

Evaluación preliminar de 138 genotipos de trigo harinero con aptitud para zonas semiáridas

Félix Quispe, Félix Marza, Roberto Butrón e Irene Gutiérrez

Programa Nacional de Trigo, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF),
Av. Blanco Galindo km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia.
santy_saa@yahoo.es

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de 138 líneas de trigo harinero del vivero 29 SAWSN. El estudio se realizó en la campaña agrícola 2011-2012, en cuatro localidades de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca. Las variables evaluadas y analizadas fueron: Número de macollos (NM), porte de la planta (PP), precocidad (P), altura de planta (AP), espigas por metro (NEM), longitud de espigas (LE), posición de espiga (PE), densidad de espiga (DES), color de grano (CG), espiguilla por espiga (NEE), granos por espiga (NGE), tamaño de grano (TGR), tipo de grano (TG), longitud de arista (LA), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH) y rendimiento en grano (RDTO). Las herramientas estadísticas incluyeron estadística descriptiva y análisis multivariado. Las variables correlacionadas fueron descompuestas en dos componentes principales, explicando el 35.6 % de la varianza total acumulada. En base a los rendimientos obtenidos y análisis realizado de los genotipos de trigo en estudio, se identificó a quince líneas con rendimientos de hasta 2.500 kg ha⁻¹.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the performance of 138 lines of bread wheat from 29th SAWSN nursery introduced from CIMMYT. This work was done between 2011-2012 crop year, in four locations in the departments of Cochabamba and Chuquisaca. The variables assessed and analyzed were: number of tillers (NM), plant habit (PP), precocity (P), plant height (AP) pins per meter (NEM), length of ears (LE), position pin (PE), density pin (DES), color of grain (CG), spikelets per spike (NEE), grains per ear (NGE), grain size (TGR), type of grain (TG), edge length (LA), weight of thousand grains (PMG), test weight (PH) and grain yield (yield). Statistical tools like descriptive statistics and multivariate analysis was used. The correlated variables were decomposed in two main components explaining 35.6% of the total cumulative variance. Based on the wheat performance and analysis performed in the population, fifteen lines of wheat were identified by their promising performance for yield which reached up to 2,500 kg*ha⁻¹.

Introducción

El trigo es un cereal de mucha importancia que se ubica entre los primeros a nivel global con alrededor de seiscientos millones de toneladas, es uno de los componentes más importantes y estables de la dieta humana debido a su gran valor nutritivo, sobre todo por su alto contenido en carbohidratos (65 – 70%) y proteínas (12-13 %) (Acevedo, 2000). En Bolivia, la superficie sembrada para el año 2013 fue aproximadamente de 158.020 ha con una producción de 226.865 toneladas y un rendimiento promedio de 1033.33 kg*ha⁻¹. Sin embargo el consumo per cápita es de 69.17 kg*año⁻¹, con una demanda anual alrededor de 700.000 toneladas por año (MDRyT, 2014). Es esta la razón fundamental por la que se realiza investigaciones en trigo para generar varie-

dades de alto rendimiento y calidad tolerantes a factores bióticos y abióticos adversos con recomendaciones agronómicas desarrolladas en el contexto. El propósito del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de 138 líneas de trigo harinero en cuatro localidades de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca e identificar líneas genotipos con mayor rendimiento en grano y resistentes a la sequía.

Materiales y métodos

El presente ensayo se realizó en las localidades de Pocoña ubicado a 17° 39' 00" Latitud Sur y 65° 22' 00" Longitud

