

Evaluación de la estabilidad y adaptabilidad de la variable rendimiento de 23 variedades de *Pisum sativum* L. A partir de diferentes metodologías.

*Evaluation of the stability and adaptability of the yield variable in 23 varieties of *Pisum sativum* L. Using different methodologies.*

CATTANEO, Romina M¹; GATTI, Ileana²; COINTRY, Enrique L².

¹CONICET Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Parque Villarino, S2125ZAA, Zavalla, Argentina ²Cátedra de Mejoramiento Vegetal y Producción de Semillas Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Parque Villarino, S2125ZAA, Zavalla, Argentina
romicatta@hotmail.com

Resumen

La arveja (*Pisum sativum* L.) pertenece a la familia de las leguminosas, presentando una importante ventaja ecológica al contribuir al desarrollo de una agricultura de bajos insumos debido a la fijación de nitrógeno atmosférico y minimizando la necesidad de insumos externos. Este cultivo en nuestro país está siendo considerado cada vez más como una alternativa viable, tanto por su rentabilidad como por sus beneficios como antecesor de los cultivos de verano. Es de vital importancia el estudio de la interacción genotipo-ambiente de los diferentes cultivares a evaluar para determinar cuáles genotipos son más prometedores a las diferentes zonas de producción del cultivo.

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la adaptabilidad y estabilidad para la productividad de 23 variedades de arveja que fueron evaluadas durante cuatro años a partir de diferentes métodos e identificar los cultivares más prometedores para el cultivo en zonas aledañas a la localidad de Zavalla. Las metodologías utilizadas fueron el método de regresión lineal propuesto por Eberhart y Russell (1966), el análisis multivariado AMMI y el método no paramétrico de ranking.

Palabras claves: Arveja – Regresión lineal - Modelo AMMI

Introducción

La arveja (*Pisum sativum* L.) es uno de los más antiguos cultivos domesticados en el mundo (Zohary y Hopf, 2000). Su área de origen y de domesticación inicial se encuentra en el Mediterráneo, principalmente, en el Medio Oriente. Mediante siglos de selección empírica y mejoramiento se han desarrollado miles de variedades que se mantienen en colecciones de germoplasma en todo el mundo (Smýkal, et al. 2011). Dentro del género *Pisum* se encuentra la especie silvestre *P. fulvum* originaria de Jordania, Siria, Líbano e Israel, la especie cultivada *P. abyssinicum*, de Yemen y Etiopía, domesticada independientemente de *P. sativum*, y un conjunto de especies tanto silvestre (*P. sativum* subsp. *elatius*) como formas cultivadas que forman parte de la especie *P. sativum* en un sentido amplio (Jing et al. 2010, Ellis et al. 2011, Smýkal, et al. 2011; Upadhyaya et al. 2011).

Desde el punto de vista económico, la arveja como grano seco ocupa, en la actualidad, el segundo lugar después del trigo común, con una producción mundial de 10,9 millones de toneladas (Faostat, 2013).

En nuestro país el cultivo en secano se realiza en forma extensiva cuando el objetivo es cosechar grano seco y en forma intensiva

Summary

Peas (*Pisum sativum* L.) belong to the legume family, and present a significant ecological advantage to the development of low-input agriculture because of their natural ability to fix atmospheric nitrogen, thus minimizing the need for external inputs. In Argentina, this crop is being increasingly considered as a viable alternative to wheat, due to both its profitability and the benefits as predecessor of summer crops. In order to determine which genotypes are most promising for different areas of crop production, it is of vital importance to study the genotype-environment interaction of the different cultivars to be evaluated.

The main objectives of this four-year study were to analyze the adaptability and stability of 23 varieties of peas using different methods, and to identify the most promising cultivars for the areas near the town of Zavalla. The methodologies used were the linear regression method proposed by Eberhart and Russell (1966), the AMMI multivariate analysis, and the non-parametric method of ranking.

Keywords: Pea – Linear regression - AMMI model

para obtener granos o vainas para consumo en fresco. La arveja para grano seco se cultiva tradicionalmente en la zona norte de la provincia de Buenos Aires y sudeste de Santa Fe. Entre ambas provincias suman más del 90 % de la superficie sembrada en el país (Prieto y Vita, 2010). Del total de arvejas producidas, el 88-90% se destina a grano seco, el 7-8 % a grano verde fresco para enlatado y/o congelado y el resto para chaucha fresca (SAGPyA, 2010).

