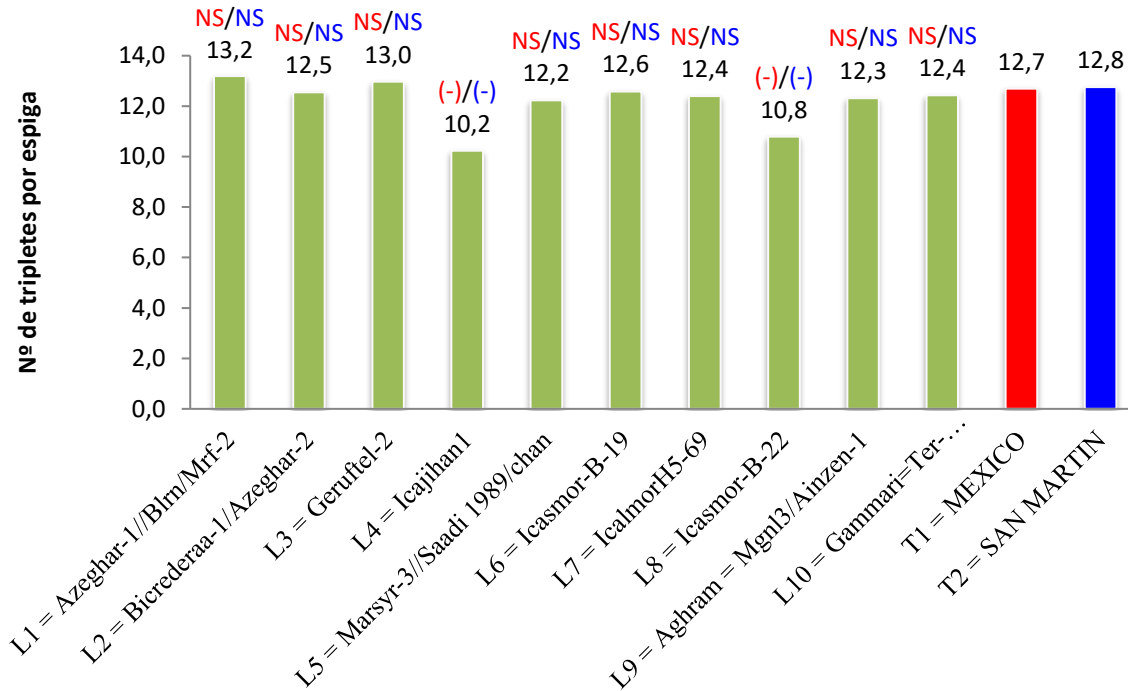


Figura 9. Promedio del número de tripletes por espiga del germoplasma evaluada

4.2.8. Número de granos por espiga.

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados (cuadro 5), la línea (L7) IcalmorH5-69 no presenta diferencia estadística, en resto de las líneas presentan diferencias significativamente superiores ante el testigo México. Ante el testigo San Martín las líneas (L2) Bicederaa-1/Azeghar-2, (L4) Icajihan1y (L8) Icasmor-B-22, reportaron

diferencias significativamente superiores, el resto de las líneas no establecieron diferencias estadísticas.

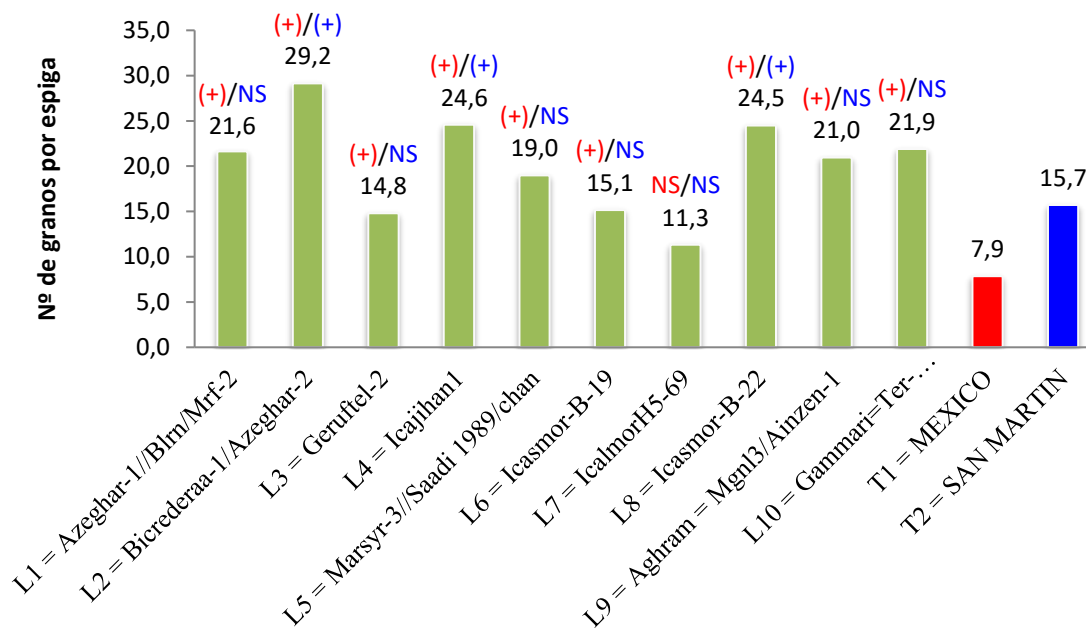


Figura 10. Promedio del número de granos por espiga del germoplasma evaluada

Refiriéndose a este componente, Waddington (1983), citado por Arispe (2005), indica que cuando el número de espigas queda reducido, los componentes tales como granos por espiga y tamaño de grano, compensan el rendimiento.

Al respecto López (1990), señala que el número de granos por espiga es en función del número de espiguillas/espiga y el número de flores fértiles/espiguilla, manteniendo relación directa con:

- Potencial genético de la variedad para la formación de la espiga, longitud de la espiga, número de espiguillas y flores.
- Condiciones climáticas durante la formación de las espigas, espiguillas y flores.
- Tamaño y actividad del aparato fotosintético durante la formación de la espiga, espiguilla y flores y la capacidad para transferir asimiladas a la espiga.
- Competencia entre plantas individuales.
- Ocurrencia y grado de infestación y daño por enfermedades, plagas y otros

4.2.9. Rendimiento en grano (kg/ha)

El análisis de varianza para ésta variable, estableció diferencias altamente significativas entre líneas, y variación para la interacción localidad * línea.