Oeste a 2658 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 582.5 mm y una temperatura media anual de 12.4 °C, Sipe Sipe a 16°15' 00" Latitud Sur y 68° 35' 00" Longitud Oeste y 3850 m.s.n.m. (Cochabamba) y Zudáñez ubicado a 19° 07' 08" Latitud Sur y 64° 42' 12" Longitud Oeste a 2475 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 543.8 mm y una temperatura media anual de 16.2 °C (Chuquisaca) en las campañas agrícolas de 2011-2012. El material objeto de estudio fue de 138 genotipos de trigo harinero perteneciente al vivero 29 SAWSN, proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo y la variedad T89 como testigo local. Por las características del material genético estas no estuvieron estructuradas bajo un diseño experimental específico, ya que son viveros de observación los cuales fueron sembrados bajo la modalidad de surco por entrada. La parcela estuvo estructurado de dos surcos cada línea con 0.25 m de ancho y 4 m de largo con una densidad de siembra de 100 kg*ha⁻¹. Las características registradas fueron: Número de macollos (NM), porte de la planta (PP), precocidad (P), altura de planta (AP), espigas por metro (NEM), longitud de espigas (LE), posición de espiga (PE), densidad de espiga (DES), color

de grano (CG), espiguilla por espiga (NEE), granos por espiga (NGE), tamaño de grano (TGR), tipo de grano (TG), longitud de arista (LA), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH) y rendimiento en grano (RDTO).

Los datos recolectados en campo fueron tabulados en Excel para luego estandarizarlos y conocer los estadísticos descriptivos así como medidas de tendencia central distribución y dispersión. Se realizó un análisis de componentes principales para rendimiento y finalmente un ranking de los genotipos de trigo en general en función al rendimiento obtenido para facilitar la identificación y selección en base a los análisis realizados anteriormente.

Resultados y discusión

Análisis descriptivo: Los parámetros estimados para variables cuantitativas se describen los valores estadísticos más importantes que son utilizados como base para discriminar y explicar el comportamiento individual de cada característica agronómica respecto al material genético utilizado para este propósito.

Tabla 1. Parámetros estadísticos de tendencia central, dispersión y distribución para variables cuantitativas en el estudio de Evaluación Preliminar en una población de 138 genotipos de Trigo Harinero con aptitud para zonas semiáridas evaluadas en las localidades de Pocona, Sipe Sipe y Zudáñez de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca respectivamente, 2011-2012.

Variables	Rango	Minino	Máximo	Media	Desv. Std.	Varianza	Sesgo	Curtósis
NM	1	2	3	2,7	0,4	0,1	-0,2	-0,6
AP	26,0	44,2	70,2	59,0	4,1	16,7	-0,4	1,9
AF	17,0	11,5	28,5	19,4	3,4	11,8	0,1	-0,3
NEM	49	61	110	83,5	10,3	105,2	0,1	-0,5
LE	3,0	5,7	8,6	7,1	0,6	0,3	0,1	0,1
NGE	14,0	46,0	60,0	52,9	3,1	9,4	0,4	-0,1
LA	2,8	5,7	8,5	6,9	0,5	0,3	0,3	-0,1
PMG	16,6	34,5	51,1	42,1	3,4	11,6	-0,2	-0,3
PH	11,4	69,5	80,9	76,7	1,8	3,3	-0,7	1,9
RDTO	2171,0	808,7	2979,7	2062,5	384,1	147541	-0,1	0,7

NM: número de macollos (unidades); AP: altura de planta (cm); AF: área foliar (cm²); NEM: número de espigas por metro (unidades); LE: longitud de espiga (cm); NGE: número de granos por espiga (unidades); LA: longitud de arista (cm); PMG: peso de mil granos (g); PH: peso hectolítrico (Kg.hl⁻¹) y RDTO: rendimiento en grano (Kg.ha⁻¹).

En la tabla 1 se observa las características cuantitativas los cuales se encuentran dentro del margen normal en cuanto a las medidas de distribución (sesgo y curtósis), además de las medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar, varianza, rango , mínimo y máximo) por lo que los criterios son satisfechos y amerita el análisis inferencial.

El rendimiento obtenido en el presente ensayo nos muestra un rango de 2.171 kg*ha⁻¹ alcanzando un mínimo de 808,7 kg*ha⁻¹ y un máximo de 2.979,7 kg*ha⁻¹ lo cual resume el comportamiento de cada uno de las líneas de Trigo que han sido establecidas a un contexto diferente expresándose así en el rendimiento.

Análisis de componentes principales: Las variables independientes fueron transformadas a componentes principales, estas fueron interpretadas tomando en cuenta sus valores,

sus vectores propios y la varianza total explicada por cada uno de los componentes, así como la proporción de la varianza total acumulada.