La República Argentina, gracias al esfuerzo público y privado, ha logrado en estos últimos años posicionarse como proveedor de arveja a nivel mundial, con exportaciones que superaron las 100.000 toneladas en 2011 (Pulse Market Report, SPG, Canadá, Diciembre 2012).

Sin embargo, los rendimientos oscilan en diferentes zonas y a través de los años de cultivo. En un determinado ambiente, la manifestación fenotípica es el resultado de la acción del genotipo sobre la influencia del medio. Cuando se considera una serie de ambientes, se detecta, además de los efectos genéticos y ambientales, un efecto adicional, proporcionado por la interacción de los mismos (Cruz, 2004). Por lo tanto podemos definir a la inte-

racción genotipo-ambiente como las diferentes respuestas fenotípicas de los genotipos a los cambios ambientales (Vargas *et al.*, 2001). Así, el mejor genotipo en un ambiente no puede serlo en otro. Las causas de la interacción genotipo-ambiente son atribuidas a factores fisiológicos y bioquímicos propios de cada genotipo cultivado y a factores ambientales previsibles (fotoperíodo, fertilidad del suelo, fecha de siembra e prácticas agrícolas) e imprevisibles (distribución pluviométrica, humedad relativa, temperatura atmosférica y del suelo, insectos y patógenos) (Cruz, 2004).

La conducción de ensayos en varias localidades y años permite estimar la magnitud de los efectos genotípicos, ambientales y de interacción genotipo por ambiente con más precisión. Las informaciones generadas en esos ambientes permiten mayor calidad en las inferencias sobre cuales genotipos serán seleccionados e indicados. Los análisis de adaptabilidad y estabilidad fortalecen estas informaciones, posibilitando la identificación de genotipos más productivos, estables e adaptados a condiciones específicas o amplias (Cruz, 2004).

La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente el estímulo del ambiente y la estabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de mostrar comportamiento altamente previsible en función del estímulo del ambiente (Cruz, 2004).

Los análisis de adaptabilidad y estabilidad son complementarios a los análisis de varianza y al análisis en conjunto de los datos experimentales resultantes de experimentos conducidos en una serie de ambientes y son recomendados cuando ocurre interacción genotipo-ambiente. Existen varias metodologías que son utilizadas con esta finalidad (Cruz, 2004).

Método de Eberhart y Russell (1966)

La regresión lineal simple es uno de los métodos estadísticos más ampliamente utilizado para evaluar la estabilidad genotípica. Para utilizar este método se requiere que un grupo completo de genotipos sea probado en cuanto a su comportamiento en un grupo también completo de ambientes. El comportamiento promedio de todos los genotipos en cada uno de los ambientes es considerado como el índice ambiental. En este método la estimativa del coeficiente de regresión lineal ($b_{(i)}$) y el rendimiento medio son los parámetros utilizados para determinar la adaptabilidad de los genotipos a los ambientes. En cuanto la variancia de

los desvíos de la regresión ($d_{(i)}$) hace referencia a la estabilidad de los genotipos.

Según estos autores, si los genotipos presentan $b_{(i)}$ cercano a cero, la variedad no responde a ningún cambio ambiental, $b_{(i)} > 1$ indicará que son especialmente adaptados a ambientes favorables; $b_{(i)} < 1$, la variedad se adapta a ambientes desfavorables y por último un $b_{(i)}=1$ indica que el genotipo en cuestión responde al cambio ambiental como el promedio de los “k” genotipos incluidos en el sistema. Es decir, tendría estabilidad media, con pobre o buena adaptación al ambiente dependiendo de la respuesta media del cultivar. Para el determinar la estabilidad de los genotipos, independientemente de su respuesta relativa, un valor de “ $d_{(i)}$ ” grande indicará una mayor inestabilidad relativa en la expresión del genotipo, y se considera estable a un cultivar que tiene un “ $b_{(i)}$ ”=1 y un desvío de la regresión “ $d_{(i)}$ ”=0.

