

# EFICIENCIA DE SELECCION EN AMBIENTES DE DISTINTA PRODUCTIVIDAD, PARA RENDIMIENTO EN LENTEJAS<sup>1</sup>

## Efficiency of different productivity environments for selecting grain yield in lentils

Luis Barrales V.<sup>2</sup>, Francisco Tapia F.<sup>2</sup>, Mónica Cortés E.<sup>3</sup> y Gabriel Bascur B.<sup>2</sup>

### SUMMARY

A population of 14 lentil lines was tested during 1980 and 1981 in the dry coastal range (VI Region-Chile), in natural environments with capacities to produce high, medium and low grain yields.

The data were used to evaluate the worth of these environments for selection for grain yield.

The relative efficiencies were computed by using statistical approach, the ability of productivity environments for identifying lines with highest genotypic values for grain yield.

This statistical criteria indicated that high, medium and low productivity conditions were nearly equal for selecting high-yielding lines. However, a detailed analysis showed that lines selected in each productivity condition were not the same. Therefore, by carrying out the selection process only in the high yielding environment is possible to discard the 21% of the lines evaluated which showed high response in the stress environments.

**Key words:** Selection, mean yield, productivity environment, lentil, *Lens culinaris*.

### INTRODUCCION

La evaluación es un importante y necesario proceso en el desarrollo de cultivares mejorados. Sin embargo, debido a la interacción genotipo x ambiente, fenómeno que siempre está presente y que es responsable que el comportamiento de un mismo cultivar puede no ser el mismo cuando se comparan en diferentes ambientes, hace necesario que este proceso de evaluación se realice en diversas localidades a través del tiempo.

Varias metodologías se han propuesto para reducir el efecto que la interacción genotipo x ambiente tiene sobre la selección y evaluación de líneas experimentales. Sin embargo, ninguno de estos métodos indican si un ambiente con limitaciones o sin ellas, es el más ventajoso para seleccionar por rendimiento (Barrales, 1985).

Johnson y Frey (1967), definieron que un ambiente restrictivo es aquel, cuyas condiciones ambientales limitan la productividad de las plantas.

Varios autores han estudiado este problema, sin embargo, las conclusiones indicadas, no son definitivas, debido, probablemente, a que en muchos de estos estudios se ha usado ambientes a los cuales artificialmente se le ha creado una limitante al cultivo, manipulando una simple variable dentro del ensayo. Por ejemplo, Johnson y Frey (1967), variaron niveles de fósforo, nitrógeno y fechas de siembras. En contraste, Mc Neill y Frey (1974) y Barrales (1985), usaron ambientes naturales con diferentes capacidades productivas. Los primeros autores, señalan que al crear un ambiente limitado variando un simple componente y manteniendo constante todos los otros, sólo se podría esperar una escasa interacción genotipo x ambiente. Por otra parte, en un ambiente naturalmente limitado, muchos de los componentes variarán simultáneamente, por lo que la magnitud y conformación de la interacción genotipo x ambiente, será impredecible.

El efecto que el nivel de productividad de un ambiente tiene sobre la eficiencia de selección de genotipos, es controvertido. De acuerdo con Frey (1964), existen dos teorías a este respecto. La primera de ellas,

<sup>1</sup>Recepción de originales: 18 de junio de 1990.

Parte de la tesis presentada por la tercera autora a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

<sup>2</sup>Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Seminario 506, Santiago, Chile.

establece que un ambiente óptimo de selección, es aquel que no presenta limitante para los genotipos que están siendo evaluados. Así, los genotipos pueden expresar todo su potencial y aquellos que sean mejores en un ambiente óptimo, lo serán también en ambientes limitados. La segunda teoría, sostiene que la mayor parte de la producción comercial ocurre bajo situaciones con limitaciones, para uno o más factores y así, genotipos superiores bajo condiciones subóptimas serán mejores para una producción comercial.

Ambas teorías han sido avaladas por diversos autores. La primera ha sido sustentada por Frey (1964), Johnson y Frey (1967), Vela Cárdenas y Frey (1972), Johnson (1977), Brennan y Byth (1979) y Barrales (1985). La segunda teoría, ha sido respaldada por Gotoh y Osanai (1959) y Hanson (1970).

En consecuencia, dada la importancia del proceso de selección en un programa de mejoramiento y considerando que el cultivo de la lenteja en nuestro país se realiza preferentemente en ambientes muy limitados, dependientes de las precipitaciones y es practicado por pequeños agricultores que emplean un bajo nivel de insumos tecnológicos, el objetivo de este estudio fue evaluar cómo la productividad del ambiente influye sobre la selección de líneas experimentales de lenteja y cuantificar la posibilidad de que al efectuar la selección, solamente en un ambiente de alta productividad, se eliminen materiales promisorios para ser cultivados en ambientes con limitaciones.

