

EL TAMAÑO DE LA SEMILLA Y SU EFECTO SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS, RENDIMIENTO Y CALIBRES COSECHADOS EN LENTEJA CV. ARAUCANA-INIA¹

The seed size and its effect on plant establishment, seed yield and seed size harvested in lentil cv. Araucana-INIA

Enrique Peñaloza H.² y Juan Levío C.²

SUMMARY

Chilean lentil (*Lens culinaris* Medik.) shows a large variation in seed size within a same cultivar due to both the grading procedures as well as the different environments where it grows. To evaluate the effect of seed size on crop performance, seeds of cv. Araucana-INIA from two origins, averaging 6.8 and 8.2 g 100-seed weight, were graded into three sizes according to seed diameter (5, 6 and 7 mm) and sown at constant density (92 seeds/m²). The study was conducted in two environments of contrasting productivity in the IX Region, Chile. The effect of seed origin was not significant in any evaluated parameter. Seed grading did not affect germination but field emergence was significantly reduced in both environments with reducing seed size. Seed yield was not affected by seed grading in the more productive environment (average 2,283 kg/ha) whereas it was reduced from 1,422 (7 mm) to 1,183 (5 mm) kg/ha in the less productive one. Averaged across environments, the harvested fractions were 8.9, 5.3 and 4.9% (5 mm) and 22.2, 26.7 and 28.2% (7 mm), for 5, 6 and 7 mm seeds, respectively, with the 6 mm not being affected by grading. According to the results, seed size would be of little value under productive environments whereas it may have agronomic importance under an environment that restrict growth.

Key words: *Lens culinaris*, germination, seed weight, seed diameter, seed rate.

INTRODUCCION

El tamaño de la semilla se ha reconocido por mucho tiempo como un factor determinante en el vigor de plántula, en una amplia gama de especies. En general, semillas de tamaño grande, dentro de un mismo cultivar, producen plántulas más vigorosas, lo que se traduce en una ventaja para el adecuado establecimiento de los cultivos. Sin embargo, este beneficio inicial se pierde con el tiempo como resultado de la competencia por factores del ambiente y, en la mayoría de los casos, semillas de tamaño superior no se han encontrado relacionadas con mayores rendimientos (Black, 1959).

La amplia variación existente para el tamaño de la semilla en lenteja dentro de un mismo cultivar, ya sea por efecto ambiental o cuando se le separa en sus calibres comerciales, le otorga a este factor particular importancia. Desde un punto de vista

práctico, esta variación ofrecería la posibilidad de manejar poblaciones de plantas en función del peso promedio de la semilla (Peñaloza y Molina, 1988), con el consecuente efecto en el nivel de uso y economía de este insumo. Su aplicabilidad, sin embargo, está condicionada al comportamiento agronómico de poblaciones de plantas originadas de diferentes tamaños de grano, y probablemente a las características del ambiente. Con el propósito de cuantificar esta respuesta, en el presente estudio se evaluó el efecto de tres calibres comerciales de lenteja cv. Araucana-INIA de dos orígenes, sobre la emergencia, rendimiento y calibres cosechados, en dos ambientes de contrastantes características edafoclimáticas.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en dos ambientes de la IX Región (Andisol serie Vilcún y Ultisol serie Collipulli), durante la temporada 1986/87. Se utilizó semilla del cultivar Araucana-INIA, producida la temporada 1985/86 en las localidades de Vilcún y Collipulli. La semilla se tamizó en harneros de 5, 6 y 7 mm de diámetro, generando seis tratamientos por la combinación de ambos factores. Previo a la siembra,

¹Recepción de originales: 26 de agosto de 1991.

²Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

en cada una de estas poblaciones se determinó el peso promedio del grano (humedad de campo), y el porcentaje de germinación.

Los tratamientos se dispusieron en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se utilizó parcelas experimentales de 5 hileras de 4 m de largo, separadas a 34 cm. La distancia de siembra sobre la hilera se ajustó a 3,2 cm, equivalente a una densidad de 92 semillas/m². El ensayo se estableció el 27 de junio en el Ultisol, y el 13 de agosto en el Andisol, fertilizándose con 26 kg de P y 33 kg de K, y con 44 kg de P y 41 kg de K/ha, respectivamente.