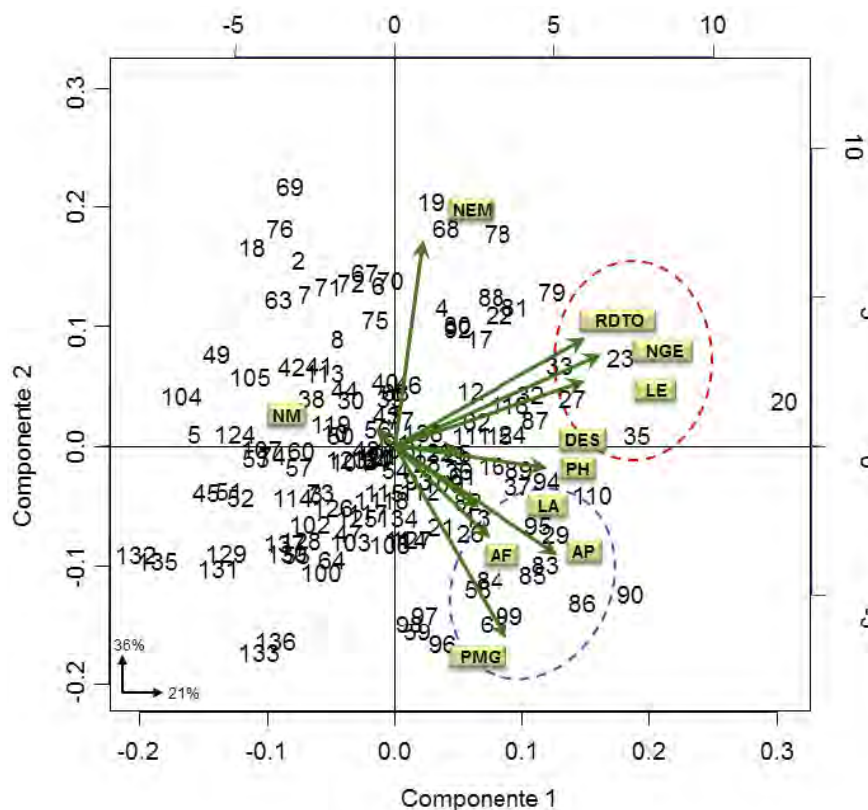


Figura 1. Biplot para componentes principales en el estudio de Evaluación Preliminar en una población de 138 genotipos de Trigo Harinero con aptitud para zonas semiáridas evaluadas en las localidades de Pocona, Sipe Sipe y Zudáñez de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca respectivamente, 2011-2012.

Según al análisis multivariado las variables: RDTO, NGE y LE se encuentran muy correlacionadas y mejor explicadas. Como se puede observar éstas se encuentran alejadas del origen formando ángulos menores a 90°. Por lo que se puede decir que el rendimiento está en función de las variables NGE y LE, lo cual explica que a mayor número de granos y mayor es la longitud de espiga el rendimiento aumenta. Según este análisis se pudo identificar las líneas: L3098, L3099, L3021, L3096, L3097 y L3024 con rendimiento de grano de: 2979, 2930, 2915, 2879, 2848 y 2789 kg*ha⁻¹, estableciéndose así entre los genotipos más promisorios respecto al rendimiento se refiere, mostrándose significativamente de forma correlacionada. Estos resultados hacen que se identifique como genotipos con alto potencial de productividad el cual podría lograrse con base en el rendimiento apoyado en las variables anteriormente mencionadas. Quispe (2011), señala

que las variables que se encuentran correlacionadas son: altura de planta, peso de mil granos, longitud de espiga, rendimiento en grano, peso hectolítrico y número de granos por espiga.

El análisis de los componentes principales (Figura 2) muestra que el porcentaje de contribución de los dos primeros componentes a la variabilidad total fue un total de 35.5 %, lo cual ésta puede deberse a una baja correlación entre las variables evaluadas, el primero con el 20.5 % que está conformada por las variables: número de granos por espiga (NGE), rendimiento (RDTO), longitud de espiga (LE), altura de planta (AP), peso hectolítrico (PH) y peso de mil granos (PMG), y el segundo con 15.1 %; conformado por las variables: número de espigas por metro (NEM), peso de mil granos (PMG), altura de planta (AP), rendimiento (RDTO), área foliar (AF) y número de granos por espiga (NGE).