### MATERIALES Y METODOS

Este estudio fue realizado por la Estación Experimental La Platina (INIA), en el secano costero de la VI Región, Chile. El material genético estuvo constituido por 14 genotipos de lenteja, los que fueron evaluados por el Programa de Leguminosas de Grano de dicha Estación, en 15 ambientes entre los años 1979 y 1985, inclusive. Ambiente, fue definido como la combinación de año x localidad.

Para evaluar la capacidad de ambientes de distinta productividad para seleccionar genotipos de lenteja, se estudió el comportamiento de un grupo de 14 genotipos evaluados sistemáticamente en tres ambientes, de alta, media y baja productividad, respectivamente, entre los años 1980 y 1981. De este modo, se definió como ambiente de alta productividad aquel cuyo rendimiento, promedio, alcanzado por los genotipos evaluados, fue igual o superior al promedio de los testigos Tekoa y Araucana-INIA en los 15 ambientes, más un 20% (1.150 kg/ha). Ambiente de baja productividad corresponderá a aquel cuyo pro-

medio fue igual o inferior al rendimiento promedio de los testigos señalados, menos un 20% (766 kg/ha). Mientras que ambiente de productividad media fue definido como aquel cuyo promedio fue menor que 1.150 kg/ha y mayor que 766 kg/ha.

Posteriormente, estos ambientes fueron caracterizados por su habilidad para identificar las líneas de lenteja de más altos rendimientos. Para esto, se estimaron los valores genotípicos de estas líneas, los que correspondieron a la productividad promedio que ellas presentaron en los 15 ambientes evaluadas, dado que proporcionaron un amplio rango de capacidades productivas. Estos valores genotípicos, fueron ordenados de mayor a menor y se establecieron intervalos que agruparon al 25, 40, 50, 60 y 75% superior. A los rendimientos obtenidos por las líneas en cada uno de los tres ambiente (alto, medio y bajo), se les aplicó intensidades de selección correspondientes a los mismos porcentajes señalados anteriormente y se determinó la relación (%), entre las líneas detectadas como superiores en cada ambiente y las de mayor valor genotípico.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de aplicar diferentes intensidades de selección (IS), sobre ambientes de distintas productividades, se indican en los cuadros 1 y 2.

Los porcentajes de líneas retenidas del primer cuartil de valores genotípicos, cuando la selección se efectuó en ambientes de alta, media y baja productividad, fueron los mismos (Cuadro 1). Así, al aplicar una intensidad de selección de 25%, el 67% de los genotipos clasificados como superiores, de acuerdo a sus valores genotípicos, fueron también identificados como tales, en todos los ambientes.

Al utilizar una intensidad de selección del 40% los ambientes de productividad alta y baja identificaron el 67% de las líneas ubicadas en el primer cuartil de valores genotípicos, mientras que el ambiente de productividad media, identificó al 100% de éstas.

El comportamiento de todos los ambientes, fue muy similar en relación al porcentaje de líneas identificadas como superiores, ubicadas en el 40% superior de los valores genotípicos, para cualquier intensidad de selección aplicada.

Esta similitud también se obtuvo al relacionar la mitad superior de las líneas en cuanto a valor genotípico y al aplicar un 50, 60 y un 75% de intensidad de selección. Sólo en el ambiente de productividad media, el porcentaje de líneas identificadas como superiores fue ligeramente inferior.

**CUADRO 1. Porcentaje de líneas ubicadas en el 25, 40, 50, 60 y 75% superior de los valores genotípicos (VG), retenidas al aplicar intensidades de selección (IS) de 25, 40, 60 y 75% en ambientes de productividad alta, media, baja**

**TABLE 1. Percentages of lentil lines in the top 25, 40, 50, 60 and 75% intervals genotypic values (VG), that were retained with 25, 40, 50, 60 and 75% selection intensities (IS), when lines were evaluated in the high, medium and low productivity environments**

VG	Productividad Alta IS					Productividad Media IS					Productividad Baja IS				
	25	40	50	60	75	25	40	50	60	75	25	40	50	60	75
25	67	67	100	100	100	67	100	100	100	100	67	67	100	100	100
40		67	100	100	100		60	80	80	100		60	80	100	100
50			86	100	100			71	86	100			86	100	100
60				88	88				75	88				88	88
75					90					90					80

Productividad Alta: Pichilemu-1980 (Rend. promedio: 15,37 qqm/ha).

Productividad Media: Paredones-1980 (Rend. promedio: 10,03 qqm/ha).

Productividad Baja: Paredones-1981 (Rend. promedio: 3,04 qqm/ha).

