

PERDIDAS DE RENDIMIENTO PROVOCADAS POR TENEDURA EN LENTEJA (*Lens culinaris* MEDIK.), CV. ARAUCANA-INIA¹

Seed yield losses caused by lodging in lentil (*Lens culinaris* Medik.), cv. Araucana-INIA

Enrique Peñaloza H.², Juan Levío C.² y Jaime Guerrero C.³

SUMMARY

Lodging is a common phenomenon in lentil (*Lens culinaris* Medik.) particularly in highly productive environments, and has been shown to reduce yield on artificially induced lodging studies. To quantify its effect under natural conditions, plants maintained in upright position to prevent lodging were compared with undisturbed ones at three densities (44, 66 and 88 plants/m²). The study was conducted in two environments of contrasting productivity of the IX Región, Chile, during the 1986/87, 1987/88 and 1988/89 seasons.

The density x lodging treatments interaction was not significant for seed yield and any other parameter in both environments. The crop experienced lodging in the less productive environment only when biomass exceeded 4 ton/ha (1986/87); it occurred close to R₇ growth stage (physiological maturity) induced by rains, with seed yield not being affected. Lodging was observed during the three seasons in the highly productive environment (average biomass of 6.6 ton/ha), between R₂ (full bloom) and R₅ (full seeds on basal nodes). It was induced by rains, causing 9.2 and 7.8% seed yield reduction in 1986/87 and 1988/89, respectively. Seed yield was unaffected by lodging on 1987/88, when it occurs early (R₂) in the reproductive stage.

It was concluded that susceptibility to lodging is associated with the environment, and that seed yield losses depend on the time of occurrence, as well as on the plant ability to restore its erect growth, with effects being independent from plant population.

Key words: *Lens culinaris*, lodging, plant population, yield components, dry matter, grain quality.

INTRODUCCION

La lenteja es una planta herbácea caracterizada morfológicamente por un tallo principal entre 2 a 4 mm de diámetro, y ramas laterales, sobre las cuales se concentra la mayor proporción de su rendimiento. Estas características predisponen a la planta a tendadura, particularmente en ambientes altamente productivos, o en aquellos que favorecen una excesiva fitomasa. El valle central de la IX Región se puede considerar representativo de este tipo de ambientes, en donde la tendadura normalmente constituye un problema de magnitud.

Entre sus efectos, la tendadura puede provocar pérdidas de rendimiento, ya sea directamente interfiriendo con la acumulación de materia seca, o indirectamente inponiendo dificultades en la cosecha (Pinthus, 1973). Sus efectos directos se han

cuantificado en varios cultivos, con pérdidas de rendimiento asociadas al período de ocurrencia (Mulder, 1954; Woods y Swearingin, 1977; Noor y Caviness, 1980; Cooper, 1971 a), y a interacciones con la población de plantas (Weber, Shibles y Byth, 1966; Cooper, 1971 b; Pullan y Hebblethwaite, 1990).

En lenteja, la tendadura normalmente se ha asociado con problemas en la mecanización de la cosecha (Papazian, 1983; Erskine y Goodrich, 1988), restándosele importancia a sus efectos directos sobre el rendimiento. Dos temporadas de ensayo bajo condiciones de tendadura artificialmente inducida, demostraron que el fenómeno puede reducir el rendimiento *per se* (Peñaloza y Mera, 1988), independiente de las pérdidas que pudieran ocurrir cuando se utilizan métodos de cosecha mecanizada. Continuando con esta línea de investigación, en el presente trabajo se cuantificó las pérdidas provocadas por tendadura natural y su probable interacción con la población de plantas, en dos ambientes del sur del país de contrastante productividad.

¹Recepción de originales: 12 de diciembre de 1991.

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

³Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Carillanca-INIA (valle central, suelo Andisol, serie Vilcún) y en la localidad de Collipulli (secano interior, suelo Ultisol, serie Collipulli), IX Región, durante las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89. Los tratamientos consistieron en plantas mantenidas en condiciones naturales (con tendadura) y soportadas artificialmente en posición erecta (sin tendadura), combinadas con tres poblaciones (44, 66 y 88 plantas/m²), obtenidas mediante raleo posterior a la emergencia. Estos seis tratamientos se dispusieron en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

Las parcelas experimentales correspondieron a 5 hileras de 4 m de largo, separadas a 0,34 m. En las tres temporadas, las siembras se realizaron a fines de mayo, en Collipulli, y la segunda semana de agosto, en Carillanca. Se fertilizó con fósforo y potasio de acuerdo al contenido de estos nutrientes en el suelo, no utilizándose nitrógeno ni inoculantes, debido a la adecuada nodulación natural que caracteriza a los suelos donde se realizaron los ensayos.

