Evaluación de quince cultivares de trigo duro en condiciones semiáridas

Irene M. Gutiérrez, Félix Marza, Roberto Butrón, Félix Quispe, Gilberto Gutiérrez
Programa Nacional de Trigo, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF),
Av. Blanco Galindo km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia.
mercedeslive2010@hotmail.com

Resumen

La utilización de trigo duro es específicamente para la alimentación humana, siendo la producción de pasta su principal uso, el trigo duro se caracteriza por el alto contenido de semolina que confiere propiedades de cohesión a la masa para la elaboración de pastas. El Vivero Internacional de Selección de Trigo Duro (44 IDYN), está enfocado para observar el desempeño y adaptación de nuevas variedades de trigo duro, en una amplia gama de latitudes, climas, fertilidad y enfermedades que condicionan el rendimiento. El presente estudio fue establecido para la identificación de genotipos promisorios y la evaluación de componentes de rendimiento en quince genotipos de trigo duro, el mismo se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Este trabajo de investigación se estableció a nivel nacional en tres departamentos: Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, durante dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias altamente significativas entre líneas y entre localidades. La línea 720 muestra el mayor rendimiento en grano con 2256 Kg*ha^{-1}, las correlaciones más altas son para las variables longitud de espiga y número de espiguillas por espiga (r=0.57**), el rendimiento está correlacionado con las variables número de espigas por metro (r=0.52**).

Palabras clave: trigo duro, líneas elite, correlación, rendimiento.

Abstract

The use of durum wheat is specifically for human consumption, being the pasta production its main use. Durum wheat is characterized by the high content of semolina, which gives to the pasta production the cohesive properties of the dough. The International Durum Wheat Yield Nursery (44 IDYN), is focused to observe the performance and adaptation of new durum wheat varieties, in a wide range of latitudes, climates, fertility and diseases that affect its performance. The study was established in order to identify promising genotypes, and evaluation of yield components in fifteen genotypes of durum wheat, it was set up under a complete random block design (DBCA). This research was established nationwide in three departments: Cochabamba, Chuquisaca and Tarija for two crop years 2013-2014 and 2014-2015. The results showed that there are highly significant differences between lines and between locations, line 720 shows the highest grain yield with 2256 kg*ha^{-1}, the highest correlations were for variables spike length and number of spikelets per spike (r = 0.57**), performance was correlated with the variable number of spikes per meter (r = 0.52**).

Introducción

El trigo duro es la especie más cultivada de trigo tetraploide, se estima que el área mundial cultivada de trigo duro comprende aproximadamente 13 millones de ha, es decir, alrededor del 24% de la superficie total de trigo a nivel global, con una producción de 26 millones de t*año^{-1}. Una proporción importante del mercado mundial de trigo común o harinero es consumida por los animales, mientras que en el caso del trigo duro la alimentación humana constituye su única utilización, siendo la producción de pasta su principal uso. Tanto a nivel global así como a nivel nacional existe la necesidad de continuar mejorando los índices productivos para llegar a satisfacer las necesidades de los productores y por ende contribuir a la seguridad alimentaria de la población.

La importancia del trigo duro a nivel nacional está enfocada principalmente a la cultura alimenticia de la población en el área tradicional y occidental, quienes consumen este cereal de manera cotidiana en diferentes derivados como la sémola, su uso también se extiende a la elaboración de pastas y otros. El desarrollo

de cultivares de trigo de alto rendimiento y la identificación genotipos con los rasgos deseables es el objetivo principal de cualquier programa de mejoramiento en el mundo, (Mary y Gopalan, 2006). El desarrollo de cultivares con alta productividad requiere del fortalecimiento de una amplia base genética, requisito previo que hace viable objetivos de selección y que posibilitan la identificación de líneas promisorias y variedades (Jamal *et al.*, 2009).

El Vivero Internacional de Selección de Trigo Duro (44 IDYN), está enfocado para observar el desempeño y adaptación de nuevas variedades de trigo duro, en una amplia gama de latitudes, climas, fertilidad y enfermedades que condicionan el rendimiento. El presente estudio tiene como objetivo central la identificación de genotipos promisorios y la evaluación de componentes de rendimiento en quince genotipos de trigo duro.

Materiales y métodos

El material genético empleado en el presente estudio proviene de la selección de líneas del vivero 44 IDYN (Vivero Internacional de Selección de Trigo Duro) introducido por el Programa Nacional de Trigo (PN-TRIGO) del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) en la campaña agrícola 2012-2013 del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), que inicialmente consistía en 50 líneas avanzadas de trigo duro de las cuales se seleccionaron 14 líneas por características agronómicas, tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos, así como sus aptitudes de alta productividad. En el estudio se incluyó la variedad México como testigo.