**CUADRO 2. Identificación de las líneas y ordenamiento de ellas de acuerdo a sus valores genotípicos y fenotípicos, y a los rendimientos en grano obtenidos en los ambientes de productividad alta, media y baja**

**TABLE 2. Identification and ranking of the lines according their genotypic, phenotypic values and grain yield obtained in the high, medium and low productivity environments**

Línea	Valor Genotípico*	Orden Rendimiento	Valor Fenotípico**	Orden Rendimiento	Ambiente Prod. Alta	Ambiente Prod. Media	Ambiente Prod. Baja	I.S. %
1071	13,52	1	11,65	1	3.074	1.071	4.009	
3015	11,14	2	10,52	4	3.015	4.009	1.071	
4009	10,62	3	10,87	2	1.071	1.015	3.010	25
3010	10,16	4	10,08	5	3.010	1.121	3.074	
Tekoa	9,92	5	9,63	7	Araucana-INIA	3.015	Constitución	40
3074	9,89	6	10,63	3	Tekoa	Tekoa	1.121	
1121	9,57	7	9,75	6	4.009	Araucana-INIA	3.015	50
6085	9,25	8	7,96	11	1.121	3.074	Tekoa	60
Araucana-INIA	9,25	9	9,32	9	Constitución	Constitución	1.015	
Constitución	9,24	10	9,25	10	1.015	3.010	5.049	
5020	9,22	11	7,39	13	6.085	1.128	Araucana-INIA	
5049	9,06	12	7,57	14	1.128	6.085	6.085	
1015	9,03	13	9,40	8	5.020	5.020	5.020	
1128	8,89	14	7,86	12	5.049	5.049	1.128	

\*Calculado en base al promedio de cada línea, en 15 ambientes (qqm/ha).

\*\*Calculado según rendimiento promedio de cada línea, en los 3 ambientes.

Los resultados presentados indican que la eficiencia de selección en lenteja es muy similar al evaluar los genotipos en ambientes de productividades alta, media o baja, concordando con lo expresado por Allen,

Comstock y Rasmusson (1978), quienes trabajaron en avena, soya y lino. Esto no hace más que corroborar, las controversias reportadas en la literatura, con respecto al efecto de la productividad del ambiente

sobre la eficiencia de selección, puesto que un gran número de autores manifiesta que existen ambientes mejores que otros para este proceso.

La concordancia en el porcentaje de líneas seleccionadas, como realmente superiores para rendimiento, en todos los ambientes, no implica que éstos estén identificando como superiores al mismo conjunto de líneas.

Así, en el Cuadro 2, se observa que al aplicar una intensidad de selección de 25%, la línea 1071 fue seleccionada en los tres ambientes, corroborando el conocimiento previo que se tenía de ella, de acuerdo a los criterios de Eberhart y Russell (1966), esto es, de amplia adaptabilidad. Una situación semejante se observa para la línea 4009, que fue seleccionada en ambientes de media y baja productividad. Por otra parte, la línea 3015, adaptada según los criterios de Eberhart y Russell (1966) a ambientes de alta productividad, fue seleccionada solamente en este ambiente. Por otra parte, las líneas 3074 y 1015, que no se encuentran en el cuartil superior de los valores genotípicos, fueron seleccionadas por los ambientes de alta y media productividad, respectivamente; indicando ésto la existencia de genotipos adaptados a ambientes específicos. De esta forma, el seleccionar sólo en ambientes de alta productividad, implicaría la eliminación de las líneas 4009 y 1015, las cuales resultaron ser superiores en ambientes limitados.

En el proceso de selección, el fitomejorador posee como información el valor fenotípico de una línea, proveniente del comportamiento promedio que ésta tuvo en diversas localidades y años; y se asume que este valor fenotípico es una buena estimación de valor genotípico. En la medida que la línea sea ensayada en más localidades y años, esta estimación será más precisa. Sin embargo, ensayar un gran número de líneas en varias localidades y años, tiene como limitante el factor económico, ante lo cual el fitomejorador reduce el número de ensayos a sólo algunas localidades y considera un mínimo de años. Esto implica que la estimación del valor genotípico podría no ser tan buena a través del comportamiento fenotípico de una línea. Sin embargo, al aplicar un 25% de intensidad de selección sobre los valores fenotípicos (calculados como el comportamiento promedio de tres ambientes), se observa que el 67% de las líneas, se encuentra en el cuartil superior de los valores genotípicos. Mientras que con una intensidad de 40%, el 80% de las líneas superiores en valores genotípicos son detectadas como tales por sus correspondientes valores fenotípicos. Pero una intensidad de 40% podría ser poco rigurosa, lo cual significaría seleccionar un número muy grande de líneas, en la medida que el número de líneas ensayadas

también sea grande. Sin embargo, en general, estos resultados indican que existió una buena correspondencia entre el valor genotípico y el fenotípico de las distintas líneas de lenteja; debido probablemente, que para el caso de este estudio, el valor fenotípico está calculado sobre tres ambientes de muy diversa productividad, lo que indicaría que esta situación permitiría una muy buena estimación del valor genotípico.

