

Variabilidad en características de adaptabilidad de 350 líneas de trigo harinero en la localidad de Yuraj Molino

Félix Marza^{1*}; R. Butrón¹; J. Canelas¹; B. Huallpa¹; J. Tenorio¹; R. Villegas¹ y G. Gutiérrez¹

¹Programa Nacional de Trigo, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: femarza@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de caracterizar la variabilidad existente en 350 líneas del vivero internacional de trigo harinero 45IBWSN introducidas del CIMMYT en la gestión 2012, fue establecida en la localidad de Yuraj Molino del departamento de Cochabamba. Para ello se evaluaron alrededor de 15 variables cualitativas y cuantitativas que permitieron conocer la variabilidad del germoplasma introducido y sus atributos de cada línea. Para su análisis se utilizaron métodos de estadística descriptiva y métodos multivariados específicamente el Análisis de Componentes Principales (ACP) y las correlaciones bivariadas de Pearson. Se identificaron al menos 15 líneas que superan los rendimientos promedios del testigo bajo las condiciones de la localidad de Yuraj Molino, como ser la L-1175, L-1018, L-1005, L-1073, L-1151, L-1107, L-1228 L-1197, L-1219, L-1186, L-1201, L-1112, L-1211, L-1050 y L-1168. También se identificaron líneas con alto peso hectolítrico entre ellos las líneas: L-1343, L-1066 y L-1036 y finalmente se identificaron agrupaciones entre las variables de componentes de rendimiento altura de planta, rendimiento y número de granos por espiga a través de gráfico biplot y las correlaciones entre las variables por el coeficiente de Pearson.

Palabras clave: Variabilidad, Líneas

Abstract

In order to characterize the variability in 350 lines of international bread wheat nursery 45IBWSN, introduced from CIMMYT in 2012 management was established in the village of Molino Yuraj Cochabamba department. For this purpose were evaluated around 15 quantitative and qualitative variables that allowed to discover their attributes of each line introduced of germplasm variability. For analysis were used methods of descriptive statistics and multivariate methods specifically bivariate Pearson correlations and the principal components analysis (PCA). We identified at least 15 lines exceeding the yield averages of the witness under the conditions of the locality of Yuraj mill, such as L-1175, L-1018, L-1005, L-1073, L-1151, L-1107, L-1228 L-1197, L-1219, L-1186, L-1201, L-1112, L-1211, L-1050 and L-1168. We also identified lines with high test including weight lines: L-1343, L-1066 and L-1036 and finally identified groupings among the variables of performance components plant height, yield and number of grains per spike through biplot graphic and the correlations between the variables by the Pearson coefficient.

Keywords: Variability, Lines.

Introducción

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel global y en nuestro país básicamente representa la fuente más importante de energía para la alimentación. Sin embargo la producción nacional solamente alcanza a cubrir hasta un 30% de la demanda, y los rendimientos promedios fluctúan entre 0,6 a 1,6 t*ha⁻¹ en relación a los países de la región son los más bajos (INIAF, 2012). La productividad en este cereal puede ser enfrentada desarrollando cultivares mejorados con alto potencial de rendimiento, resistentes a factores adversos, requiriéndose para ello tener una amplia gama de germoplasma básica donde se encuentren los genes a disposición que se deseen introducir a una población (Abadie y Berretta, 2001). Frente a esta situación PN-TRIGO ha introducido líneas avanzadas de trigo harinero del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para incorporar a su banco de germoplasma de trabajo. La caracterización de los atributos potenciales de cada individuo de los 350 líneas bajo ambientes productoras de trigo es de vital importancia, lo que permitirá seleccionar genotipos con comportamientos deseables para incrementar la producción nacional y cubrir la demanda interna de este cereal.

Para la caracterización se estima la variabilidad existente de una especie, en base al fenotipo (Franco e Hidalgo, 2003). Este fenotipo básicamente proviene de datos observados en campo o aquellos genes que se manifiestan y se puede detectar a simple vista, no todas requiere de técnicas especiales para ser detectada (Fernández, 2004). Por ello, es primordial identificar cuál es el nivel de variabilidad que se intenta medir o describir con el fin de elegir las herramientas o métodos estadísticos adecuados para analizar los datos resultantes de un estudio de caracterización (Enríquez, 1991). El objetivo del presente trabajo fue

caracterizar la variabilidad existente en 350 líneas del vivero internacional de trigo harinero 45IBWSN, introducidas del CIMMYT en la gestión 2012 establecidas en la localidad de Yuraj Molino del municipio de Pocona, durante la gestión agrícola 2012-2013.