En terreno, se evaluó emergencia de plántulas, materia seca total (parte aérea) y población de plantas, 30 días después de la siembra, previo a madurez fisiológica, y a la cosecha, respectivamente. Se determinó rendimiento por superficie y por planta, peso seco de 100 granos y calibre de grano. El calibre de grano (fracciones retenidas en harneros de 5, 6 y 7 mm de diámetro) se obtuvo en un determinador mantenido en vibración constante (un min/muestra de 250 g), y se expresó como porcentaje del total de granos cosechados.

Una vez confirmada la homogeneidad de variancias, los resultados se sometieron a análisis combinado de ambientes, con ordenamiento factorial de tratamientos. Previo al análisis, las variables expresadas en porcentaje se transformaron a \sqrt{x} (germinación) y $\sqrt{x + 1/2}$ (calibres cosechados). La transformación no alteró los resultados del análisis, de manera que éstos se presentan como porcentajes. Se utilizó el programa estadístico MSTAT (Niessen, 1986).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta el nivel de significancia del ANDEVA, para las variables sobre las que se realizó análisis combinado de ambientes.

Peso del grano sembrado

El peso promedio de la semilla utilizada en el ensayo, difirió significativamente ($P < 0,01$) al comparar orígenes, siendo 20,6% superior en aquella producida en Vilcún. Las diferencias entre calibres fueron de 50,0% para Vilcún y 40,8% para Collipulli, al comparar el peso promedio de semillas tamizadas en harneros de 5 y 7 mm. Entre orígenes, las diferencias no fueron significativas ($P \geq 0,05$) en la fracción 5 mm, siendo 7,1 y 16,0% superiores en los calibres 6 y 7 mm, respectivamente, para semillas producidas en Vilcún. Estas diferencias en peso del grano se tradujeron en dosis de semilla que fluctuaron entre 40,7 y 81,2 kg/ha, al comparar los calibre 5 y 7 mm, respectivamente (Cuadro 2).

Germinación y emergencia

No se observaron diferencias en germinación entre semillas de diferente origen para un mismo diámetro, o entre diámetros, en pruebas de laboratorio. En condiciones de campo, con adecuada humedad de suelo, la emergencia de plántulas se redujo sostenidamente al disminuir el diámetro de la semilla, independiente de su origen. Al comparar ambientes para cada clase, la emergencia de plántulas provenientes de granos de diámetro 5 mm fue inferior en el Ultisol, provocando interacción tipo de suelo x diámetro

CUADRO 1. Significancia de los Cuadrados Medios para plantas emergidas/m² (1), plantas cosechadas/m² (2), rendimiento/superficie (3), rendimiento/planta (4), materia seca/planta (5), peso de 100 granos (6), y calibres cosechados 5 mm (7), 6 mm (8) y 7 mm (9)

TABLE 1. Mean Square significance for seedling emergency/m² (1), harvested plants/m² (2), seed yield (3), seed yield/plant (4), dry matter/plant (5), 100-seed weight (6), and 5 mm (7), 6 mm (8) and 7 mm (9) seed size harvested

Fuente de variación	Grados de libertad	Variables								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ambiente (A)	1	**	**	**	**	**	**	*	**	**
Origen (O)	1	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
O x A	1	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Calibre sembrado (S)	2	**	**	**	N.S.	N.S.	**	**	N.S.	**
A x S	2	**	*	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
O x S	2	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
A x O x S	2	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C.V. (%)		2,1	3,3	5,6	5,9	12,5	3,3	8,9	4,8	14,1

*Significativo al 1% de probabilidad; **Significativo al 5% de probabilidad; N.S.: No Significativo.

CUADRO 2. Paso de 100 granos (g) de semilla de dos orígenes, y tamizadas en harneros de 5, 6 y 7 mm de diámetro. Entre paréntesis se presentan las dosis de semilla (kg/ha) equivalentes para una densidad de 92 semillas/m²

TABLE 2. One-hundred seed weight (g) of seeds from two origins and graded into 5, 6 and 7 mm diameter sieves. Equivalent seed rates (kg/ha) for a sowing density of 92 seed/m² are shown between brackets

Origen de la semilla	Peso promedio origen ¹	Diámetro de la semilla ²		
		5 mm	6 mm	7 mm
Vilcún	8,20	4,42 (40,7)	7,05 (64,8)	8,83 (81,2)
Collipulli	6,80	4,50 (41,4)	6,58 (60,5)	7,61 (70,0)

¹Humedad del grano a la siembra: Vilcún = 12,3%. Collipulli = 11,7%.