El estudio se estableció bajo la estructura de un diseño de bloque completo al azar (DBCA), constituido por 3 bloques y 15 genotipos de trigo duro (tratamientos), cada unidad experimental fue estructurada por cinco surcos con una distancia entre surcos de 0.30 m y 4 m de largo de surco. La densidad de siembra fue de 100 kg*ha^{-1}, la fertilización de 100 kg*ha-1 con una relación 1:1 de fosfato de amonio y urea, se utilizó herbicida Ally para malezas de hoja ancha, la dosis fue de 6 gr*ha^{-1}. Las variables de respuesta registradas fueron: número de macollos (NM), número de espigas por metro cuadrado (MEN), longitud de espiga (LE), número de espiguillas por espiga (NEE), número granos por espiga (NGE), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH), rendimiento en grano (RDTO).

Este trabajo de investigación se estableció a nivel nacional en tres departamentos: Cochabamba (localidades; Yuraj Molino, Tarata y San Benito), Chuquisaca (localidades; Zudáñez y Villa Charcas), Tarija (localidades; Chaguaya, Yesera Norte y Alto España) en las campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015. Para analizar los datos cuantitativos obtenidos en el estudio se realizó el análisis estadístico descriptivo (considerando el análisis de tendencia central, dispersión y distribución), el análisis de varianza para analizar la variación total de los resultados experimentales, análisis de correlación para identificar el grado de asociación existente entre variables, también se realizó un ranking de rendimientos para identificar las líneas de trigo duro con mayor rendimiento y finalmente se realizó el panel Trellis para observar el rendimiento en cada localidad.

Resultados y discusión

La tabla 1, muestra la estadística descriptiva para variables cuantitativas evaluadas en quince cultivares de trigo duro durante dos campañas agrícolas en nueve localidades a nivel nacional, se observa que el rendimiento tiene una media de 2050 kg*ha^{-1}, con un mínimo de 550 kg*ha^{-1}, y como máximo 4096 kg*ha^{-1}. El peso de mil granos presenta una media de 41 g, con un rango de variación de 24 g como mínimo y 67 g como máximo.

Tabla 1. Estadística descriptiva para variables cuantitativas evaluadas en quince cultivares trigo duro durante dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015.

Variables	Media	Desv. Estándar	Sesgo	Curtosis	Mínimo	Máximo
NM	4	1.9	1.7	3.6	2	13
NEM	205	75.1	1.1	0.7	96	528
LE	6	1.1	1.0	1.7	4	11
NEE	16	3.1	-0.6	-0.4	8	21
NGE	42	8.4	0.3	0.2	21	70
PMG	41	6.5	0.4	0.4	24	67
PH	77	5.1	-1.2	0.9	61	86
RDTO	2059	818.7	0.0	-1.0	530	4096

NM, NEM, LE, NEE, NGE, PMG, PH y RDTO indican; número de macollos, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga (cm), número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso de mil granos (g), peso hectolítrico (kg*hl^{-1}) y rendimiento en grano (kg*ha^{-1}) respectivamente.

En el análisis de varianza (tabla 2), se observa que existe diferencias altamente significativas para líneas, localidades y para la interacción línea*localidad, para todas las variables observadas. La diferencia significativa entre los genotipo para las variables estudiadas indica la presencia de variación sustancial entre genotipo para las variables cuantificadas, la diferencia significativa entre localidades indica que el comportamiento de cada genotipo fue diferenciado en cada ambiente esto debido a las características edafo-climáticas propias de cada localidad.

Tabla 2. Análisis de varianza para variables cuantitativas evaluadas en quince cultivares trigo duro durante dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015.

FV	CM									
	LE		NGE		PMG		PH		RDTO	
CAMPAÑA	2013-2014	2014-2015	2013-2014	2014-2015	2013-2014	2014-2015	2013-2014	2014-2015	2013-2014	2014-2015
BLQ	0,67^{ns}	0,05^{ns}	41,89^{ns}	89,87*	8,62^{ns}	2,91^{ns}	2,31^{ns}	11,14^{ns}	243426,4*	302790,4^{ns}
LINEA	4,54**	5,03**	62,38*	103.32**	29,94**	54,83**	33,04**	51,39**	270202,4**	384988,6**
LOC	25,01**	25,94**	6748,62**	1534.91**	628,16**	1332,63**	370,6**	1039,72**	36941208**	45670372,5**
LINEA*LOC	0,87**	0,8**	45,57**	78.24**	20,79**	31,05**	21,09**	13,26**	186093,7**	254661,1**
ERROR	0,49	0,54	30,16	21,82	8,38	17,67	7,03	7,48	76753,5	117743,8
CV	12,5	14,04	13,53	12,12	7,06	10,72	3,46	3,54	18,3	20,56
R^2	0,74	0,72	0,87	0,79	0,76	0,76	0,75	0,84	0,93	0,92