## CONCLUSIONES

La eficiencia de selección para lenteja es igual tanto en ambientes óptimos como limitados. Los ambientes seleccionaron distintos conjuntos de genotipos al aplicar intensidades de selección de 25% y 40%.

Al seleccionar sólo en ambientes de alta productividad, se eliminaron líneas de alto potencial para ambientes con limitaciones, como fue la línea 4009 adecuada para ambientes de baja y media productividad, y la línea 1015 para ambiente de media productividad.

Se corroboraría la existencia de líneas con una condición genética superior para ambientes específicos.

Es factible eliminar el 21% de las líneas de lenteja evaluadas y detectadas como promisorias, situación que es preocupante, desde el punto de vista de un programa de mejoramiento, que conduce un gran número de líneas experimentales.

Los valores fenotípicos y genotípicos de las distintas líneas de lenteja, tuvieron una muy buena correspondencia, de tal manera que bastaría disponer de tres ensayos de evaluación, uno de ellos en ambiente de alta, otro en media y el tercero en uno de baja productividad, para tener una buena estimación del valor genotípico. De hecho, una intensidad de selección de 25% sobre los rendimientos observados, permitió individualizar el 67% de las líneas superiores en valores genotípicos. Sin embargo, predecir las productividades de los ambientes, cuando éstas no dependen de la localidad misma, sino que de otros factores, como el clima, imposibilita disminuir "a priori" el número de ambientes para desarrollar el proceso de selección.

Dado que el cultivo de la lenteja se desarrolla en condiciones normalmente deprimidas, es de importancia considerar como mayor énfasis las evaluaciones realizadas en ambientes limitados, cuando éstos se produzcan, de tal manera de aprovechar la oportunidad para identificar los genotipos específicamente adaptados a esas condiciones. Así, se disminuiría el riesgo evidente de eliminar líneas promisorias para situaciones limitantes.

## RESUMEN

Un conjunto de 14 líneas de lenteja fueron probadas en el secano costero de la VI Región, Chile, entre los años 1980 y 1981, en ambientes de productividad alta, media y baja. Los datos fueron usados para evaluar la incidencia de estos ambientes en la selección para rendimiento en grano.

La eficiencia relativa de la productividad de los ambientes en la selección fue analizada usando la habilidad de dichos ambientes para identificar las líneas con los mayores valores fenotípicos para rendimiento.

Este criterio de evaluación indicó que todos los ambientes se comportaron prácticamente iguales en la selección de las líneas de alto rendimiento. Sin embargo, un estudio más detallado mostró que las líneas seleccionadas en cada condición de productividad no fueron las mismas. Por lo tanto, realizar el proceso de selección solo considerando un ambiente de alta productividad, con lleva el riesgo de eliminar de acuerdo a este estudio el 21% de las líneas evaluadas que en ambientes estresados presentaron un buen comportamiento.

**Palabras claves:** Selección, rendimiento de grano, ambiente de productividad, lenteja, *Lens culinares*.

## LITERATURA CITADA

- ALLEN, F.L., COMSTOCK, R.E., and RASMUSSEN, D.C. 1978. Optimal environments for yield testing. *Crop Sci.* 18: 747-751.
- BARRALES V., LUIS. 1985. Efficiency of high, medium, and low productivity environments for selecting grain yield in oats. Iowa State. University Library. Ph.D. Thesis. 120 p.
- BRENNAN, P.S. and BYTH, D.E. 1979. Genotype x environmental interactions for wheat yields and selection for widely adapted wheat genotypes. *Aust. Agric. Res.* 30: 221-232.
- EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-46.
- FREY, K.J. 1964. Adaptation reaction of oats strains selected under stress and non stress environment conditions. *Crop Science.* 4: 55-58.
- GOTOH, K. and OSANAI, S. 1959. Efficiency of selection for yield under different fertilizer levels in a wheat cross. *J. Breed.* 9: 173-178.
- HANSON, W.D. 1970. Genotypic Stability. *Theoret. Appl. Genetics.* 40: 226-231.
- JOHNSON, G.R. 1977. Analysis of genetic similarity in terms of mean yield and stability of environmental response in a set of maize hybrids. *Crop Sci.* 17: 837-842.
- JOHNSON, G.R. and FREY, K.J. 1967. Heritabilities of quantitative attribute of oats (*Avena* sp) at varying levels of environmental stress. *Crop Sci.* 17: 43-46.
- Mc NEILL M.J. and FREY K.J. 1974. Gain from selection and hereditabilities in oat populations tested in environments with varying degrees of productivity levels. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 3: 79-86.
- VELA CARDENAS, M. and FREY, K.J. 1972. Optimum environment for maximizing hereditability, and genetic from selection. *Iowa State. Journal Sci.* 46: 381-384.