Materiales y Métodos

Se realizó una caracterización y evaluación en 350 líneas del vivero internacional de trigo harinero 45IBWSN, introducidas del CIMMYT en la localidad de Yuraj Molino del municipio de Pocona, durante la gestión agrícola 2012-2013. Estos genotipos fueron establecidos bajo una metodología de surcos por entrada, donde cada genotipo fue sembrado a un surco de 4 metros y entre surcos a 25 cm, con una densidad de siembra de 100 kg*ha⁻¹. Se evaluaron alrededor de 15 variables cualitativas y cuantitativas (número de macollos, precocidad, altura de planta, tamaño de grano, tolerancia a la sequía, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, densidad de espiga, número de espiguillas por espiga, número de grano por espiga, tipo de grano, tamaño de grano, longitud de la arista, peso de mil granos, peso hectolítrico y rendimiento en grano) que permitieron conocer preliminarmente la variabilidad del germoplasma introducido y sus atributos de cada accesión bajo las condiciones de una zona tradicional productora de trigo. Para ello se utilizaron métodos de estadística descriptiva y métodos multivariados específicamente el Análisis de Componentes Principales (ACP) y las correlaciones múltiples (Bramardi, 2002).

Resultados y Discusión

Los datos evaluados de las 350 líneas para su mejor descripción, se clasificaron las variables cuantitativas y variables cualitativas, para la primera se elaboraron una estadística descriptiva para identificar datos fuera de contexto y describir la magnitud del comportamiento de cada variable en términos de estadísticos de tendencial central, de dispersión y de posición. El número de macollo de las líneas (NM) obtuvo una media

de 3 macollos habiendo líneas con 1 macollo hasta líneas con 4 macollos con una variación de $\pm 0,65$ macollos. El comportamiento de altura de planta (AP) máxima alcanzada por las líneas fueron de 81 cm, y la mínima de 40 cm llegando a tener una media de 64,6 cm. La variable número de espigas por metro (NEM) en las líneas obtuvo una media de 168,9 espigas por metro, habiendo líneas con 64 espigas por metro hasta líneas con 292 espigas por metro, con una variación de $\pm 43,7$ espigas por metro.

Tabla 1. Estadística descriptiva para variables cuantitativas (NM=número de macollos, AP=altura de planta, NEM=número de espigas por metro, LE= longitud de espiga, NEE=número de espiguillas por espiga, NGE=número de granos por espiga, LA=longitud de arista, PMG: peso de mil granos, PH=peso hectolítrico y RDTO=rendimiento) de 350 líneas de trigo harinero provenientes del CIMMYT del vivero internacional 45IBWSN en la localidad de Yuraj Molino durante la campaña agrícola 2012-2013.

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	Asimetría	Curtosis
NM [£]	1	4	2,6	0,645	0,417	0,393	-0,496
AP [€]	40	81	64,6	7,3924	54,647	-0,409	-0,032
NEM [£]	64	292	168,9	43,724	1911,776	0,182	-0,236
LE [€]	4	10	7,5	1,0447	1,091	-0,176	0,229
NEE [£]	10	18	14,5	1,944	3,781	-0,122	-0,613
NGE [£]	30	54	43,6	5,833	34,025	-0,122	-0,613
LA [€]	4	10,5	6,5	1,1481	1,318	0,376	0,189
PMG [§]	31	52	42,1	3,699	13,685	0,035	0,230
PH ^ª	66,3	86,4	81,3	3,1066	9,651	-1,356	3,856
RDTO ^ß	230	2810	1382,4	409,2	167452,8	0,015	0,19

[£] En días - [€] En cm - [£] Unidades - [§] En g - ^ª En kg,hl⁻¹ - ^ß En kg,ha⁻¹