Método de análisis multivariado (AMMI)

Se basa en el análisis de componentes principales, a partir de los efectos de la interacción considerados multiplicativos. Los resultados del AMMI se analizan en forma de un biplot. Genotipos y ambientes son graficados en un mismo diagrama, facilitando la inferencia sobre interacciones específicas de genotipos y ambientes individuales utilizando el signo y la magnitud de los valores de la componente principal (CP). Cualquier genotipo con valores de CP cercanos a 0 muestra adaptación general a los ambientes testeados. Mayores valores indican adaptación más específica a ambientes que presentan valores de CP del mismo signo.

Método no paramétrico de Ranking

Este método propone evaluar la proporción de ambientes en los que un genotipo que clasifica en el tercio superior, medio o inferior de todas las entradas. Un genotipo que usualmente se encuentra en el tercio superior de las entradas a lo largo de muchos ambientes es considerado relativamente bien adaptado. Un genotipo es considerado estable si su posición en el ranking es relativamente constante a través de los ambientes.

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la adaptabilidad y estabilidad para la productividad de 23 variedades de arveja que fueron evaluadas durante cuatro años a partir de diferentes metodologías e identificar los cultivares más prometedores para el cultivo en zonas aledañas a la localidad de Zavalla.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Se evaluaron 23 variedades de arveja de diferente origen (Tabla 1). Estas corresponden a materiales experimentales provenientes de la colección de trabajo del programa de mejoramiento de leguminosas de grano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR, materiales comerciales e materiales provenientes de diferentes bancos de germoplasma. La variedad Viper es un material comercial ampliamente utilizado en las zonas de producción del cultivo de arveja.

Análisis de datos

Los datos de rendimiento del cultivo de arveja fueron obtenidos de ensayos realizados durante los años 2010, 2011, 2012 y 2013 en el Campo Experimental “J. F. Villarino” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario ubicada a 33° 1' LS y 60° 53' LO. Cada año fue considerado un ambiente. En base a los datos agrometeorológicos los años de evaluación 2011 y 2012 se consideraron ambientes desfavorables, y los años de evaluación 2010 y 2013 como ambientes favorables

(Figura 1 y 2). El año 2011 se caracterizó por presentar menores precipitaciones y altas temperaturas, a diferencia del año 2012 en el cual ocurrieron grandes precipitaciones.

El delineamiento experimental utilizado fue un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. Las parcelas estuvieron constituidas por 20 plantas sembradas con un espaciamiento de 0,70 m entre surcos y 0,10 m entre plantas. Se utilizó un sistema de riego por goteo y se efectuaron tratamientos de α, α, α -trifluoro-2,6-dinitro-N, N-dipropil- p-toluidina (trifluralina) como herbicida pre-emergente e incorporado al suelo, para evitar la competencia con malezas.

Al momento de maduración de las plantas se realizó la colecta y trilla de las mismas. El producto obtenido se pesó y se calculó el rendimiento en granos por parcela.

Estos datos en primer lugar fueron sujetos a un análisis de la varianza en el Programa GENES (Cruz, 2001). A través de este

análisis se pueden estimar los efectos separados de Genotipos, Ambientes y de la Interacción Genotipo - Ambiente.

Para la obtención de las estimativas de los parámetros de adaptabilidad y de estabilidad para la variable rendimiento se utilizaron

los programas estadísticos GENES (Cruz, 2001) e InfoGen (Balzarini & Di Rienzo, 2003), para el análisis de regresión y AMMI respectivamente.

Tabla 1: Orígenes geográficos de las 23 variedades de arveja utilizadas.

Variedad	Origen
CAN A	Canadá
KEOMA	Canadá
EXPLORER	Canadá
EI	Canadá
DDR11	India
DMR7	India
DDR14	India
COMETODO	Francia
C2001	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 10	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 26	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 5	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 20	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 23	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 17	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 25	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 12	Programa de mejoramiento local
ZAVALLA 15	Programa de mejoramiento local
AMARILLA	Programa de mejoramiento local
APARECIDA	Programa de mejoramiento local
MARINA	Rumania
VIPER	Holanda

Figura 1: Lluvias medias (mm) ocurridas durante los meses de Junio a Noviembre para los años 2010, 2011, 2012 y 2013.