ns = no significativo, * = Significativo al 5% de nivel de significancia, ** = Altamente significativo al 1% de nivel de significancia
LE, NGE, PMG, PH y RDTO indican; longitud de espiga, número de granos por espiga, peso de mil granos, peso hectolítrico y rendimiento en grano respectivamente.

La mayor correlación se observa para las variables longitud de espiga y número de espiguillas por espiga (r=0.57**) esta correlación indica que a mayor longitud de espiga mayor será el número de espiguillas por espiga, otras variables que muestran alta correlación son número de granos por espiga y peso de mil granos (r=0.40**). El rendimiento se encuentra altamente correlacionado con las variables número de espigas por metro cuadrado y número de espiguillas por espiga (r=0.52**) y (r=0.51**) respectivamente, estas correlaciones muestran que a mayor número de espigas por metro cuadrado y mayor número de espiguillas por espiga conllevan a un incremento en el rendimiento (Tabla 3.). La evaluación de variación genética y relación mutua de varias variables, resulta ser útil para la selección de los genotipos más eficaces. Pero, selección basada en la actuación solo del rendimiento de grano normalmente no es muy eficiente. Así que, la identificación y manejo de varios caracteres que contribuyen para la formación de grano para el rendimiento son importantes. (Gholamreza *et al.,* 2013)

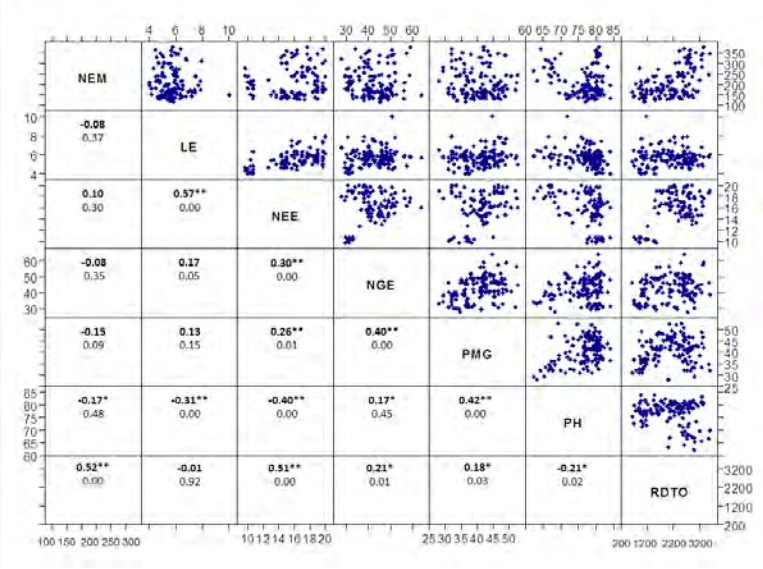

Tabla 3. Matriz de correlación de variables cuantitativas en el estudio de evaluación de rendimiento y componentes de rendimiento de líneas elite de trigo duro evaluadas en dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015.

NEM, LE, NEE, NGE, PMG, PH y RDTO indican; número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso de mil granos, peso hectolítrico y rendimiento en grano respectivamente. * La correlación es significativa en el nivel 0.05 (2 colas), **La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2 colas), Negrilla = Correlación, Normal = Significancia

La figura 1 muestra el rendimiento en grano de las catorce líneas de trigo duro y el testigo (variedad México) expresados en Kg*ha^{-1} durante las campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015, se puede observar que la línea 720 registra el mayor rendimiento con 2256 Kg*ha^{-1} , dentro de los rendimientos más altos también se encuentran las líneas de trigo duro 741, 736, 714 y 737 con rendimientos de 2204, 2189, 2180 y 2155 Kg*ha^{-1} respectivamente, mientras que el testigo Mexicano registro el rendimiento más bajo 1709 Kg*ha^{-1} dentro de los rendimiento bajos también se encuentran las líneas 719, 744 y 742 con rendimientos de 1907, 1908 y 1988 Kg*ha^{-1} respectivamente.