Los tratamientos sin tendadura se soportaron artificialmente por medio de tres pares de cuerdas extendidas horizontalmente a ambos lados de cada hilera de plantas. Cada par de cuerdas se separó aproximadamente 30 cm entre sí, con el propósito de no alterar el crecimiento normal de las plantas. Los tratamientos con tendadura se mantuvieron en condiciones naturales hasta la cosecha.

Al estado de madurez fisiológica, se muestreó 0,5 m² en cada parcela para determinar materia seca total (parte aérea). El rendimiento y componentes del rendimiento se obtuvo de las tres hileras centrales, evaluándose estos últimos en una muestra de plantas contenidas en 0,5 m de longitud. Sobre esta muestra, se analizaron las variaciones en el patrón de ramificación, cuantificándose el número de ramas primarias y secundarias (incluidas las terciarias), efectivas por planta, y su productividad. Estas variables se presentan y discuten sólo para el ambiente donde los efectos de la tendadura sobre el rendimiento fueron significativos ($P \leq 0,05$).

Con el propósito de determinar el efecto de los tratamientos sobre la calidad comercial del grano, se evaluó el calibre y la proporción de grano manchado. El calibre de grano (fracción 7 mm) 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. Esta muestra se utilizó para determinar la proporción

de grano manchado, distinguiéndose entre aquel provocado por patógenos contaminantes (*Ascochyta lentis*), o por humedad.

La tendadura se evaluó en una escala 1 a 5, considerando la proporción de plantas tendidas en ángulo inferior a 45 grados (1 = 0%, 2 = entre 1 y 25%, 3 = entre 26 y 50%, 4 = entre 51 y 75%, y 5 = mayor a 75%). Las evaluaciones se realizaron al momento de ocurrencia de tendadura, y a la cosecha. Los estados reproductivos de la lenteja se identificaron de acuerdo a la escala propuesta por Erskine, Muehlbauer y Short (1990).

Una vez confirmada la homogeneidad de variancias, los resultados se sometieron a análisis combinado de temporadas para cada ambiente, con ordenamiento factorial de los tratamientos. Cuando correspondió, los resultados expresados en porcentaje se transformaron a $\arcsen \sqrt{x}$ previo al análisis. Se utilizó el programa estadístico MSTAT (Niessen, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los efectos de la tendadura fueron independientes de la densidad de plantas en toda las variables analizadas, con significancia marcadamente influenciada por el ambiente (Cuadro 1). Consecuentemente, los resultados se presentan separados por localidad, considerando en la discusión solamente aquellos en que el efecto de la tendadura, o de sus interacciones, fueron significativos.

Collipulli

Sólo en la temporada 1986/87 se observó tendadura de plantas en esta localidad. La tendadura ocurrió entre R₆ (llenado de grano en vainas centrales) y R₇ (madurez fisiológica), afectó al 100% de las plantas sin soportes, y se asoció con intensas precipitaciones ocurridas durante las fases finales del período reproductivo del cultivo, poco frecuentes en este ambiente. De acuerdo con la escala utilizada, la nota de tendadura correspondió a 5, en evaluaciones realizadas a la cosecha, en contraste con la ausencia de tendadura que caracterizó a las temporadas 1987/88 y 1988/89.

El rendimiento promedio de este ambiente (1.461 kg/ha) permite caracterizarlo como de baja productividad, afectándose el cultivo por tendadura solamente cuando la fitomasa superó las 4,0 ton/ha (1986/87), situación poco frecuente para las condiciones del secano interior. Las fluctuaciones significativas en el rendimiento estuvieron asociadas sólo a cambios en la densidad de plantas,

CUADRO 1. Significancia de los Cuadrados Medios para rendimiento (1), materia seca (2), granos/m² (3), peso de 100 granos (4), granos/vaina (5), porcentaje de calibre 7 mm (6), y porcentaje de grano manchado (7)