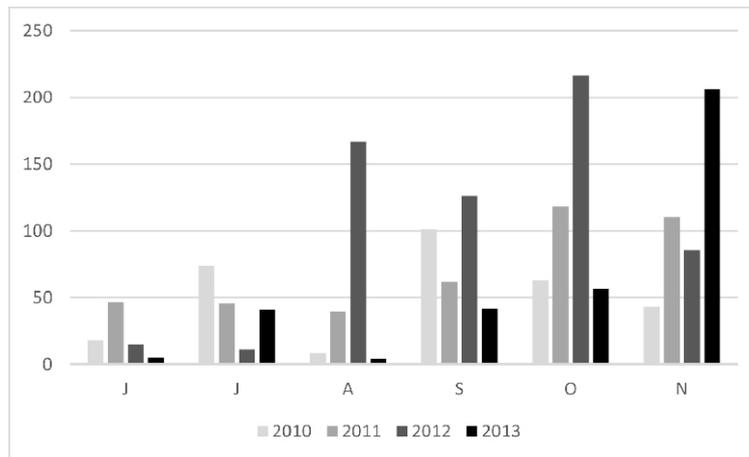
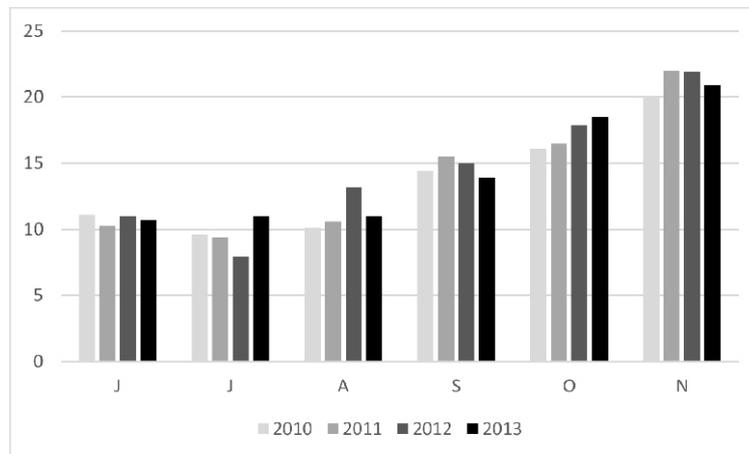


Figura 2: Temperatura media mensual (°C) observada durante los meses de Junio a Noviembre para los años 2010, 2011, 2012 y 2013.



Resultados y Discusión

El estudio de los parámetros de estabilidad y adaptabilidad son herramientas eficientes y efectivas a la hora de identificar cultivos prometedores a zonas específicas. Las metodologías empleadas en este trabajo han sido utilizadas en diversos estudios para diferentes cultivos: arveja (Mangistu et. al., 2011; Tolessa et. al., 2013), lenteja (Sabaghnia et. al., 2012), soja (Cucolotto et. al., 2007; Gurmu et. al., 2009), poroto mungo (Nath et. al., 2013), arroz (Bose et. al., 2012) y otros.

En el análisis de la variancia conjunta para la variable rendimiento de granos, se observó efectos significativos al 1% de probabilidad del error para los genotipos, ambientes e interacción genotipo-ambiente. El cociente entre los cuadrados medios para los genotipos y la interacción genotipo ambiente fue 1,30, lo cual indica la mayor importancia de los genotipos sobre la interacción. (Tabla 3). Esto indica la existencia de: (1) variabilidad genética, permitiendo la selección de genotipos superiores, (2) variabilidad de ambientes, que es atribuida a los diferentes años

agrícolas y (3) respuesta diferencial de los genotipos en función de la variación del ambiente.

Las estimativas de adaptabilidad y estabilidad para rendimiento de granos, relativas a cada método, son presentadas en las tablas 4 y 5, y la figura 3.

Tabla 2: Media de los ambientes e índice ambiental

Ambientes	Média	Índice Ambiental (Ij)
2010	741,18	148,15
2011	383,51	-209,52
2012	556,54	-36,50
2013	690,90	97,86

Tabla 3: Resultados del análisis de la variancia conjunta para la productividad de granos (Kg/parcela) para las 23 variedades de arveja evaluadas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	p
Genotipos	22	3450683,53	156849,25	4,13	.0 **
Ambientes	3	3530748,13	1176916,04	31,04	.0 **
Genotipo x Ambiente	66	7945735,45	120389,93	3,17	.0 **
Residuo	92	3487770,92	37910,55		
Total	183	18414938,05			

Figura 3: AMMI II. Ambientes favorables (circulo gris oscuro). Ambientes desfavorables (circulo gris claro).