Según la prueba de diferencia de promedios, por mínimos cuadrados (cuadro 5), las líneas (L2) Bicredera-1/Azeghar-2 y (L9) Aghram = Mgnl3/Ainzen-1, no reportan diferencias estadísticas ante el testigo México, el resto de las líneas reportando valores significativamente superiores. Ante el testigo San Martín las líneas (L1) Azeghar-1//Blrn/Mrf-2, (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan y (L8) Icasmor-B-22, establecen diferencias estadísticas reportando diferencias significativamente superiores, el resto de las líneas no presentan diferencias.

Los rendimientos de grano de 289.8, 251.0 y 243,4 kg/ha por las líneas (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan, (L1) Azeghar-1//Blrn/Mrf-2 y (L8) Icasmor-B-22, fueron superiores ante los testigos. (Figura 11).

Fuentes revelan que en estudios similares, se obtuvieron rendimientos superiores a 2000 kg/ha de trigo, en la misma zona (Gómez, 1992), pero bajo condiciones climáticas favorables, muy distintas a las acontecidas en el presente ensayo.

Según Marques (1985), las líneas mejoradas y la variedades locales, sometidas a condiciones iguales dentro de la variación ambiental, demostraron superioridad significativa las líneas mejoradas sobre las variedades locales. Estos resultados indican que la superioridad demostrada se debe principalmente al potencial genético presente en cada línea.

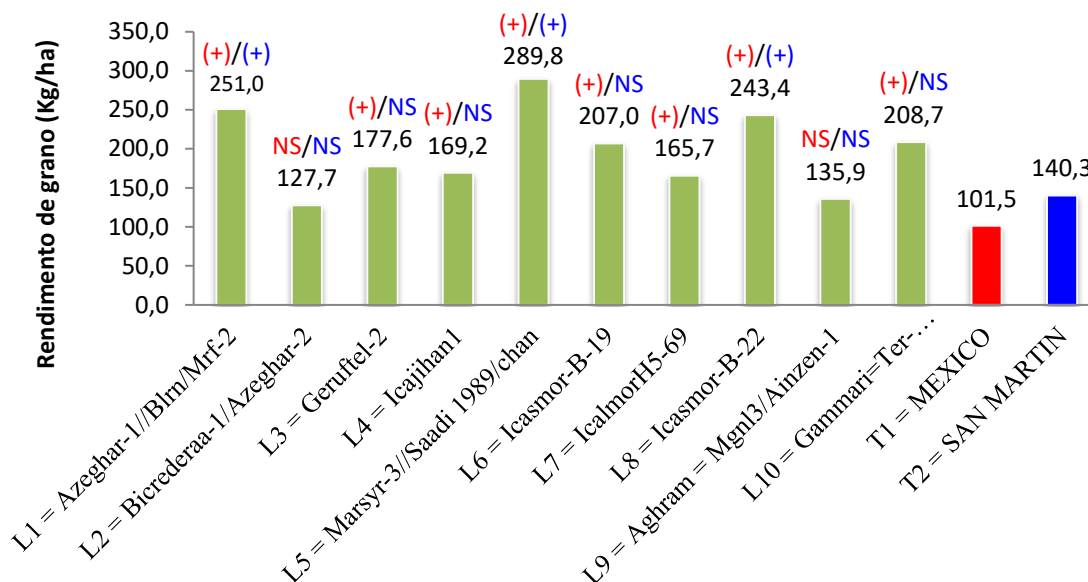


Figura 11. Promedio del rendimiento en grano del germoplasma evaluada

4.2.10. Peso hectolítrico.

Considerando que los valores para las industrias molineras son de 78 kg/hl con un mínimo de 77 kg/hl, los valores obtenidos en la presente investigación, se destacan cinco líneas que mostraron un peso hectolítrico aceptable, es el caso de las líneas (L4) Icajihan1, (L6) Icasmor-B-19, (L8) Icasmor-B-22 y (L9) Aghram = Mgnl3/Ainzen-1, con 77,8, 79,8, 81,8 y 78,0 respectivamente.

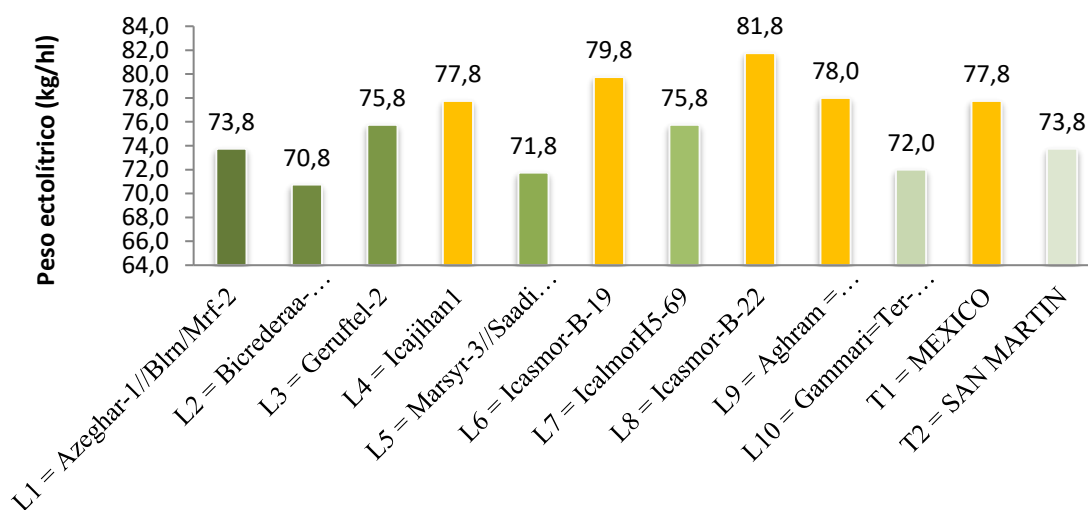


Figura 12. Promedio del peso hectolítrico del germoplasma evaluada

4.3. Susceptibilidad a enfermedades

Las enfermedades que se presentaron durante el desarrollo de la investigación, en las diferentes localidades, fueron la Septoria y síntomas de virus.

El cuadro 6, presenta el resumen de las lecturas realizadas en cada una de las entradas de trigo, considerando solamente la localidad de Totorá. Por razones operativas no se pudo realizar similar evaluación en Tarata.

Cuadro 6. Medias estimadas para Septoria e incidencia de virus en la localidad de Totorá, en el año 2010, para 12 entradas de *Triticum durum*.