²D.M.S. (0,05) para la interacción: 0,084.

sebrado. Esta misma tendencia caracterizó a la población de plantas a cosecha (Cuadro 3).

Rendimiento

El origen de la semilla no afectó el rendimiento por superficie, observándose interacción ambiente x diámetro de la semilla para esta variable. Mientras en el Ultisol el rendimiento se incrementó sostenidamente con el aumento en el tamaño de la semilla, las diferencias no fueron significativas en el Andisol. Este mismo tipo de interacción se observó para el rendimiento por planta, de tal forma que, mientras esta variable no se alteró en el Andisol, se redujo significativamente con la disminución del tamaño de la semilla en el Ultisol (Cuadro 4).

Materia seca

No se observaron diferencias en la materia seca al comparar calibres sembrados u orígenes de la semilla, y sólo el efecto del ambiente fue significativo. En promedio, la materia seca producida fue de 6,6 y 4,0 g por planta, en el Andisol y Ultisol, respectivamente.

Peso y calibre de grano cosechado

Sólo el ambiente y el tamaño de la semilla afectaron el peso del grano cosechado. En promedio, 6,51 y 6,21 g/100 granos caracterizaron a aquellos producidos en el Andisol y Ultisol, respectivamente. Independiente del origen y ambiente, el

CUADRO 3. Efecto del diámetro de la semilla sobre la germinación, emergencia y plantas a cosecha

TABLE 3. Effect of seed diameter on germination, seedling emergency and harvested plants

Ambientes	Diámetro de la semilla		
	5 mm	6 mm	7 mm
Germinación (porcentaje) ¹			
Andisol	97,3	97,5	98,6
Ultisol	98,0	98,6	97,8
Emergencia (plántulas/m ²) ²			
Andisol	83,0	85,2	88,6
Ultisol	78,7	84,4	88,3
Población a cosecha (plantas/m ²) ²			
Andisol	82,2	84,7	88,4
Ultisol	78,1	83,9	86,6

¹Efecto promedio e interacciones no significativas.

²Densidad de siembra: 92 semillas/m².

D.M.S. (0,05) para las interacciones: emergencia = 1,8; población a cosecha = 2,7.

CUADRO 4. Efecto del diámetro de la semilla sobre el rendimiento por superficie y rendimiento por planta

TABLE 4. Effect of seed diameter on seed yield per area and seed yield per plant

Ambiente	Diámetro de la semilla		
	5 mm	6 mm	7 mm
Rendimiento/superficie (kg/ha) ¹			
Andisol	2.158	2.281	2.282
Ultisol	1.147	1.279	1.422
Rendimiento/planta (g) ²			
Andisol	2,63	2,69	2,59
Ultisol	1,48	1,54	1,65

¹D.M.S. (0,05) para la interacción = 130.

²D.M.S. (0,05) para la interacción = 0,13.

peso del grano cosechado se incrementó 4,8%, al aumentar el diámetro de la semilla desde 5 a 7 mm (Cuadro 5).

En promedio de ambientes, la proporción de calibre 5 mm cosechado se redujo al aumentar el diámetro de la semilla, observándose la tendencia opuesta

CUADRO 5. Efecto promedio del diámetro de la semilla sobre el peso seco de grano y la fracción de calibres cosechados

TABLE 5. Mean effect of seed diameter on seed dry weight and seed size harvested

Diámetro de la semilla	Peso grano cosechado (g/100)	Calibres cosechados (%)		
		5 mm	6 mm	7 mm
5 mm	6,22	8,91	68,19	22,19
6 mm	6,34	5,31	68,61	26,76
7 mm	6,52	4,88	66,51	28,20
D.M.S. (0,05)	0,19	0,90	N.S.	2,59

en la fracción 7 mm. Las diferencias no fueron significativas en la fracción 6 mm (Cuadro 5). Del mismo modo que en otras variables, el origen de la semilla no afectó la proporción de calibres cosechados.

DISCUSION

La ausencia de efecto origen de la semilla sobre todos los parámetros evaluados está de acuerdo con lo observado por Kant (1986) en arveja, y confirma la alta estabilidad genética del carácter peso del grano, cuya heredabilidad en lenteja, en el sentido amplio, se ha estimado entre 80% (Muehlbauer, 1974) y 94% (Nandan y Pandya, 1980). Para un ambiente en particular, estos resultados sustentan la posibilidad de utilización de semillas de diverso origen, caracterizadas por contrastante peso promedio en el presente estudio, con efectos sobre el comportamiento agronómico o comercial del cultivo asociados al calibre que se utilice, y al ambiente de producción.