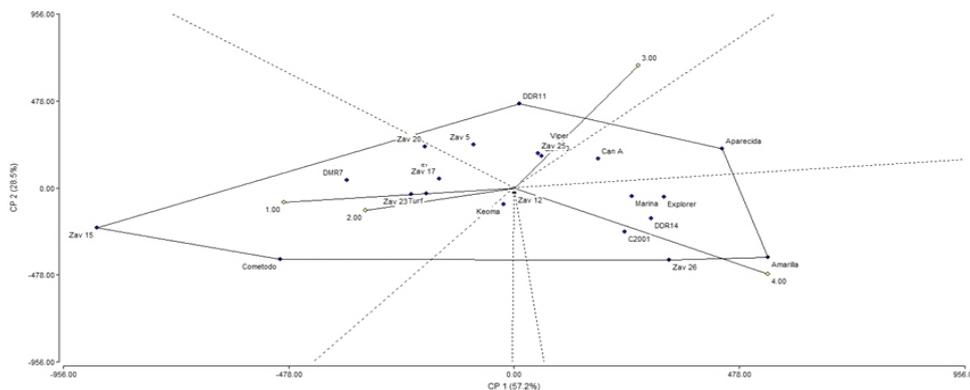


Tabla 4: Estimativas de los parámetros de adaptabilidad y estabilidad obtenidas por el método de Eberhart e Russel (1966).

⁽¹⁾ Rendimiento medio de granos (kg ha⁻¹). ⁽²⁾ H₀: β_{ii} = 1. ⁽³⁾ H₀: di = 0.

Variedad	Media ⁽¹⁾	β _i ⁽²⁾	S ² d _i ⁽³⁾
Amarilla	645,62	1.32 *	**
Aparecida	593,85	1.17 *	**
C 2001	636,66	1.68 *	NS
Can A	686,45	1.50 *	NS
Cometodo	767,12	1.31 *	**
DDR 11	454,25	(-)0.31 *	*
DDR 14	821,51	0.98 *	*
DMR 7	407,86	0.98 *	*
EI	549,71	1.21 *	NS
Explorer	389,07	0.85 *	NS
Keoma	561,45	1.37 *	NS
Marina	616,58	0.80 *	NS
Turf	291,00	0.82 *	NS
Viper	567,29	1.28 *	NS
Zavalla 10	713,12	1.98 *	NS
Zavalla 12	647,05	1.17 *	NS
Zavalla 15	638,75	0.736 *	**
Zavalla 17	473,58	1.029 *	NS
Zavalla 20	488,18	0.35 *	NS
Zavalla 23	716,00	(-) 0.81 *	NS
Zavalla 25	861,87	1.2 *	NS
Zavalla 26	687,70	1.66 *	**
Zavalla 5	485,00	0.65 *	NS

Por el método de Eberhart y Russell (1966), las variedades Amarilla, Aparecida, C 2001, Can A, Cometodo, EI, Keoma, Viper, Zavalla 10, Zavalla 12, Zavalla 17, Zavalla 25 y Zavalla 26 presentan adaptación específica a ambientes favorables (bi > 1) y los cultivares Explorer, Turf, Marina, DDR 11, DDR14, DMR 7, Zavalla 5, Zavalla 15, Zavalla 20 y Zavalla 23 adaptación específica a ambientes desfavorables (bi < 1) (Tabla 4). La variedad Zavalla 25 fue la que presentó mayor producción media de granos (861,87 Kg. Parcela-1), por lo tanto es la más apropiada para ambientes favorables. Por otro lado, los cultivares DDR 14 y Zavalla 23, con una producción media de granos de 821.51 y 716.00 Kg. Parcela-1, fueron los que presentaron mayor adaptabilidad a ambientes desfavorables.