Analizando los rendimientos de trigo duro en función a las líneas se puede observar que superaron al testigo, así mismo se observa que existe una superioridad de las líneas de trigo duro respecto al promedio registrado en zonas tradicionales que oscila entre 0.7 a 1.0 t*ha^{-1}, reportado por el INIAF (2015).

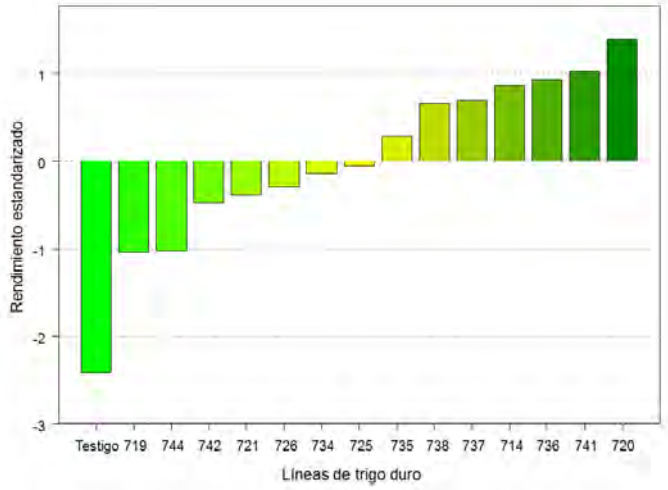

Figura 1. Rankin de rendimiento en el estudio de evaluación de rendimiento y componentes de rendimiento de líneas elite de trigo duro evaluadas en dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015.

La figura 2, muestra claramente que en las localidades: Yesera Norte, Villa Charcas, Chaguaya y Alto España el rendimiento es superior a 2000 Kg*ha^{-1}, mientras que en Tarata, Yuraj Molino y San Benito el rendimiento se encuentra alrededor de 1000 Kg*ha^{-1}. Las condiciones ambientales fundamentalmente la temperatura ambiente puede incidir en el rendimiento, el aumento o disminución del periodo de crecimiento provoca las variaciones en el comportamiento del cultivo (Plana *et al.,* 2006)

La respuesta de las líneas de trigo duro fue particular en cada localidad, consistentemente la línea 737 muestra superioridad en su expresión de rendimiento en relación a las demás líneas de trigo duro y el testigo en las localidades de Alto España y Chaguaya con rendimiento promedio de 3291 y 3142 Kg*ha^{-1} respectivamente (Figura 2).