Semillas de 5, 6 ó 7 mm de diámetro no difirieron en su capacidad de germinación, confirmando resultados previamente informados en lenteja (Agrawal, 1982; Wilhelm, 1983). La importancia del calibre sembrado, sin embargo, fue evidente en condiciones de campo, poniendo de manifiesto la desventaja de semillas de reducido tamaño sobre el establecimiento del cultivo. Esto último, particularmente notorio para el calibre 5 mm en el Ultisol, pudo estar asociado con una mayor resistencia del suelo a la emergencia de plántulas originadas de semilla pequeña, de acuerdo con las observaciones de Longer, Lorenz y Cothren (1986) en soya.

La ausencia de diferencias significativas en el rendimiento entre siembras con granos de 5, 6 ó 7 mm de diámetro en el Andisol, se atribuye a la neutralización del mayor vigor inicial que normalmente caracteriza a semillas de gran tamaño.

Este comportamiento está de acuerdo con lo observado en otras especies (Mayor, 1977; Johnson y Luedders, 1974; Saxena, Narayanan y Sheldrake, 1981; Kant, 1986), caracterizando al tipo de situación en la cual la ventaja del mayor vigor inicial se pierde con el tiempo, como consecuencia de la intensificación en la competencia por factores del ambiente, a medida que la planta aumenta de tamaño (Black, 1959).

Si se considera al rendimiento promedio y la materia seca por planta como una medida de la productividad del ambiente, lo observado en el Ultisol representa la respuesta de una condición restrictiva, en la que plantas originadas de semilla pequeña fueron incapaces de recuperarse de su menor vigor inicial. Esto se fundamenta en el bajo rendimiento por planta que las caracterizó (no obstante la significativa reducción en la población a cosecha), respuesta contraria al comportamiento de esta variable cuando se reduce la competencia (Peñaloza, 1986).

Sobre la base de los rendimientos obtenidos, lo anterior sugeriría las ventajas de una potencial utilización del calibre 5 mm como semilla, al menos en ambientes sin restricciones. Semillas de menor tamaño, sin embargo, pueden eventualmente constituirse en fuente importante de diseminación de *Ascochyta lentis* (Guerrero, 1988), antecedente que, unido a la menor capacidad de emergencia, no aconsejan su utilización con este propósito, particularmente en suelos de texturas pesadas.

Experiencias realizadas con otros cultivares chilenos de origen masal, concluyen en la conveniencia de utilizar semillas de mayor diámetro, si se desea obtener producciones con mayor proporción de calibres superiores (Krarup, 1983; Paredes y otros, 1987). De acuerdo con los resultados del presente estudio, el avance que se puede lograr por esta vía en Araucana-INIA, no es de magnitud comparable a los informados para otros cultivares, que justifique discriminaciones entre los calibres 6 y 7 mm. Probablemente, la consistente selección por calibres a que se ha sometido Araucana-INIA desde su liberación (Tay, Paredes y Kramm, 1981), ha contribuido a una mayor estabilidad en este carácter. Otra evidencia en este sentido, la constituye el reducido margen de variación observado en el peso promedio del grano cosechado por efecto del calibre sembrado, significativamente inferior a la informada por Paredes y otros (1987) para el cv. Constitución.

Entre los factores analizados, la ausencia de efecto origen de la semilla sobre las variables cuantificadas sugiere la conveniencia de evaluar su aplicabilidad,

considerando la significativa influencia ambiental que caracteriza al peso del grano en la lenteja chilena. De acuerdo con estudios realizados durante dos temporadas en la IX Región (Peñalosa y Levío, no publicado), este carácter fluctuó entre 6,4 y 8,3 g/100 granos, dependiendo del origen, o ambiente

de producción. Consecuentemente, la alternativa de utilizar semilla de menor peso promedio, eventualmente, en cualquier ambiente, parece interesante, si se considera su impacto en la reducción de la dosis de semilla, uno de los insumos de mayor costo en la producción de lenteja en el país.