La estabilidad, verificada por los desvíos de la regresión, indicó que los cultivares C2001, Can A, EI, Explorer, Keoma, Marina, Turf, Viper, Zavalla 10, Zavalla 12, Zavalla 17, Zavalla 20, Zavalla 23, Zavalla 25 y Zavalla 5 (no significativo) se comportan como estable. Las restantes variedades (significativo al 1%) presentan inestabilidad, siendo el genotipo Aparecida con mayor inestabilidad por poseer el desvío estándar de mayor magnitud.

El cultivar ideal, según Eberhart e Russell (1966), es aquel que presenta alta producción de granos, coeficiente de regresión igual a uno (amplia adaptabilidad) y desvío de la regresión igual a cero (estabilidad alta). Ninguna variedad presentó estas tres características simultáneamente, por lo tanto no fue posible identificar un cultivar ideal a partir de los datos aportados por este método.

Se utilizó el modelo de AMMI II ya que las dos primeras componentes principales fueron significativas al 1% explicando cada una de ellas el 57,2% y 28,5% de la interacción. El mismo determinó que los genotipos DDR 11, Aparecida, Cometodo, Zavalla 15 y Zavalla 26 son sensibles a los cambios ambientales al hallarse en los extremos de la figura. Las variedades Zavalla 12 y Keoma por encontrarse cercanas al cero presentan adaptación general. El cultivar Amarilla se adapta a ambientes favorables (próxima al ambiente 4) y los genotipos Zavalla 23 y Turf están

adaptados a ambientes desfavorables (cercanas al ambiente 2) (Figura 3).

Por último, a partir del Método no paramétrico de Ranking se observó que para la variable rendimiento los genotipos Turf, Explorer, C 2001, Zavalla 23, DMR 7, Keoma, Marina y Zavalla 25 se comportan estables a los ambientes debido a que su posición en el ranking es constante a través de los ambientes, siendo Zavalla 25 la única variedad que presentó alta adaptabilidad por rankear en el tercio superior (Tabla 5).

En resumen, de los resultados obtenidos a partir de los tres métodos se concluye que el cultivar Keoma se comporta estable a los cambios ambientales, las variedades Zavalla 25 y Amarilla presenta adaptabilidad a ambientes favorables y por último los genotipos Turf y Zavalla 23 se caracterizan por adaptarse a ambientes desfavorables.

Tabla 5: Método no paramétrico de Ranking. Variedades coloreadas en gris claro se caracterizan por ser estables. Variedad coloreada en gris oscuro presenta adaptabilidad.

Variedad	Año 1	Ranking	Año 2	Ranking	Año 3	Ranking	Año 4	Ranking
Amarilla	456,67	21	360,00	10	470,83	15	1295,00	1
Aparecida	485,00	20	161,67	22	870,00	2	858,75	7
C 2001	731,85	13	300,00	14	480,67	14	1034,17	4
Can A	815,00	7	265,00	18	838,33	4	827,50	8
Cometodo	1288,33	2	745,00	3	260,14	21	775,00	10
DDR 11	385,00	22	375,00	9	790,00	5	267,00	22
DDR 14	754,39	10	600,00	4	741,67	7	1190,00	2
DMR 7	800,00	8	276,67	17	294,29	20	260,50	23
EI	865,00	5	310,00	12	520,00	13	503,85	16
Explorer	287,95	23	150,00	23	410,00	18	708,33	12
Keoma	788,33	9	305,00	13	445,00	16	707,50	13
Marina	553,00	18	405,00	7	619,17	8	889,17	6
Turf	533,33	19	176,67	21	170,00	22	284,00	21
Viper	736,67	12	193,33	20	751,67	6	587,50	15
Zavalla 10	1010,00	4	215,00	19	840,00	3	787,50	9
Zavalla 12	825,00	6	406,67	6	590,54	10	766,00	11
Zavalla 15	1333,33	1	783,33	2	147,50	23	290,83	20
Zavalla 17	740,00	11	280,00	16	428,33	17	446,00	17
Zavalla 20	663,33	15	391,67	8	572,22	12	325,50	19
Zavalla 23	680,00	14	975,00	1	575,00	11	634,00	14
Zavalla 25	1025,00	3	530,00	5	995,00	1	897,50	5
Zavalla 26	645,00	16	323,33	11	377,50	19	1165,00	3
Zavalla 5	645,00	17	292,50	15	612,50	9	390,00	18

Conclusión

El estudio demostró la utilidad de los parámetros estabilidad y adaptabilidad en la identificación de cultivares prometedores a condiciones específicas o amplias, obteniéndose resultados más

eficientes al trabajar con una combinación de metodologías de diferente índole.