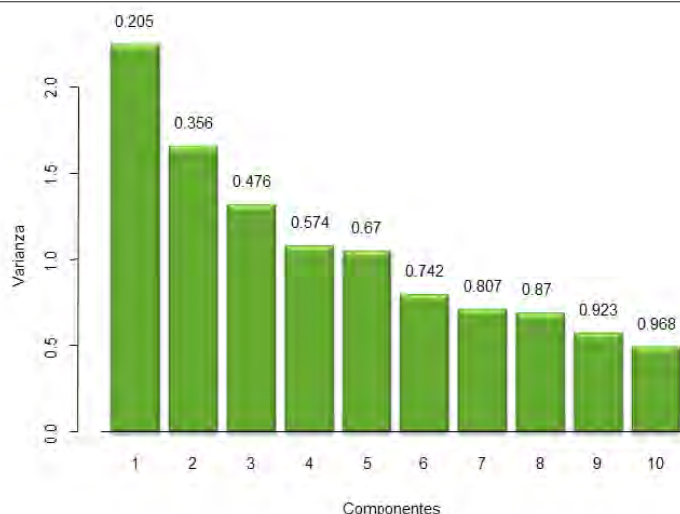


Figura 2. Gráfico de sedimentación de los componentes principales de acuerdo a varianza en el estudio de la Evaluación Preliminar en una población de 138 genotipos de Trigo Harinero con aptitud para zonas semiáridas evaluadas en las localidades de Pocona, Sipe Sipe y Zudáñez de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca respectivamente, 2011-2012.

El gráfico de sedimentación de componentes principales muestran los valores propios, confirmando que más allá de dos componentes (del componente 3 al 10), la tasa de ganancia de información asociada a la inclusión de un componente adicional se reduce significativamente, donde cada variable contribuye de forma no significativa a la formación de cada uno de los componentes principales (Figura 2).

Ranking de rendimiento: A continuación se muestra la estructuración de los resultados del rendimiento en grano, reflejadas en las 138 líneas en estudio, en función al comportamiento mostrado en esta campaña agrícola. Para la interpretación de los resultados obtenidos, se estructuró el posicionamiento de cada genotipo, reflejando así las 138 líneas de trigo con respecto al

rendimiento, a través del comportamiento individual frente a Tepoca (T89) como testigo, apreciando la variabilidad existente y mostrando el potencial genético en respuesta al contexto en el que se han desarrollado. En la Figura 3 se muestra en el extremo izquierdo los genotipos con mayor rendimiento las líneas: L3098, L3099, L3021, L3096, L3097 y L3024 con rendimiento de grano de: 2979, 2930, 2915, 2879, 2848 y 2789 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. En el extremo derecho se muestran las líneas con menor rendimiento como los genotipos: L3137 y L3138 con rendimientos de 990 y 808,7 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. La variedad Tepoca (T89) utilizado como testigo se ubica casi en el extremo derecho en cuanto a su rendimiento se refiere con 1616 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, mostrando así líneas avanzadas de trigo del vivero 29 SAWSN en estudio con mayores rendimientos respecto al testigo comercial (Figura 3).