El promedio de longitud de espiga (LE) alcanzó a 7,5 cm, teniendo una variación de $\pm 1,04$. El número de granos por espiga (NGE) presenta una media de 43,6 granos por espiga con una variación de $\pm 5,8$ granos por

espiga y mostró un rango de variación de 30 a 54 granos por espiga. La longitud de aristas (LA) obtuvo una media de 6,5 cm con una variación de $\pm 1,15$ cm, habiendo líneas con 4 cm hasta líneas con 10,5 cm. Los estimados

promedios para peso hectolítico (PH), peso de mil granos (PMG)) fueron de 81,3 kg_g·hl⁻¹, 42,1 g, en cuanto al rendimiento en grano obtuvo una media de 1382 kg_g·ha⁻¹ con una máxima de 2810 kg_g·ha⁻¹ y una mínima de 230 kg_g·ha⁻¹. El comportamiento de esta última variable resultaron ser muy prometedores con respecto

a los cultivares existente en la zona. La mayoría de los valores de coeficiente de sesgo y curtosis no excedieron ±1, indicando que la distribución de las expresiones fenotípicas de las líneas estuvieron dentro de los parámetros establecidos de normalidad, con excepción del peso hectolítico.

Tabla 2. Correlación de variables cuantitativas (NM=número de macollos, AP= altura de planta, NM=número de espigas por metro, LE= longitud de espiga, NEE=número de espiguillas por espiga, NGE=número de granos por espiga, LA=longitud de arista, PMG: peso de mil granos, PH=peso hectolítico y RDTO=rendimiento) de 350 líneas de trigo harinero provenientes del CIMMYT del vivero internacional 45IBWSN en la localidad de Yuraj Molino durante la campaña agrícola 2012-2013.

Variables	NM	AP	LE	NGE	LA	PMG	PH	RDTO
NM	1,00							
AP	0,02	1,00						
LE	0,02	0,401**	1,00					
NGE	0,52*	0,196**	0,268**	1,00				
LA	-0,10	0,201**	0,233**	-0,03	1,00			
PMG	-0,08	0,454**	0,259**	0,130*	0,09	1,00		
PH	-0,01	0,10	0,120*	0,02	0,06	-0,02	1,00	
RDTO	0,142**	0,290**	0,456**	0,202**	0,134*	0,10	0,198**	1,00

La matriz de correlación bivariada de Pearson (Tabla 2) entre cada par de características cuantitativas, se observa que 16 coeficientes fueron significativos (P = 0,05). Para ello se consideró que los coeficientes < 0.3 corresponden a asociaciones que representan patrones de variación genética y ambiental de las líneas; de esta forma, las correlaciones más importantes fueron las variables altura de

planta con longitud de espiga con (r=0,401) y peso de mil granos (r=0,454), esto indica que cuando la altura de planta aumenta también aumenta la longitud de espiga y también el peso de mil granos (r=0,456), también existe correlación de numero de macollos con número de granos por espiga con (r=0,52) donde indica que a mayor número de macollos mayor será el número de granos por espiga.