Entradas	Nombre / cruza	Presencia de virus	Septoria
1	Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	+	8s
2	Bicredera-1/Azeghar-2	+	7s
3	Geruftel-2	0	8s
4	Icajihan1	0	6ms
5	Marsyr-3//Saadi 1989/chan	0	6ms
6	Icasmor-B-19	+	6ms
7	IcasmorH5-69	0	8s
8	Icasmor-B-22	0	7s
9	Aghram = Mgnl3/Ainzen-1	+	7s
10	Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	+	8s
11	MÉXICO	0	5ms
12	SAN MARTÍN	0	6ms

Fuente: Elaboración propia

Referencias: ms = Moderadamente susceptible en base la escala de Saari – Prescott.
 s = Susceptible.
 + = Presencia aislada de síntomas de virus.
 0 = Ausencia de síntomas de virus.

En general, todas las líneas en estudio tuvieron cierto grado de incidencia (hasta 8) según la escala de Saari - Prescott, lo cual indica que la Septoria es una enfermedad de mucha importancia en la zona de trabajo. Todas las líneas presentaron una incidencia moderadamente susceptible a esta enfermedad. Por otra parte, también se observó la presencia de síntomas de virus en las nervaduras de las hojas en algunas de las líneas evaluadas.

4.4. Análisis de correlación

Mediante el análisis de correlación (Anexo 8), para la variable más importante, como es el caso del rendimiento en grano observado en la figura 13 y 14, muestra una tendencia lineal para el número de macollos por m² y el número de espigas por m² ante el rendimiento de grano, donde el rendimiento de grano incrementa a mayor número de macollos y espigas por m², la variación del rendimiento en grano es explicada en 64.1 % por el número de macollos por m² y 81.0 % para el número de espigas por m².

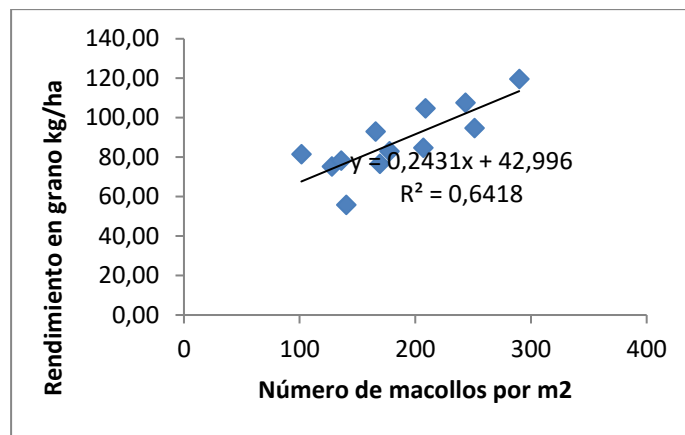


Figura 13. Correlación entre el rendimiento en grano y el número de macollos/m²

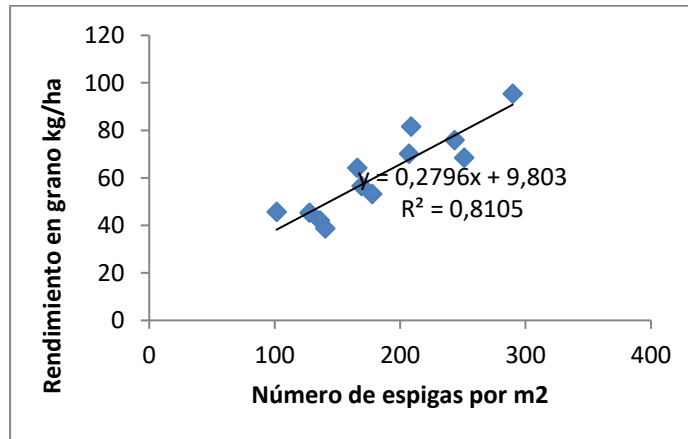


Figura 14. Correlación entre el rendimiento en grano y el número de espigas/m².

4.5. Selección de líneas

Para la selección de las líneas de mejor comportamiento agronómico, se tomó en cuenta todos los parámetros donde éstas destacaron, en función al análisis de las pruebas estadísticas realizadas.

El cuadro 7, resume la información de las líneas seleccionadas en base a ocho variables de respuesta.

Cuadro 7. Resumen de comportamiento de variables y calificación de las líneas de trigo duro ante dos testigo Variedad México y San Martín.

Líneas	Testigos	Días al espigamiento	Altura de plantas	N° de macollos por m ²	N° de espigas por m ²	Tamaño de espigas	N° de granos por espiga	Rendimiento en grano	Peso hectolítrico kg/hl	Calificación
L1 = Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	1	-	-	+	+	-	+	+	73.8	-----+++++√
	2	-	NS	+	+	-	NS	+		
L2 = Bicederaa-1/Azeghar-2	1	-	-	NS	NS	-	+	NS	70.8	-----++++
	2	-	NS	+	+	-	+	NS		
L3 = Geruftel-2	1	-	-	NS	+	-	+	+	75.8	-----++++
	2	-	-	+	+	-	NS	NS		
L4 = Icajihán1	1	-	-	NS	+	-	+	+	77.8	-----+++++√
	2	-	NS	+	+	-	+	NS		
L5 = Marsyr-3//Saadi 1989/chan	1	-	-	+	+	-	+	+	71.8	-----+++++√
	2	-	NS	+	+	-	NS	+		
L6 = Icasmor-B-19	1	-	-	NS	NS	-	+	+	79.8	-----+++++√
	2	-	NS	+	+	-	NS	NS		
L7 = IcalmorH5-69	1	-	-	+	+	-	NS	+	75.8	-----++++
	2	-	-	+	+	-	NS	NS		
L8 = Icasmor-B-22	1	-	-	+	+	-	+	+	81.8	-----+++++√
	2	-	NS	+	+	-	+	+		
L9 = Aghram = Mgn13/Ainzen-1	1	-	-	NS	NS	-	+	NS	78.0	-----++
	2	-	-	+	NS	-	NS	NS		
L10 = Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	1	-	-	+	+	-	+	+	72.0	-----++++
	2	-	-	+	+	-	NS	NS		

Fuente: Elaboración propia

Referencias para las 8 columnas de las variables de respuesta:

NS = No significativo con relación al testigo.

- = Significativo inferior dentro del carácter estudiado con relación al testigo.

+ = Significativo superior dentro del carácter estudiado con relación al testigo.

1 = Testigo Variedad México

2 = Testigo Variedad San Martín

Referencias para la columna de calificación:

√ = Selección de nuevas líneas promisorias de trigo duro.

5. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos, se establecen las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo a los resultados obtenidos las siguientes líneas: (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan, (L1) Azeghar-1//Blrn/Mrf-2, (L8) Icasmor-B-22, (L6) Icasmor-B-19 y (L4) Icajihán1, presentaron un comportamiento agronómico significativamente superior bajo los componentes de rendimiento más importantes como: número de macollos por m², número de espigas por m² y número de granos por espiga.