Bibliografía

- BALZARINI M & DI RIENZO J (2003) Infogen. Software para análisis estadísticos de marcadores genéticos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- BOSE L. M., NAGARAJU, M. AND SINGH, N. O. Genotype x environment interaction and stability analysis of lowland rice genotypes. Journal of Agricultural Sciences, Vol. 57, No. 1, 2012.
- CRUZ COSME DAMIÃO (2001) Programa GENES. Análise multivariada e simulação. MG: Editora UFV.
- CRUZ, C. D. et. al. Modelos biométricos aplicados, ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.
- CUBERO SALMERÓN, J.I., 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. Madrid, Mundi Prensas

6. CUCOLOTTO M., CARPENTIERI PIPOLO V., DOMINGOS GARBUGLIO M., DA SILVA FONSECA JUNIOR N., DESTRO D. AND KAZUYUKI KAMIKOGA M. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7: 270-277, 2007.
7. ELLIS, T.H.N.; HOFER, J.I.; TIMMERMAN-VAUGHAN, G.M.; COYNE, C.J.; HELLENS, R.P. *Trends Plant Sci.* (2011), 16, 590–596.
8. FAOSTAT (2012) <http://faostat.fao.org>.
9. GURMU F., MOHAMMED, H. and ALEMAW, G. Genotype x environment interactions and stability of soybean for grain yield and nutrition quality. *African Crop Science Journal*, 2009. Vol. 17, No. 2, pp. 87–99.
10. JING, R.; VERSHININ, A.; GRZEBYTA, J.; SHAW, P.; SMÝKAL, P.; MARSHALL, D.; AMBROSE, M.J.; ELLIS, T.H.N.; FLAVELL, A.J. *BMC Evol. Biol.* (2010). 1471-1480.
11. MANGISTU, G., DHABA, C., TEMESGEN, A., LULE, D. AND GELETA, N. Genotype x Environment Interaction for Yield in Field Pea (*Pisum sativum* L.) *East African Journal of Sciences*, 2011. Volume 5 (1) 6-11.
12. NATH, D. AND DASGUPTA T. Genotype × Environment Interaction and Stability Analysis in Mungbean. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. Volume 5, Issue 1, 2013.
13. PRIETTO, BUSCHITTARI Y GARCÍA FAVRE, (2012). AER INTA Arroyo Seco.
14. PULSE MARKET REPORT, SPG, Canadá, (2012).
15. SABAGH NIA, N., KARIMIZADEH R., MOHAMMADI, M. Genotype by environment interaction and stability analysis for grain yield of lentil genotypes. *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 99, No. 3 (2012), p. 305–312
16. SAGPyA. (2010) <http://www.minagri.gob.ar>
17. SMÝKAL, P., AUBERT, G., BURSTIN, J., COYNE, C. J., ELLIS, N. T. H., FLAVELL, A. J., FORD, R., et al. (2012). Pea (*Pisum*, 74–115. doi:10.3390/agronomy2020074).
18. SMÝKAL, P., AUBERT, G., BURSTIN, J., COYNE, C., ELLIS, N., FLAVELL, A., FORD, R., HÝBL, M., MACAS, J. NEUMANN; P., MCPHEE, K., REDDEN, R., et al. *Agronomy* (2012), 2, 74-115.
19. TOLLESSA, T. T., KENENI, G. SEFERA, T., JARSO, M., BEKELE, Y. Genotype x Environment Interaction and Performance Stability for Grain Yield in Field Pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *International Journal of Plant Breeding*, 2013.
20. UPADHYAYA HD, DWIVEDI SL, AMBROSE M, ELLIS N, BERGER J, SMÝKAL P, DEBOUCK D, DUC G, DUMET D, FLAVELLA. *Euphytica*, 180, 27–47, 2011
21. VARGAS M., CROSSA J., VAN EEUWIJK F, SAYRE KD, REYNOLDS MP (2001). Interpreting treatment x environment interaction in agronomy trials. *Agronomy Journal* 93, 949-960.
22. ZOHARY, D.; HOPF, M. 2000. Oxford University Press: Oxford, UK, (2000).