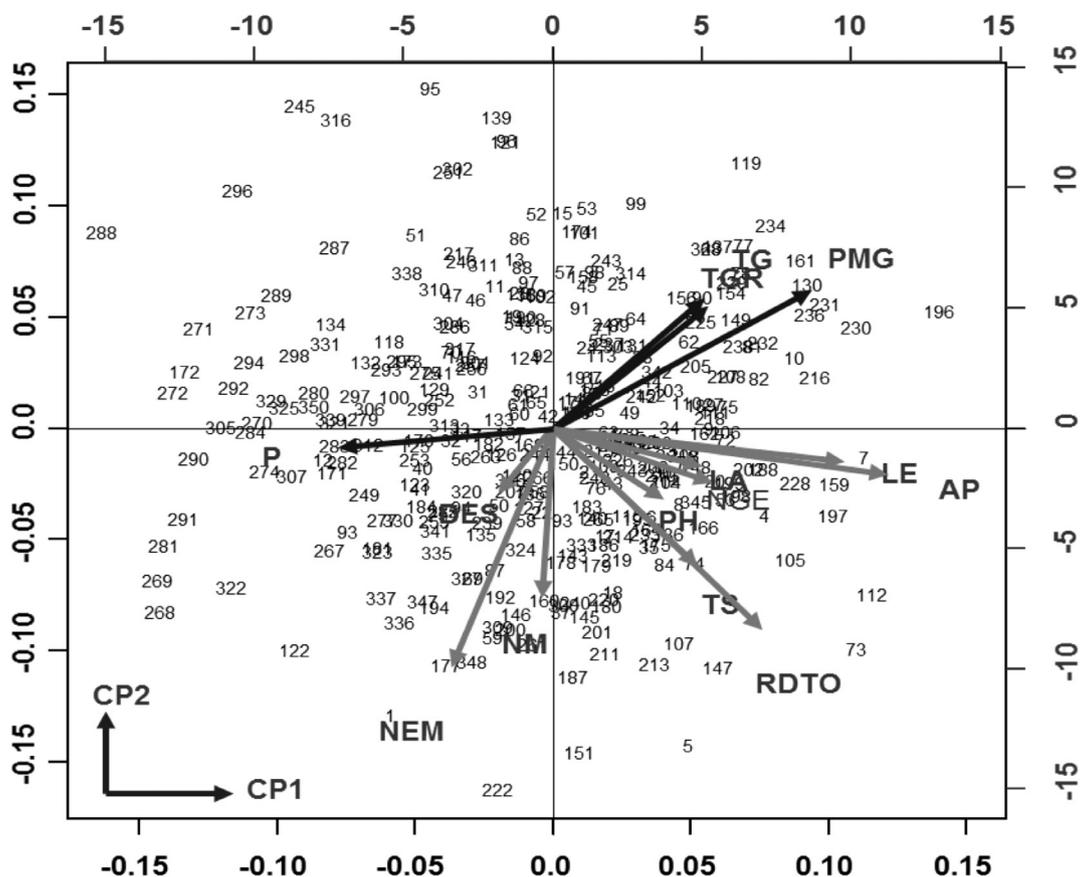


Figura 1. Análisis biplot de los componentes principales de las variables evaluadas (NM= número de macollos, AP=altura de planta, NEM=número de espigas por metro, LE=longitud de espiga, NEE=número de espiguillas por espiga, NGE=número granos por espiga, LA=longitud de arista, PMG=peso de mil granos, PH=peso hectolítrico y RDTO=rendimiento).

De la figura 1 se puede observar que la magnitud de los vectores están básicamente concentrados en el componente 1 y también se puede indicar que las variables representados por los vectores la mayoría tienen importancia en expresión de las varianzas. Asimismo de la representación gráfica se pueden identificar agrupaciones que tienen correlaciones entre sí como el rendimiento con número de espigas por metro, con número de macollos, con altura de planta y longitud de espiga así

ratificando las asociaciones con la correlación de Pearson realizada. También se puede indicar que las líneas L-1073, L-1047, L-1005, L-1213, L-1107 y L-1112 tienen aptitudes para productividad. En cuanto a patrones de calidad las líneas de L-1343, L-1066 y L-1036 tienen pesos hectolítricos altos. Finalmente otra variable de interés para la zona fueron las líneas tolerantes a la sequía la L-1084 y la L-1074.