2. Las líneas (L1) Azeghar-1//Blrn/Mrf-2, (L5) Marsyr-3//Saadi 1989/chan y (L8) Icasmor-B-22, fueron las que superaron significativamente a los testigos Variedad México y San Martín, en rendimiento de grano, reportando valores de 251.0, 289.8 y 243.4 kg/ha, y las variedades comerciales 101.5 y 140.3 kg/ha.

3. Considerando que la demanda de las industrias molineras esta entre 77 y 78 kg/hl como mínimo, las líneas: (L4) Icajihán1, (L6) Icasmor-B-19, (L8) Icasmor-B-22, (L9) Aghram = Mgn13/Ainzen-1 y (T1) MÉXICO, con 77.8, 79.8, 81.8, 78.0 y 77,8 kg/hl fueron los que alcanzaron un peso hectolitrico aceptable.

4. Las líneas mostraron ser susceptibles y moderadamente susceptibles en cuanto al ataque de Septoria, también se observo una presencia aislada de virus.

5. Considerando el resultado observado en rendimiento en grano y peso hectolitrico, la línea priorizada, fue: (L8) Icasmor-B-22, con rendimiento en grano de 243,4 kg/ha y con 81,8 de peso hectolítrico.

6. Las líneas de trigo duro evaluadas agronómicamente presentan diferencias en cuanto a la adaptación y rendimiento en las dos localidades del departamento de Cochabamba, por lo se rechaza la hipótesis nula.

6. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a la interpretación de los resultados y conclusiones se puede formular las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario intensificar el proceso de mejoramiento, para obtener nuevas variedades que puedan adaptarse a las adversidades de las zonas marginales de producción de trigo duro de nuestro medio.
2. Las líneas que presentaron mejor comportamiento agronómico, deberán ser probadas una vez más en otras zonas y/o localidades productoras de trigo, con similares condiciones climatológicas, esto con la finalidad de que las líneas puedan validarse como nuevas variedades, que puedan reemplazar a las variedades locales.
3. Se debe realizar una investigación a detalle sobre el ataque de enfermedades a las líneas de trigo duro, a fin de precisar la resistencia o tolerancia, tomando datos de la incidencia y severidad de las enfermedades presentes durante la investigación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allard, R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Traducido de la primera edición de inglés por José L. Montoya. 2Ed. Editorial OMEGA S.A. Barcelona España p. 498-501.
- Arispe, F. 2005. Determinación del potencial de rendimiento de líneas y variedades de trigo. Tesis Ing. Agr. Cochabamba Bol., Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martin Cárdenas”. p. 24,25, 35 y 45.
- Brauer, O. 1986. Fitotecnia aplicada. Editorial LIMUSA WILEY. México. D.F. MEx. p. 518.
- Calle C., Crespo M., Pazd. R. y Wall P. 2001. PROTRIGO. Memorias de la IV reunión Nacional de trigo y cereales menores. Cochabamba 11 y 12 de octubre. p. 41-44,74.
- CIMMYT, 1982. N°. 2., Trigo duro: Nueva Era para cultivo antiguo, p 3.
- CIMMYT, 1997. Manual de entrenamiento de trigo, p 3-4.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties Crop Sci. 6: 36.
- FAO, 2006. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Permite la ayuda alimentaria conseguir la seguridad alimentaria. Colección FAO: Agricultura N° 37. Roma.
- Formoso, F. y Ugarte, C. 1973. Producción, manejo, utilización y calidad de forraje. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad República del Uruguay. Uruguay. pp 55 – 80.
- Gonzalo, D. 2000. Almacenamiento de Granos. UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá. p 3.
- Gomez, R. 1992. Adaptación de 12 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) y (*Triticum durum* desf) en area triguera del departamento de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinaria. Cochabamba Bolivia. 130 p.
- Herbas, R. 2008. El estado de situación del trigo en Bolivia y el contexto internacional. p. 9, 15, 16, 17 y 29.
- Consultada el 20 de diciembre 2009, disponible En: <http://realidad.agraria.cipca.org.bo/documentos/documentos/Documentos%20elaborados%20para%20el%20seminario/Rene%20Herbas/TRIGOBOLIVIACIPCA.pdf>
- Hervas, M. 2000. Evaluación de enfermedades en plantas forrajeras. pp. 5-14. En: Meneses, R. y Rodrigo, R. (eds.). 2000. Memoria Seminario: Uniformización de técnicas y criterios

- de investigación. Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV), Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”, Empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM. Cochabamba 22 al 25 de marzo de 2000. Cochabamba, Bolivia. 147 p.
- Kachman, S. 2000. An introduction to generalized linear mixed models. Department of Biometry, University of Nebraska–Lincoln. 15 p.
<http://statistics.unl.edu/faculty/steve/glmm/paper.pdf>
- López, J.A. 2009. TRIGO DURO. *Triticum durum* [Poaceae (=Gramineae)]. Consultada el 13 de diciembre 2009. Disponible en;
http://www.regmurcia.com/servlet/integra.servlets.Imagenes?METHOD=VERIMAGEN_109378&nombre=01_Triticum_durum_res_720.jpg
- López, B.L. 1990. Cultivos Herbáceos. Edición Mundi prensa. Madrid. 539 p.
- Marquez, S.F. 1985. Genotecnia vegetal teoría y resultados. Tomo I México D.F. AGT-Editor 1-5.
- Miezan, K Miliken, G.A. and Liang, 1979. Using regression coefficient as a stability parameter in plant breeding programs. *The Appl. Genet* 54: 7-9.
- Montgomery, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.
- Obregon, S. 1997. Primer Simposio Internacional de Trigo, México. p. 27,75
- Oswaldo, G. 2004. Programa Nacional de Calidad de Trigo. Comercio de Trigo Pan: Características de la Oferta y Demanda. En línea. Consultado el 13 de diciembre de 2009.
Disponible en: [http:// www.prognadetrigo.com](http://www.prognadetrigo.com)
- Prescott, J.M., P.A. Buenett, E.E. Saari 1986. Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México, D. F., México.) p 21,22.
- Poelhman, J.M. 1974. Mejoramiento genético de las cosechas. México D.F. Mex. P. 71-95, 123-146.
- Poey, F.R. 1978. El mejoramiento integral del maíz, valor nutritivo y rendimiento; hipótesis y métodos. Colegio de Postgraduado Chapingo Mex. p. 90.
- Rodríguez, M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial Los Amigos del Libro, Cochabamba casilla, 450 La Paz, casilla 4241. Bolivia. pp. 96 – 98; 343 – 351.
- Roig, A y Martínez, P. 1974. El trigo en Buenos Aires, Argentina. p. 72.
- San Martín R. y J. Córdova 1986. Diálogo XII Investigación en avena, cebada y triticale. Estación Experimental de San Benito, IBTA, Cochabamba – Bolivia pp 149 -. 153.