RESUMEN

La lenteja chilena (*Lens culinaris* Medik.) presenta una amplia variación en tamaño de semilla dentro de una mismo cultivar debido a efectos ambientales, como cuando se le selecciona en sus calibres comerciales. Con el propósito de evaluar la influencia del tamaño del grano sobre el comportamiento del cultivo, semillas del cv. Araucana-INIA de dos orígenes, de peso promedio 6,8 y 8,2 g/100 granos, se clasificaron en 3 tamaños de acuerdo a su diámetro (5, 6 y 7 mm), y se sembraron a una densidad de 92 semillas/m², en dos ambientes de contrastante productividad de la IX Región, Chile. El origen de la semilla no tuvo efecto significativo en ninguno de los parámetros evaluados. No se observaron diferencias en germinación al comparar diámetros, en tanto que la emergencia de plántulas se redujo con la reducción en el tamaño

de la semilla. El tamaño de la semilla no afectó el rendimiento en el ambiente de mayor productividad (promedio 2.282 kg/ha), mientras que éste se redujo desde 1.422 (7 mm) a 1.183 kg/ha (5 mm) en el ambiente restrictivo. En promedio de ambientes, semillas de 5, 6 y 7 mm produjeron 8,9, 5,3 y 4,9% de la fracción 5 mm cosechada, y 22,2, 26,7 y 28,2% de la fracción 7 mm, respectivamente, en tanto que el calibre 6 mm no fue afectado. De acuerdo con los resultados, el tamaño de la semilla tendría escaso valor práctico bajo condiciones adecuadas de crecimiento, pudiendo adquirir importancia agronómica en ambientes restrictivos.

Palabras claves: *Lens culinaris*, germinación, peso de semilla, diámetro de semilla, dosis de semilla.

LITERATURA CITADA

- AGRAWAL, P.K. 1982. The effect of seed size on germination, vigour and field emergence of lentil. *Lens Newsletter* 9: 28-29.
- BLACK, J.N. 1959. Seed size in herbage legumes. *Herbage Abstracts* 29(4): 235-251.
- GUERRERO C., JAIME. 1988. Incidencia y distribución de *Ascochyta lentis* en semillas de lenteja Araucana-INIA. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 7(3): 11-12.
- JOHNSON, D.R. and LUEDDERS, V.D. 1974. Effect of planted seed size on emergence and yield of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). *Agronomy Journal* 66: 117-118.
- KANT, K. 1986. Effect of location and grading on emergence and subsequent plant performance in pea (*Pisum sativum*). *Seed Research* 14: 102-110.
- KRARUP, H.A. 1983. Efecto del diámetro de la semilla de lenteja (*Lens culinaris* Medik) sobre los rendimientos expresados en porcentaje de diferentes calibres. *Agro Sur* 11: 57-60.
- LONGER, D.E., LORENZ, E.J. and COTHREN, J.T. 1986. The influence of seed size on soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) emergence under simulated soil crust conditions. *Field Crop Research* 14: 371-375.
- MAYOR, D.J. 1977. Influence of seed size on yield and yield components of Rape. *Agronomy Journal* 69: 541-543.
- MUEHLBAUER, F.J. 1974. Seed yield components in lentils. *Crop Science* 14: 403-406.
- NANDAN, R. and PANDYA, B.P. 1980. Correlation, path coefficient and selection indices in lentil. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 40: 399-404.
- NIESSEN, O. 1986. MSTAT Version 4.00/EM. Michigan State University. Dept. of Crop and Soil Science.
- PAREDES C., MARIO, TAY U., JUAN, BERTIN A., PEDRO y PARRA R., CECILIA. 1987. Efecto del calibre de grano sobre el rendimiento y otras características agronómicas en lenteja. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilmapu* 31: 30-33.

- PEÑALOZA H., ENRIQUE. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en lenteja (*Lens culinaris* Medik.). Agricultura Técnica (Chile) 46: 231-236.
- PEÑALOZA H., ENRIQUE y MOLINA B., ALONSO. 1988. Calibre de semilla en lenteja y su relación con la dosis de siembra. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 7(3): 9-10.
- SAXENA, N.P., NARAYANAN, A. and SHELDRAKE, A.R. 1981. Effect of seed-grading on the yield of chickpea and pigeonpea. Indian Journal of Agricultural Science 51: 699-702.
- TAY U., JUAN, PAREDES C., MARIO y KRAMM M., VICTOR. 1981. Araucana-INIA, variedad de lenteja de grano grande. Agricultura Técnica (Chile) 41: 170.
- WILHELM K., GERARDO. 1983. Relaciones entre germinación, emergencia y conductividad eléctrica en semillas de lenteja (*Lens culinaris* Med.) de diferentes años y calibres. Univ. Austral de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias. 43 p.