TABLE 1. Mean Square significance for seed yield (1), dry matter (2), seeds/m² (3), 100-seed weight (4), seeds/pod (5), 7 mm seed size fraction (6) and moldy seeds fraction (7)

	Carillanca							Collipulli						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Año (A)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tenedura (T)	*	*	*	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
AxT	**	*	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**
Densidad (D)	**	**	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	**	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.
AxD	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.
TxD	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
AxTxD	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C.V. (%)	8,5	11,2	17,4	4,1	3,3	13,5	37,8	9,2	13,5	16,7	2,8	0,6	10,7	27,0

** , * : Significativo al 1 y 5%, respectivamente; N.S.: no significativo.

incrementándose sostenidamente el rendimiento promedio desde 1.364 a 1.573 kg/ha, al aumentar la población desde 44 a 88 plantas/m², respectivamente (datos no presentados). Para cada par de observaciones, el rendimiento y la materia seca mostraron una tendencia similar, obteniéndose una relación directa al correlacionar ambas variables (Figura 1). Asociando esta relación a la ocurrencia del fenómeno, cultivos con fitomasa superior a 4,0 ton/ha se afectaron por tendadura en este ambiente, en presencia de precipitaciones suficientes para favorecer su incidencia.

No obstante su intensidad en 1986/87, la tendadura no afectó el comportamiento agronómico del cultivo (Cuadro 2), debido al avanzado estado fenológico

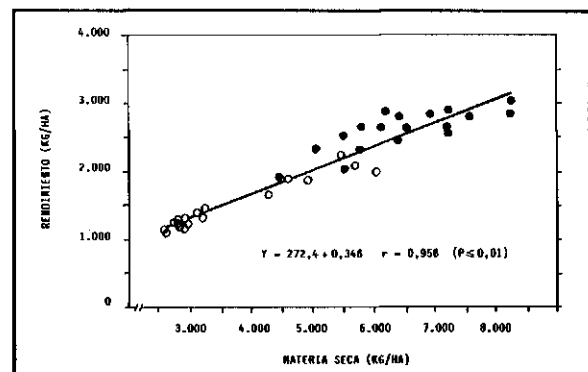


FIGURA 1. Relación entre materia seca y rendimiento en Collipulli (o) y en la Estación Experimental Carillanca (•). Cada círculo representa el promedio de 4 observaciones.

FIGURE 1. Relationship between dry matter and seed yield at Collipulli (o) and Estación Experimental Carillanca (•). Each circle represent the mean of four observations.

en el momento de su ocurrencia. Esta situación particular, unido a la ausencia de tendadura en las temporadas siguientes, refleja una condición general del secano interior de la IX Región, donde la tendadura de plantas normalmente no representa un problema de magnitud. Probablemente, la textura arcillosa que caracteriza a los Ultisoles permitirá un mejor anclaje de la planta en el suelo, lo que, unido a una comparativa menor fitomasa y a una baja probabilidad de precipitaciones durante la etapa reproductiva (Rouanet, 1983a), contribuirían a prevenir, o reducir, la magnitud del fenómeno en este ambiente.

El único efecto significativo de la tendadura en Collipulli fue sobre la proporción de grano manchado, que aumentó significativamente en plantas tendidas durante 1986/87 (Cuadro 3). El análisis fitopatológico de las muestras no detectó la presencia de patógenos contaminantes, atribuyéndose su mayor incidencia principalmente al efecto directo del contacto de vainas con la superficie húmeda del suelo.

Carillanca

Durante las tres temporadas de estudio se observó tendadura de plantas en este ambiente. Del mismo modo que en Collipulli, el fenómeno fue inducido por precipitaciones, y afectó prácticamente al 100% de las plantas sin soportes. En todos los casos, la proporción de plantas tendidas fluctuó entre 95 y 100% a la cosecha, con intensidad similar en las tres poblaciones de plantas. Consecuentemente, todos los tratamientos con tendadura se evaluaron con nota 5, de acuerdo a la escala utilizada para este propósito.