SAS Institute Inc. (2012). Documentation for SAS, Version 9.2. www.sas.com

Saeed, M. Francis, J.F. and Rajewski. 1984. Maturity effects on genotype-environment interactions in grain sorghum. *Agron. J.* 76(1):55-58

Steel R.; Torrie, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.

Siles, C. 1991. Influencia del ambiente y de la interacción genotipo – ambiente en la respuesta y relaciones de trece caracteres de 25 variedades de trigo duro (*triticum durum* desf.). Tesis Ing, agr. Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencia Agrícolas Pecuarias Veterinaria y forestal. Cochabamba Bolivia. 15 p

Tapia, J. 1996. Evaluación de líneas seleccionadas de trigo harinero (*triticum aestivum* L) y trigo duro (*triticum durum* Desf.), en la estación experimental de San Benito. Tesis Ing. Agro. Cochabamba Bol., Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martin Cárdenas”. p. 4-6, 9.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Puttanesca-1.jpg>, consultado el 10 de septiembre 2012.

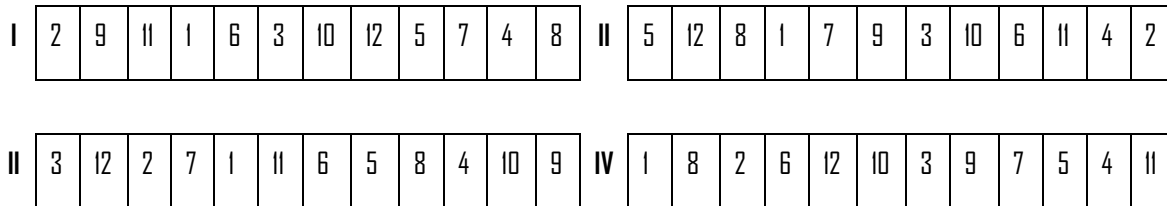
http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum_durum, consultado el 10 de septiembre 2012.

ANEXOS

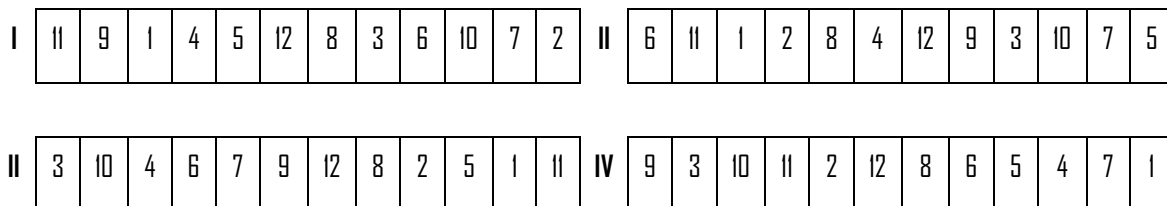
ANEXO 1. Croquis de campo para dos parcelas experimentales



• **Totora (Azul k`ocha)**



• **Tarata (Estación experimental)**



- Referencias:**
- I IV: Repeticiones (bloques).
 - 1 10 Líneas de trigo duro evaluadas en cada localidad (Referir al Cuadro 3, columna de número de entrada).
 - 11 y 12 Testigos Variedad México y San Martín (Referir al Cuadro 3, columna de número de entrada).

ANEXO 2. Base de datos de las variables de respuesta en las dos localidades

Localidades	Bloques	Líneas	Nº de macollos por m ²	Días al espigamiento	Días a la madurez fisiológica	Altura de planta (cm)	Nº de espigas por m ²	Longitud de espigas. (cm)	Nº de tripletes por espiga.	Nº de granos por espiga.	Peso hectolitrico (kg/hl)	Rendimiento en grano (kg/ha)	Ataque de Septoria	Presencia de virus
1	1	1	130	66	92	45	140	4.86	14.2	36.2	74	350	8	0
1	1	2	80	63	101	45	40	5.24	16	40.2	71	120	7	+
1	1	3	133	63	99	44	112	5.32	15.6	40.6	76	259	8	0
1	1	4	73	63	92	53	50	4.38	12.8	26.8	78	259	6	0
1	1	5	123	61	92	56	100	4.8	13.4	31	72	426	5	0
1	1	6	80	64	92	45	63	5.02	14.6	31.8	80	366	7	+
1	1	7	133	57	103	47	120	4.92	12.8	24.2	76	407	8	0
1	1	8	110	59	100	50	80	4.8	12.8	25.4	82	333	7	0
1	1	9	98	63	92	60	53	5.42	15.4	44.4	78	259	7	0
1	1	10	170	66	98	43	140	5.2	14.8	35	72	387	8	+
1	1	11	93	87	116	70	59	7.0	15.0	7.8	78	148	5	0
1	1	12	93	72	108	67	67	6.32	15.4	31.2	74	389	7	0
1	2	1	127	61	96	56	107	4.96	15.6	47	73	259	7	+
1	2	2	100	63	101	46	53	4.16	12.6	30	70	148	6	0
1	2	3	260	63	104	52	160	4.44	13.6	27	75	384	8	0
1	2	4	167	62	98	54	93	4.1	12.2	25.2	77	56	8	0
1	2	5	167	57	99	60	133	5.4	14.8	40.6	71	1000	7	0
1	2	6	80	62	101	57	60	4.98	14.2	33.8	79	611	6	+
1	2	7	157	63	101	44	127	5.18	15	26	75	407	8	0
1	2	8	207	65	92	52	167	4.54	13.4	25.2	81	537	5	+
1	2	9	113	63	104	53	83	5.08	14	27.4	78	333	8	+
1	2	10	163	62	104	55	127	4.9	13.8	36.6	72	519	7	+
1	2	11	87	85	116	75	63	6.8	14.9	9.2	77	150	5	0
1	2	12	57	76	112	51	37	5.64	13.8	26.8	73	241	6	0
1	3	1	137	61	96	48	107	5	15.6	40.4	74	444	7	+
1	3	2	84	64	99	41	33	4.24	14	28.2	71	92	6	+
1	3	3	100	61	99	44	80	4.82	14	31.8	76	407	8	0
1	3	4	99	66	94	42	64	3.66	11	23	78	125	8	+
1	3	5	117	64	100	55	118	5.5	14.8	38.6	72	482	7	+
1	3	6	183	65	104	52	167	5.12	14.4	29.2	80	481	5	+
1	3	7	133	65	104	54	107	5.54	15.6	32.6	76	352	6	+
1	3	8	120	67	101	40	140	4.12	11.4	23.4	82	278	7	0
1	3	9	107	65	101	50	60	5.04	13.4	30.6	78	213	6	+
1	3	10	173	63	101	44	117	5.16	14.4	32.6	72	167	8	0
1	3	11	140	81	117	77	47	7.0	15.0	5.2	78	315	6	+
1	3	12	73	77	112	46	48	6.12	15	25	74	150	6	0
1	4	1	120	65	104	50	90	4.66	14.8	36	74	204	7	+
1	4	2	87	62	98	52	63	4.42	14	30.2	71	222	7	+
1	4	3	137	60	98	56	113	5.16	15.4	40	76	778	6	0
1	4	4	117	63	101	56	83	4.14	12.6	24.8	78	185	5	0
1	4	5	193	64	101	47	147	4.88	13.4	25.2	72	359	8	0
1	4	6	80	66	104	40	70	4.98	14.6	28	80	350	5	+
1	4	7	160	67	104	40	127	4.88	13.6	20	76	340	8	0
1	4	8	120	68	104	47	150	4.64	13.6	26.6	82	241	5	0
1	4	9	100	64	99	46	77	4.82	13.8	30.8	78	130	7	+
1	4	10	100	62	92	53	114	4.88	14.2	30.4	72	426	8	+
1	4	11	157	85	115	75	93	6.9	14.8	9.0	78	278	5	0
1	4	12	107	77	111	48	53	5.58	13.8	17	74	111	5	+
2	1	1	103	66	96	40	77	3.9	10.7	17.4	74	168		
2	1	2	87	68	105	40	62	4.2	12.5	21.1	71	63		
2	1	3	33	67	103	25	20	4.3	12.1	10.5	76	67		
2	1	4	63	64	96	47	50	3.4	9.3	21.5	78	208		
2	1	5	107	64	96	40	83	3.8	9.9	13.0	72	178		
2	1	6	110	68	96	38	93	4.0	11.1	15.4	80	177		