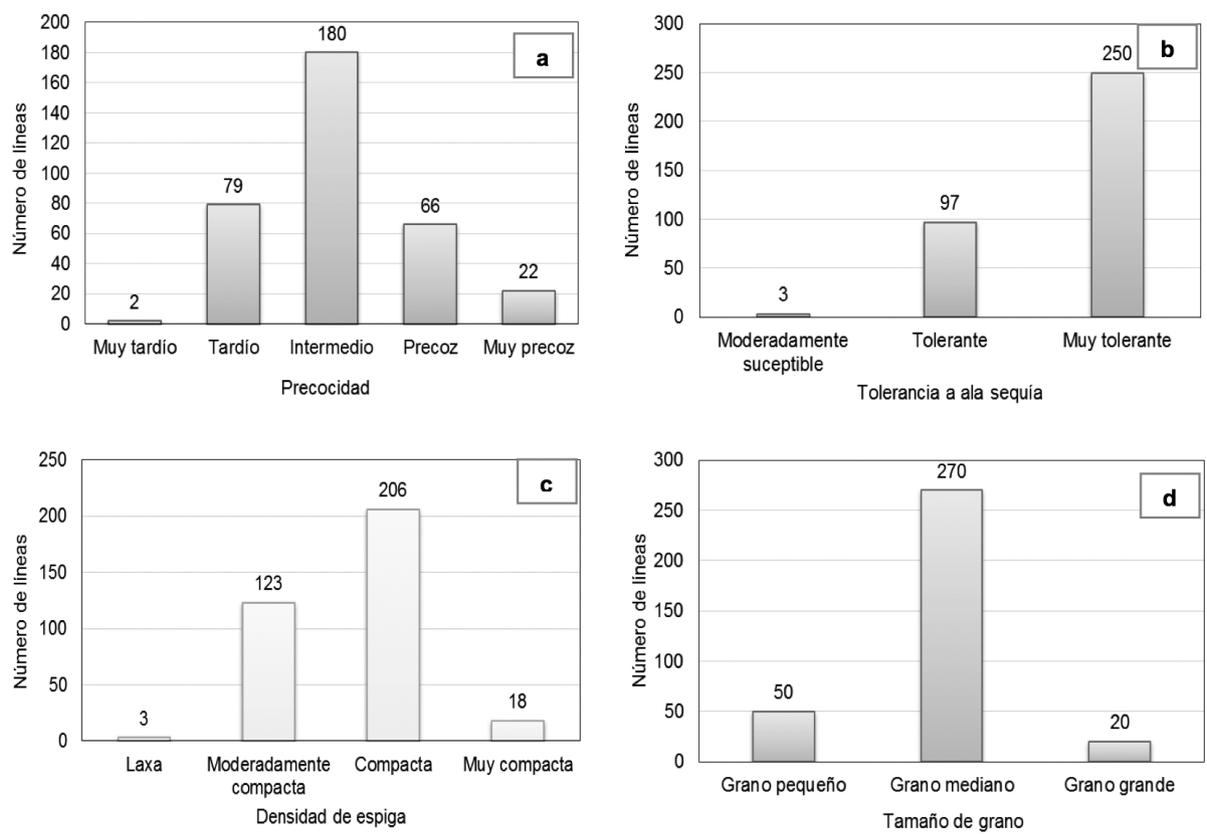


Figura 2, 3, 4 y 5. Frecuencia de variables cualitativas como: precocidad (a), tolerancia a la sequía (b), densidad de espiga (c) y tamaño de grano (d) de 350 líneas de trigo harinero provenientes del CIMMYT del vivero internacional 45IBWSN en la localidad de Yuraj Molino durante la campaña agrícola 2012-2013.

De la figura 2 (a) se puede inferir que de las 350 líneas introducidas 180 líneas tienen un ciclo de maduración intermedio representando una mayoría de las líneas, seguidas de 79 líneas con ciclo tardío, seguido de 66 líneas con un ciclo precoz y 22 líneas con un ciclo muy precoz. En cuanto a la tolerancia a la sequía (b) donde 250 líneas muestran ser muy tolerantes seguida de 97 líneas como tolerantes y un margen de 50 líneas como moderadamente susceptibles a la sequía. En cambio para la densidad de espiga

(c) 206 líneas tienen densidades compactas seguida de 123 líneas como moderadamente compacta siendo esta manifestación de mucha importancia para la selección de los genotipos con densidades compactas. Finalmente en cuanto al tamaño de grano (d) 270 líneas tienen grano mediano seguida de 50 líneas de grano pequeño y 20 líneas que tienen grano grande siendo esta última categoría prometedora y candidata para la selección como líneas élite.