CUADRO 2. Efecto promedio de los tratamientos de tendadura sobre el rendimiento, granos/m², y materia seca**TABLE 2. Mean effect of lodging treatments on seed yield, seeds/m², and dry matter**

Tratamientos de tendadura	Carillanca ¹			Collipulli ²		
	1986/87	1987/88	1988/89	1986/87	1987/88	1989/89
Rendimiento (kg/ha)						
Con tendadura	2.354	2.909	2.411	1.848	1.338	1.207
Sin tendadura	2.591	2.769	2.616	1.919	1.269	1.192
Granos/m² (N^o)						
Con tendadura	3.502	3.595	3.412	3.005	1.900	1.922
Sin tendadura	4.341	3.444	3.722	2.853	2.012	1.970
Materia seca (kg/ha)						
Con tendadura	5.775	7.930	6.501	4.860	2.990	2.991
Sin tendadura	5.836	7.015	6.296	5.190	2.920	2.840

¹D.M.S. ($P \leq 0,05$) para las interacciones: rendimiento = 182, granos/m² = 515, materia seca = 602.

²Efecto de tratamientos de tendadura e interacciones no significativas ($P \geq 0,05$).

CUADRO 3. Efecto promedio de los tratamientos de tendadura sobre la proporción de grano manchado (expresado como porcentaje del total de granos cosechados), en Collipulli**TABLE 4. Mean effect of lodging treatments on moldy seeds fraction (expressed as percentage of total seeds harvested), at Collipulli**

Tratamientos de tendadura	Temporadas ¹		
	1986/87	1987/88	1988/89
Con tendadura	11,60	1,86	0,95
Sin tendadura	6,73	1,97	1,12

¹D.M.S. ($P \leq 0,05$) para la interacción = 2,98.

La tendadura ocurrió entre R₃ (inicio formación de vainas inferiores) y R₄ (inicio llenado de grano en vainas inferiores) durante la temporada 1986/87. La severidad de las precipitaciones que la provocaron causaron disrupción total en la arquitectura de las plantas, las que permanecieron tendidas hasta la cosecha. En la temporada siguiente, el fenómeno se inició en R₂ (plena floración) inducido por 20 mm de precipitación, con recuperación parcial de las plantas, para tenderse definitivamente en R₃, condición favorecida por precipitaciones distribuidas regularmente posterior a su incidencia. La tendadura ocurrió entre R₄ y R₅ (granos inferiores formados) durante 1988/89, inducida por 15 mm de

precipitación, sin recuperación de plantas (Figura 2). Desde un punto de vista mecánico, el momento de ocurrencia de tendadura sugiere que las fuerzas externas responsables correspondieron principalmente a las precipitaciones, que debilitaron el anclaje de la planta en el suelo, y al peso de éstas incrementado por la cantidad de agua sobre su área foliar.

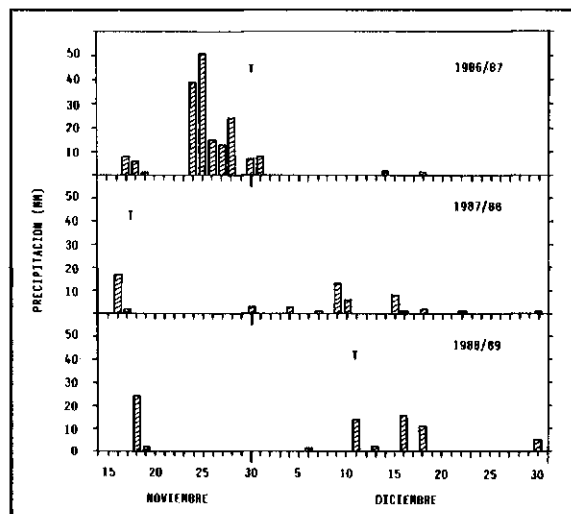


FIGURA 2. Distribución de precipitaciones durante la etapa reproductiva y ocurrencia de tendadura (T) en la Estación Experimental Carillanca.

FIGURE 2. Rainfall distribution through the reproductive stage and time of lodging (T) at Estación Experimental Carillanca.

Las pérdidas de rendimiento atribuidas a tendedura fueron de 9,2% en 1986/87 y de 7,8% en 1988/89, ambas significativas (Cuadro 2). La magnitud de estas pérdidas es inferior a las observadas en estudios de tendedura artificial realizados por Peñaloza y Mera (1988) en este mismo ambiente, confirmando lo expresado por estos autores, en el sentido que los efectos de tendedura natural de plantas sobre el rendimiento en lenteja, son menos severos que cuando ésta se induce artificialmente.