... continuación anexo 2...

Localidades	Bloques	Líneas	N° de macollos por m2	Días al espiga miento	Días a la madurez fisiológica	Altura de planta (cm)	N° de espigas por m2	Longitud de espigas. (cm)	N° de tripletes por espiga.	N° de granos por espiga.	Peso hectolitrico (kg/hl)	Rendimiento en grano (kg/ha)	Ataque de Septoria	Presencia de virus
2	1	7	53	68	107	35	30	3.9	9.3	6.1	76	102		
2	1	8	117	69	104	44	93	3.8	9.3	10.8	82	141		
2	1	9	87	66	96	51	62	4.4	11.9	19.5	78	114		
2	1	10	93	66	102	38	58	4.2	11.3	7.4	72	82		
2	1	11	77	83	120	55	30	6.0	12.5	9.2	78	60		
2	1	12	80	70	112	37	70	5.3	11.9	14.7	74	183		
2	2	1	33	68	100	40	20	4.0	12.1	8.2	73	45		
2	2	2	23	67	105	38	17	3.6	11.1	26.2	70	107		
2	2	3	46	69	108	33	26	4.1	11.5	6.3	75	70		
2	2	4	17	67	102	42	17	3.0	8.6	24.1	77	165		
2	2	5	42	67	103	40	25	4.4	11.3	3.0	71	75		
2	2	6	30	69	105	32	20	4.0	10.7	2.7	79	49		
2	2	7	50	68	105	33	20	4.2	11.5	1.5	75	24		
2	2	8	27	50	96	35	10	3.5	9.1	19.1	81	190		
2	2	9	67	69	108	40	23	4.3	11.3	19.5	78	114		
2	2	10	60	68	108	44	50	3.9	10.3	4.4	72	63		
2	2	11	60	80	120	75	34	5.3	10.8	7.8	77	47		
2	2	12	18	71	116	44	15	5.0	11.2	9.9	73	93		
2	3	1	93	64	100	43	33	4.0	12.1	7.6	74	84		
2	3	2	100	64	103	45	57	3.2	10.5	40.5	71	132		
2	3	3	57	68	103	35	18	3.8	10.5	3.1	76	40		
2	3	4	93	65	98	43	88	2.7	7.5	44.7	78	243		
2	3	5	143	63	104	40	107	4.5	11.3	10.9	72	136		
2	3	6	79	70	108	41	63	4.1	10.9	3.5	80	58		
2	3	7	80	67	108	32	43	4.5	12.1	6.4	76	69		
2	3	8	77	67	105	37	55	3.1	7.9	19.1	82	34		
2	3	9	30	68	105	41	13	4.0	9.9	5.9	78	41		
2	3	10	117	66	105	45	97	4.2	10.9	45.9	72	235		
2	3	11	43	82	121	69	35	4.0	8.5	5.2	78	19		
2	3	12	33	70	116	50	17	5.1	11.5	5.7	74	34		
2	4	1	63	65	108	58	50	3.7	11.3	14.7	74	650		
2	4	2	60	65	102	40	50	3.4	10.5	17.1	71	126		
2	4	3	47	65	102	40	40	4.2	11.9	5.3	76	103		
2	4	4	43	70	105	32	33	3.1	9.1	6.2	78	46		
2	4	5	107	66	105	40	97	3.9	9.9	17.9	72	255		
2	4	6	65	70	108	43	57	4.0	11.1	10.4	80	130		
2	4	7	65	67	108	36	53	3.9	10.1	7.0	76	119		
2	4	8	127	68	108	42	25	3.6	10.1	43.7	82	396		
2	4	9	61	68	103	44	13	4.0	9.9	5.9	78	41		
2	4	10	33	67	96	38	23	3.9	10.7	2.8	72	39		
2	4	11	53	79	119	70	37	6.0	11.5	9.0	78	62		
2	4	12	27	75	115	45	23	4.6	10.3	9.5	74	62		

Fuente: Elaboración propia

Referencias: Bloques 1...4
Localidades 1, 2 (1: Totorá; 2: Tarata)
Líneas de trigo 1...12 (10 líneas y 2 testigos, variedad México y San Martín)

Ataque de virus

0 = Nulo
+ = Aislado
++ = Moderado
+++ = Severo

ANEXO 3. Escala de Saari – Prescott para evaluación de enfermedades foliares

La escala de Saari-Prescott sirve para evaluar la intensidad de las enfermedades foliares como ser las causadas por especies de los géneros *Septoria*, las diversas manchas foliares y *Helminthosporium*, entre otras (Hervas, 2000).