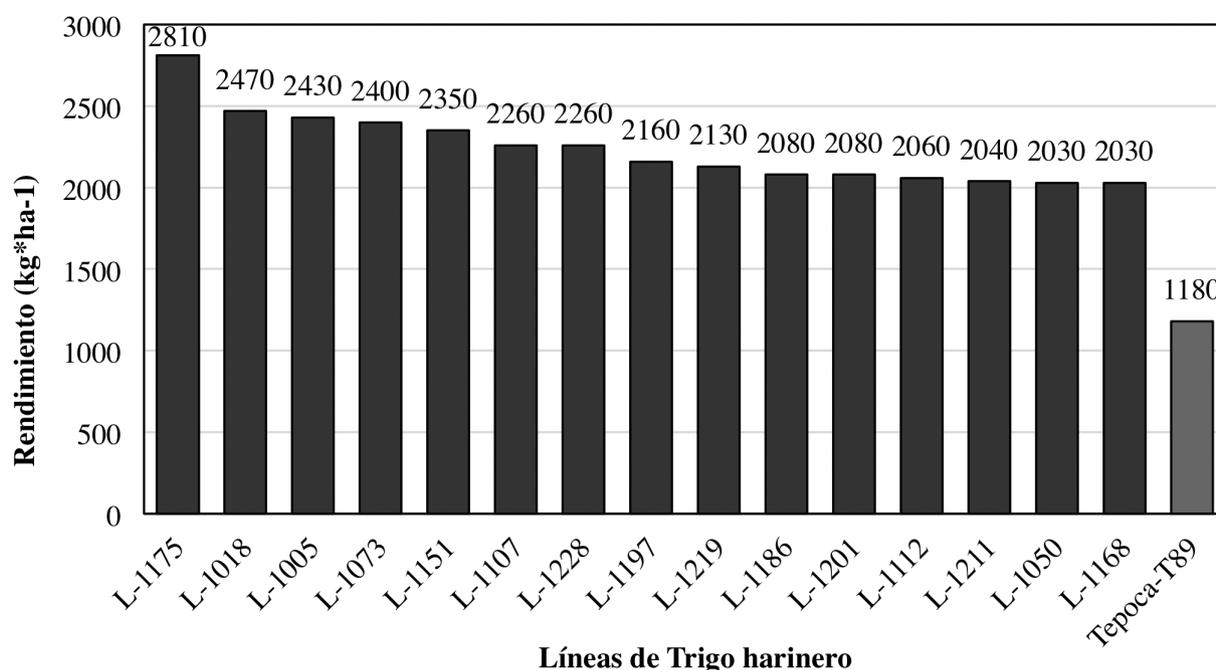


Figura 6. Ranking de rendimiento (kg*ha⁻¹) para los primeros 15 líneas con respecto al testigo de las 350 líneas de trigo harinero provenientes del CIMMYT del vivero internacional 45IBWSN en la localidad de Yuraj Molino durante la campaña agrícola 2012-2013.

Del ranking elaborado de los primeros 15 líneas (L-1175, L-1018, L-1005, L-1073, L-1151, L-1107, L-1228 L-1197, L-1219, L-1186, L-1201, L-1112, L-1211, L-1050 y L-1168) de trigo harinero (Figura 6) de 350 líneas, se infiere que existen líneas bastante satisfactorios para términos de rendimiento, que los 15 superan los 2000 kg*ha⁻¹ sobrepasando incluso al testigo utilizado en el ensayo que fue la variedad Tepoca T-89, que reporta un promedio de 1180 kg*ha⁻¹.

Conclusiones

Se identificaron al menos 15 líneas que superan los rendimientos promedios del testigo bajo las condiciones de la localidad de Yuraj Molino, como ser la L-1175, L-1018, L-1005, L-1073, L-1151, L-1107, L-1228 L-1197, L-1219, L-1186, L-1201, L-1112, L-1211, L-1050 y L-1168.

También se identificaron líneas con un buen peso hectolítrico como ser las líneas: L-1343, L-1066 y L-1036.

Se identificaron agrupaciones entre las variables de componentes de rendimiento altura de planta, rendimiento y número de granos por espiga, a través de gráfico biplot y las correlaciones entre las variables por el coeficiente de Pearson.

Finalmente se realizaron los conteos respectivos para líneas con características prometedores para densidad de espiga, tamaño de grano, tolerancia a la sequía y precocidad siendo los genotipos de este germoplasma con atributos cualitativos sobresalientes.

Referencias Citadas

- Abadie, T. y Berretta, A. 2001. Conservación de Recursos genéticos *ex situ*. En: Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur". PROCISUR, 12 p.
- Bramardi SJ. 2002. Análisis multivariado. Su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Argentina, Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Canahue, estación experimental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2002; 60 p.
- Caro-Velarde FJ, Machuca-Sánchez ML, Montes HS, Serrano AV, Carballo CA, Ramírez ME, *et al.* Propuesta de una guía técnica para la descripción varietal de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, A.C. Nayarit. Jalisco. México. Enero de 2012.
- Egaña, B. y Ramírez, L. 2003. GUÍA DE CONCEPTOS DE GENÉTICA CUANTITATIVA. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra Ed. 2003. Navarra, España. 123 p.
- Enríquez G. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos: Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Ecuador: Editorial porvenir, 1991: 116-160.
- Fernández, H. 2004. Uso de Marcadores Moleculares RAPD en la Caracterización de Bancos de Germoplasma en Venezuela. Revista Digital CENIAP No. 5.
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- INIAF. 2012. Plan de Implementación del Programa Nacional de Trigo del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. La Paz, Bolivia. 40 p.
- López J. A. e Hidalgo, M. D. 1994. Análisis de componentes principales y análisis factorial. En: Ato, M. y López, J. J. (eds.). Fundamentos de estadística con Systat. Addison Wesley Iberoamericana. Pp. 457-503.
- Tapia, C. G. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la colección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAM.) Spreng. del CATIE. Tesis Mag. Sci., CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1-57p.