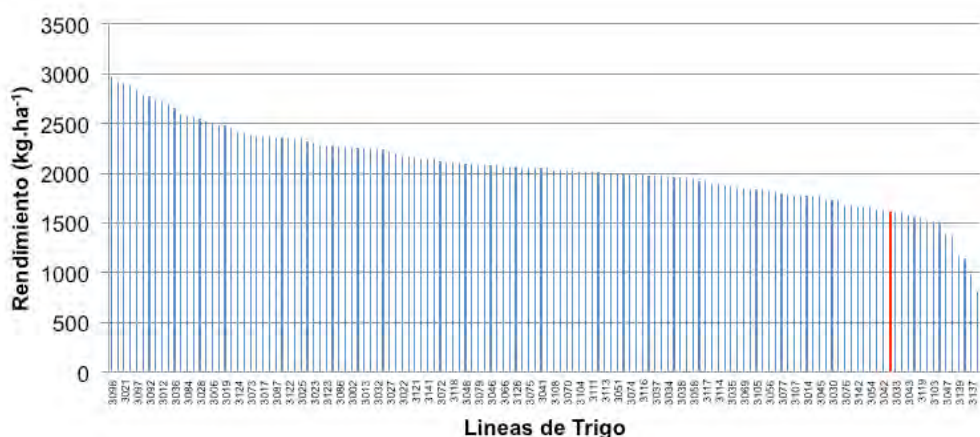


Figura 3. Ranking de rendimiento ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) en el estudio de la Evaluación Preliminar en una población de 138 genotipos de Trigo Harinero con aptitud para zonas semiáridas evaluadas en las localidades de Pocona, Sipe Sipe y Zudáñez de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca respectivamente, 2011-2012.

Conclusiones

Los caracteres analizados sobre el comportamiento agronómico de los genotipos de trigo en estudio ante el testigo Tepoca T89, demostró diferencias significativas por la variabilidad genética mostrada ante los fenómenos climáticos y adversos, incidiendo así a la expresión fenotípica del germoplasma en estudio. Como resultado, el rendimiento en grano ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) mostrado por cada genotipo, lo cual fue un indicador fundamental para la identificación y selección de los mismos, teniendo en cuenta que éste es la resultante de los factores bióticos y abióticos presentadas durante el desarrollo del cultivo.

El método de análisis de componentes principales permitió identificar la correlación de las variables que más han contribuido a la productividad; fundamentalmente el rendimiento, número de granos por espiga y longitud de espiga.

Según el ranking de rendimiento del vivero 29 SAWSN, fueron identificados un primer grupo compuesto de genotipos con rendimientos mayor a $2500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Un segundo grupo con rendimientos que oscilan de 1.200 a $2.500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y el tercer grupo con rendimiento por debajo de $1.200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. La variedad Tepoca (T89) utilizado como testigo comercial y objeto de comparación de este estudio tomo una ubicación agrupado casi en el segundo y tercer grupo del ranking mostrado en la figura 3.

Referencias citadas

- Abanto, V., W.I., 2012. Guía metodológica en investigación científica. Facultad de Educación e Idiomas. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú, pp. 34.
- Acevedo, H. E., *et al.* 2000. Yield, yield components and drought resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). pp. 2.
- Casanoves, F., Pla, L. y Di Rienzo, J. A., (eds.). 2011. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica, pp. 65-69.
- De Dios, L. J.; Castillo, F. R.; Femia, M. P.; Martin, A. A. y Miranda, L. M. T. 2005. Introducción al manejo del programa SPSS 12.0., pp. 65.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; González, L. A.; Tablada, E. M.; Díaz, Del Pilar, M.; Robledo, C. W. y Balzarini, M. G., 2008. Estadísticas Para las Ciencias Agropecuarias. Séptima edición. Córdoba. Argentina, pp. 289:373
- Estrada, J. R., Medina H. T. y Roldan CH. A. 2006. Manual para caracterización In situ de cultivos nativos conceptos y procedimientos. Lima – Perú, pp. 23.
- Marza, F.; Butrón, R. y Chávez, S. 2013. Bioestadística aplicada a la experimentación agrícola. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, INIAF. Programa nacional de trigo. 1ra ed. La Paz, Bolivia. 180 p.
- Marza, F y Quispe, F. 2013. Guía Práctica Para El Investigador en Trigo. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria Y Forestal, INIAF. Programa Nacional de Trigo. 1ra Edición. La Paz, Bolivia.
- MDRyT. 2014. Presentación de Datos oficiales de Producción de Trigo. Programa Nacional Trigo. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Boletín Informativo No. 4. P 5.
- Quispe, F. S. 2011. Habilidad de Adaptación y Productividad de 146 líneas avanzadas de trigo del Vivero Internacional del CIMMYT en el Altiplano Norte de Bolivia.