Esta escala consta de valores de 0 a 9, que expresan desde plantas inmunes (0) hasta plantas totalmente susceptibles (9) con un 100 % de infección, de acuerdo a la siguiente graduación:

0	<i>Libre de infección.</i>
0E	<i>Libre de infección pero probablemente represente un escape.</i>
1	<i>Resistente, unas pocas lesiones aisladas solamente en las hojas interiores.</i>
2	<i>Resistente, lesiones dispersas en el segundo grupo con las primeras hojas ligeramente afectadas.</i>
3	<i>Resistente, ligera infección de la tercera parte inferior de la planta.</i>
4	<i>Moradamente resistente, infección moderada de las hojas inferiores con infección de aislada a ligera.</i>
5	<i>Moderadamente susceptible, severa infección de las hojas inferiores, las infecciones no se extienden más allá del punto medio de la planta.</i>
6	<i>Moderadamente susceptible, severa infección en la tercera parte inferior de la planta.</i>
7	<i>Susceptible, severas lesiones en las hojas inferiores y las del medio, con infecciones extendiéndose a la hoja bandera.</i>
8	<i>Susceptible, lesiones severas a las hojas medias e inferiores, infección moderada a severa en el tercio superior de la planta, la hoja bandera infectada en cantidades mayores a unas trazas.</i>
9	<i>Altamente susceptible, severa infección a todas las hojas, la espiga podría también estar infectada en alguna extensión.</i>
N	<i>Usado para indicar que no hay registro posible debido a la necrosis como resultado de otros factores como enfermedad.</i>

ANEXO 4. Cuadros de análisis de varianza

Cuadro 1. Prueba de efecto fijo para la variable de respuesta (altura de planta)

Variables estudiadas	Grados de libertad	F	Pr > F
Altura de planta	11	16,43	0,0001**

**: Significativo a P: 0.01

Cuadro 2. Prueba de Wald para número de macollos por metro cuadrado

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	282,58	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	836,26	0,0001
Bloques(loc)	6	258,03	0,0001
Loc*lin	11	114,88	0,0001

**: Significativo a P: 0.01

Cuadro 3. Prueba de Wald para días al espigado

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	372,37	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	20,34	0,0001
Bloques(loc)	6	6,31	0,3890
Loc*lin	11	34	0,0004

**: Significativo a P: 0.01

Cuadro 4. Prueba de Wald para días a la madurez fisiológica

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	294,87	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	40,07	0,0001
Bloques(loc)	6	26,87	0,0002
Loc*lin	11	0,10	1,0000

**: Significativo a P: 0.01

Cuadro 5. Prueba de Wald para el número de espigas por metro cuadrado

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	418,82	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	758,47	0,0001
Bloques(loc)	6	220,65	0,0001
Loc*lin	11	184,98	0,0001

** : Significativo a P: 0.01

Cuadro 6. Prueba de Wald para la longitud de espigas

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	496,97	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	345,87	0,0001
Bloques(loc)	6	19,21	0,0038
Loc*lin	11	7,37	0,7687

** : Significativo a P: 0.01

Cuadro 7. Prueba de Wald para el número de tripletes por espiga

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	123,15	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	481,06	0,0001
Bloques(loc)	6	9,28	0,1585
Loc*lin	11	6,77	0,8171

** : Significativo a P: 0.01

Cuadro 8. Prueba de Wald para el número de granos por espiga

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	74,02	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	105,6	0,0001
Bloques(loc)	6	8,86	0,1817
Loc*lin	11	53,92	0,0001

** : Significativo a P: 0.01

Cuadro 9. Prueba de Wald para el rendimiento de grano

Fuente de variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Efecto fijo			
Líneas	11	39,73	0,0001**
Efectos aleatorios			
Localidad	1	122,51	0,0001
Bloques(loc)	6	12,68	0,0484
Loc*lin	11	40,59	0,0001

** : Significativo a P: 0.01

ANEXO 5. Resultado de la prueba de Fisher para la variable altura de planta

Efectos aleatorios para la variable "altura de planta"

Fuente	Covarianza estimada
localidad	42,655
bloques(loc)	1,0446
localidad*línea	0
Residual	30,6791

Existe variación para localidades y bloques dentro de localidades.
No existe variación para la interacción localidad por línea.

ANEXO 6. Datos de las variables de respuesta del trigo duro cultivadas en Tiquipaya (CIF – La Violeta).

Nombre/cruza	Nº de macollos por m2	Días al espigamiento	Días a la madurez fisiológica	Altura de planta (cm)	Nº de espigas por m2	Longitud de espigas. (cm)	Nº de tripletes por espiga.	Nº de granos por espiga.	Peso hectolitrico (kg/hl)	Rendimiento en grano (kg/ha)
Icasmor-B-22	381,5	62,5	128,0	77,5	350,0	6,1	15,8	45,1	84	5927,3
Bicredera-1/Azeghar-2	341,8	57,5	124,3	79,8	292,3	5,7	15,8	50,4	82	5175,3
IcasmorH5-69	400,8	65,0	119,3	71,0	368,3	6,7	17,0	45,8	84	4524,0
SAN MARTÍN	265,3	72,5	132,8	92,5	251,0	7,8	17,8	49,3	82	4401,3
Icasmor-B-19	346,3	63,0	129,3	70,5	290,0	6,5	16,0	43,4	82	3950,8
Geruftel-2	300,0	57,0	116,8	70,8	258,3	6,1	15,3	49,1	79	3336,0
Icajihán1	275,8	56,0	118,3	68,3	195,3	5,8	15,5	45,5	84	2965,8
Marsyr-3//Saadi 1989/chan	325,0	55,3	116,0	77,5	297,5	6,3	15,0	41,3	83	2822,8
Aghram = Mgn13/Ainzen-1	239,0	59,3	118,0	76,8	214,3	5,7	14,3	43,8	83	2784,8
Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	265,0	56,8	117,3	71,3	216,8	6,1	14,3	43,3	85	2430,8
Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	312,3	56,8	120,5	73,0	273,3	6,5	17,0	55,6	84	2389,0
MÉXICO	228,3	78,8	139,0	143,0	196,5	9,8	21,8	50,8	74	2204,8

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7. Medias del peso de mil semillas en (g), cosechadas de las localidades de Tarata, Totora y Tiquipaya.