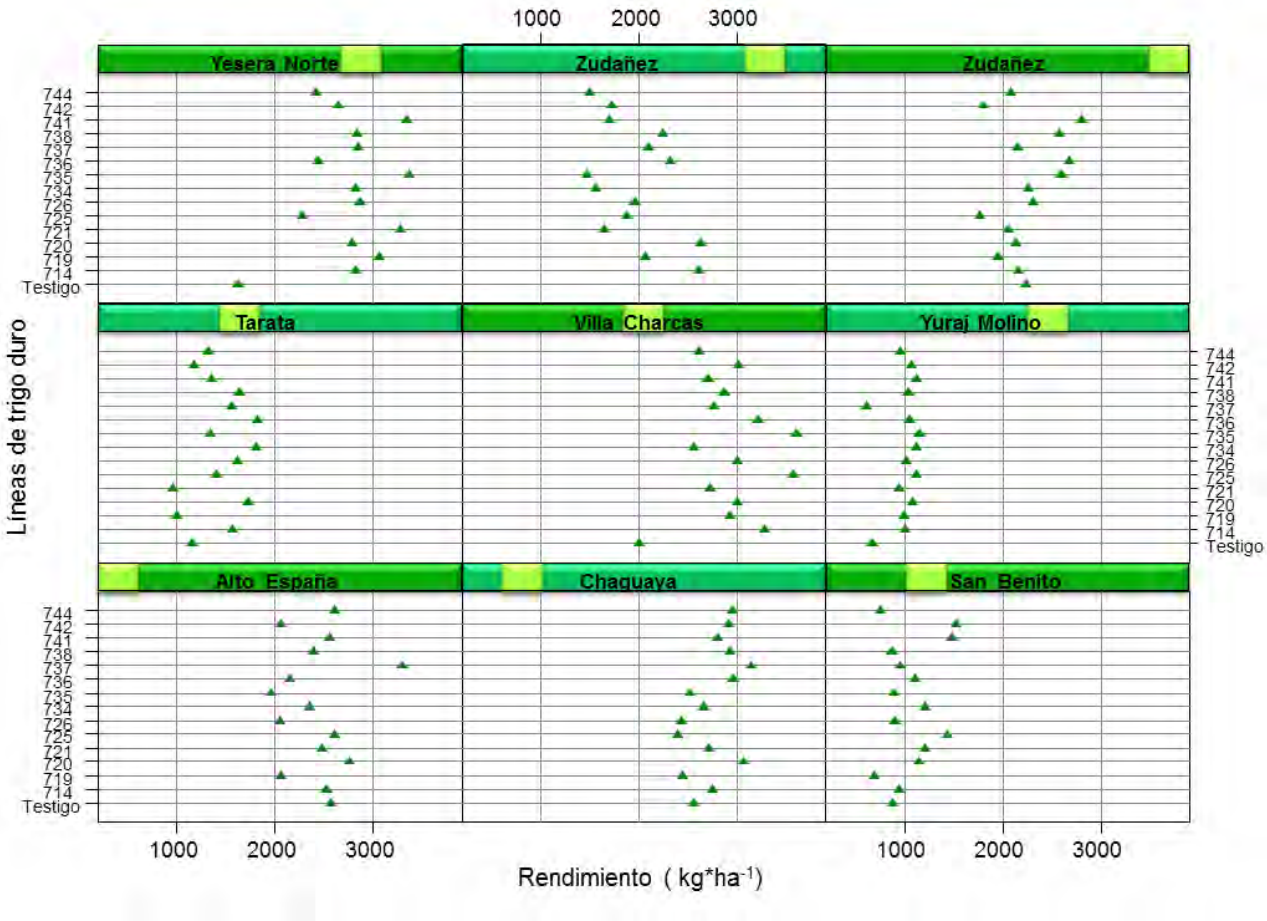

Figura 2. Panel Trellis para rendimiento (Kg*ha^{-1}) de quince cultivares de trigo duro evaluados en diez ambientes durante dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015.

Conclusiones

El estudio sobre la productividad de 15 genotipos de trigo duro seleccionados del vivero internacional (44 IDYN) evaluadas a nivel nacional durante dos campañas agrícolas 2013-2014 y 2014-2015, muestra que existe diferencias altamente significativas entre líneas y entre localidades. Se identificó que la línea 720 de trigo duro registra el mayor rendimiento con 2256 Kg*ha^{-1} , dentro de los rendimientos más altos también se encuentran las líneas 741, 736, 714 y 737 con rendimientos de 2204, 2189, 2180 y 2155 Kg*ha^{-1} respectivamente; mientras que el testigo variedad México registró el rendimiento más bajo 1709 Kg*ha^{-1}. En el estudio, el rendimiento se encuentra altamente correlacionado con las variables número de espigas por metro cuadrado y número de espiguillas por espiga (r=0.52**) y (r=0.51**) respectivamente. El rendimiento de trigo duro destaca en las localidades: Yesera Norte, Villa Charcas, Chaguaya y Alto España con rendimientos superiores a 2000 Kg*ha^{-1}. En estas localidades las líneas expresaron mejor su potencial genético.

Referencias citadas

- Gholamreza, T.; Javad, H. Alireza, P. 2013. Evaluation of yield and yield components in some of promising wheat lines. Agri Crop Sci. Vol., 5 (20), 2379-2384.
- INIAF, 2015. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Boletín informativo pp 8
- Jamal, K.; Bari, I. Sajid, K. Zada, I. 2009. Genetic variation for yield and yield components in rice. ARPN J. Agril. Biol. Sci. 4:6: 60-64.
- Mary, S.; Gopalan, A. 2006. Dissection of genetic attributes yield traits of fodder cowpea in F3and F4. J. Applied Sci. Res. 2(10), 805-808.
- Plana, R.; Álvarez, M. y Varela, M. 2006. Evaluación de una colección del género Triticum: trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*), trigo duro (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) y triticale (X *Triticum secale* Wittmack) en las condiciones del occidente de Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 27, no. 4, pp. 49-52. ISSN 1819-4087.
- Rojas, B.; Rodríguez, R. y Espinoza, C. 2011. Memoria 3ra Feria y Simposio Nacional del Trigo y sus Derivados. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, INIAF. Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable, PROAGRO. Cochabamba, Bolivia. 56 p.
- Tahmasebi,; G. Heydarnezhadian J. Aboughadareh A. 2013. Evaluation of yield and yield components in some of promising wheat lines. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. pp 6.