Peso de mil semillas en g.			
Líneas /nombre/cruza/ dos testigos	Tarata (E.E.)	Totora (Azul K'ocha)	Tiquipaya "CIF-La Violeta"
L1=Azeghar-1//Blrn/Mrf-2	28	21	48
L2=Bicrederaa-1/Azeghar-2	24	27	52
L3=Geruftel-2	32	38	51
L4=lcajihán1	32	30	57
L5=Marsyr-3//Saadi 1989/chan	29	31	53
L6=lcaasmor-B-19	32	32	55
L7=lcalmorH5-69	33	29	48
L8=lcaasmor-B-22	34	32	51
L9=Aghram = Mgnl3/Ainzen-1	34	27	53
L10=Gammari=Ter-1/3/Stj3//Bcr/Lks4	34	31	51
T1=MÉXICO	35	32	58
T2=SAN MARTÍN	39	37	56

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8. Matriz de coeficientes de correlación (r) para diez variables evaluadas en 12 entradas de trigo, evaluadas en dos localidades de la zona tradicional de producción, en el año 2010.

	RG	NM	DE	DMF	AP	NE	TE	NTE	NGE	PH
RG	$R^2 = 1$	$y = 0.243x + 42.99$ $R^2 = 0.641$	$y = -0.059x + 78.08$ $R^2 = 0.363$	$y = -0.063x + 115.2$ $R^2 = 0.368$	$y = -0.056x + 57.50$ $R^2 = 0.161$	$y = 0.279x + 9.803$ $R^2 = 0.810$	$y = -0.004x + 5.418$ $R^2 = 0.157$	$y = -0.002x + 12.62$ $R^2 = 0.016$	$y = 0.027x + 13.78$ $R^2 = 0.064$	$y = -0.003x + 76.42$ $R^2 = 0.004$
NM		$R^2 = 1$	$y = -0.144x + 79.70$ $R^2 = 0.194$	$y = -0.154x + 117.0$ $R^2 = 0.199$	$y = -0.075x + 53.70$ $R^2 = 0.026$	$y = 0.943x - 21.47$ $R^2 = 0.849$	$y = -0.009x + 5.389$ $R^2 = 0.06$	$y = -0.007x + 12.93$ $R^2 = 0.022$	$y = -0.041x + 15.19$ $R^2 = 0.013$	$y = -0.008x + 76.45$ $R^2 = 0.001$
DE			$R^2 = 1$	$y = 1.000x + 36.37$ $R^2 = 0.895$	$y = 1.258x - 37.32$ $R^2 = 0.788$	$y = -1.553x + 165.6$ $R^2 = 0.245$	$y = 0.101x - 2.223$ $R^2 = 0.735$	$y = 0.037x + 9.757$ $R^2 = 0.057$	$y = -0.692x + 65.27$ $R^2 = 0.403$	$y = 0.096x + 69.22$ $R^2 = 0.025$
DMF				$R^2 = 1$	$y = 0.986x - 54.96$ $R^2 = 0.540$	$y = -1.479x + 214.5$ $R^2 = 0.249$	$y = 0.100x - 5.793$ $R^2 = 0.804$	$y = 0.047x + 7.337$ $R^2 = 0.104$	$y = -0.717x + 93.07$ $R^2 = 0.484$	$y = 0.046x + 70.94$ $R^2 = 0.006$
AP					$R^2 = 1$	$y = -0.647x + 91.97$ $R^2 = 0.085$	$y = 0.061x + 1.683$ $R^2 = 0.539$	$y = 0.016x + 11.51$ $R^2 = 0.021$	$y = -0.35x + 35.34$ $R^2 = 0.207$	$y = 0.047x + 73.45$ $R^2 = 0.012$
NE						$R^2 = 1$	$y = -0.011x + 5.269$ $R^2 = 0.093$	$y = -0.008x + 12.78$ $R^2 = 0.029$	$y = 0.046x + 16.01$ $R^2 = 0.017$	$y = -0.018x + 76.85$ $R^2 = 0.009$
TE							$R^2 = 1$	$y = 0.760x + 8.792$ $R^2 = 0.332$	$y = -7.187x + 51.65$ $R^2 = 0.605$	$y = -0.307x + 77.11$ $R^2 = 0.003$
NTE								$R^2 = 1$	$y = -3.011x + 55.79$ $R^2 = 0.184$	$y = -1.849x + 98.38$ $R^2 = 0.222$
NGE									$R^2 = 1$	$y = -0.121x + 77.99$ $R^2 = 0.046$
PH										$R^2 = 1$

Rendimiento en grano (RG), Número de macollos (NM), Días al espigado (DE), Días a la madurez fisiológica (DMF), Altura de planta (AP), Número de espigas (NE), Tamaño de espigas (TE), Número de tripletes por espiga (NTE), Número de granos por espiga (NGE), Peso hectolítrico (PH).

ANEXO 9. Fotografías relacionadas con el trabajo de campo de la tesis “Evaluación Agronómica de Líneas Mejoradas de Trigo Duro (*Triticum durum*) en dos localidades del departamento de Cochabamba” (2010).



Arado del suelo



Surcado de las parcelas



Distribución del material de germoplasma para la siembra



Parcela establecida



Control de malezas con herbicida



Control de malezas de forma manual



Parcela de Totora



Parcela de Tiquipaya



Parcela de Tarata



Acame (Variedad MÉXICO)



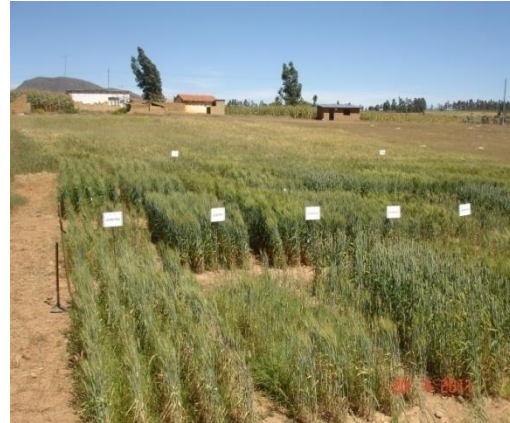
Cosecha de las parcelas



Trillado del material



Visita de las instituciones para intercambio de experiencias (INIAF, EMAPA, PROINPA) y productores a las parcelas de investigación en la localidad de Titora (Azul K'ocha).



Parcelas establecidas con sus respectivos letreros de identificación



Prueba de germinación de las líneas seleccionadas



Evaluación de los ensayos del cultivo de trigo duro



Determinación del peso hectolítrico (Kg/hl).



Determinación del rendimiento de grano en kg.