En función de sus componentes primarios, las pérdidas de rendimiento se explicaron por reducción del número de granos/superficie durante 1986/87 (Cuadro 2), y, probablemente, por un efecto aditivo durante 1988/89, en consideración a la ausencia de diferencias significativas en el comportamiento individual de ellos. Estos resultados concuerdan sólo parcialmente con lo informado en condiciones de tendedura inducida por Peñaloza y Mera (1988), donde, independiente del período de ocurrencia, el peso del grano se vió consistentemente afectado por la tendedura, probablemente, como consecuencia del estrés adicional al que se sometieron las plantas.

Entre las variables asociadas al rendimiento comercial, la tendedura alteró significativamente sólo el calibre de grano en esta localidad, reduciéndose la fracción 7 mm desde 45,8 a 42,7% en plantas tendidas, comparado con aquellas artificialmente soportadas. La ausencia de efecto sobre la proporción de grano manchado, se atribuye a la reorientación del crecimiento que se observó

en ramas postradas posterior a la ocurrencia de tendedura, reduciéndose el contacto de vainas con la superficie húmeda del suelo. Esto sugiere que los efectos de la tendedura sobre la presentación comercial del grano, pueden ser de magnitud sólo cuando ésta ocurre en períodos fenológicos cercanos a cosecha, en condiciones de suelo húmedo, característico de lo observado durante 1986/87 en Collipulli.

La magnitud de la tendedura de plantas, y su consistente ocurrencia a través de las temporadas, confirman a este fenómeno como un problema de producción generalizado en el valle central de la IX Región. Las características climáticas de esta área (Rouanet, 1983 b), contribuyen a la producción normalmente excesiva de fitomasa, lo que, unido a las frecuentes precipitaciones que ocurren durante la etapa reproductiva, favorecen la susceptibilidad del cultivo a tendedura. Su incidencia, sin embargo, no necesariamente estuvo asociada con reducción en el rendimiento, debido a compensaciones que ocurrieron en su sistema de ramificación.

De acuerdo con el análisis productivo, según tipos de rama (Cuadro 4), las pérdidas provocadas por tendedura se localizaron principalmente en ramas secundarias. La participación de ramas primarias pareció estar asociada con la severidad del fenómeno, de tal forma que ellas contribuyen a la reducción del rendimiento sólo en condiciones extremas de tendedura, como lo observado durante 1986/87. La pérdida de dominancia apical parece ser la característica morfológica más evidente en

CUADRO 4. Efecto promedio de los tratamientos de tendedura sobre el número y productividad de ramas primarias y secundarias, en la Estación Experimental Carillanca

TABLE 4. Mean effect of lodging treatments on number and productivity of primary and secondary branches at Estación Experimental Carillanca

Tratamientos de tendedura	Ramas/planta (Nº) ¹			Productividad (g/rama) ²		
	1986/87	1987/88	1988/89	1986/87	1987/88	1989/89
Ramas primarias						
Con tendedura	2,28	2,81	2,84	0,46	0,44	0,66
Sin tendedura	2,23	3,33	2,80	0,59	0,43	0,72
Ramas secundarias						
Con tendedura	7,37	8,23	7,92	0,33	0,32	0,35
Sin tendedura	7,45	8,52	7,67	0,39	0,25	0,41

¹ D.M.S. (P ≤ 0,05) para la interacción: ramas primarias = 0,28; ramas secundarias = N.S.

² D.M.S. (P ≤ 0,05) para la interacción: ramas primarias = 0,07; ramas secundarias = 0,05.

este tipo de ramas en respuesta a la tendadura, reflejado en la significativa reducción de su productividad.

Evidencias que sustentan la importancia de eventos compensatorios en plantas tendidas, se presentaron durante 1987/88, temporada en la cual la ausencia de diferencias en el rendimiento entre tratamientos de tendadura, se explicaron por la mayor productividad de ramas secundarias, lo que permitió contrarrestar la menor cantidad de ramas primarias efectivas producidas por planta (Cuadro 4). Plantas tendidas tempranamente crearon un efecto de cobertura sobre el suelo, probablemente suficiente para reducir la pérdida de humedad, situación que permitiría explicar el comportamiento productivo de ramas tardías, así como el aumento en la fitomasa del cultivo durante esta temporada (Cuadro 2), comparado con plantas en posición erecta. Estos resultados sugieren que los efectos de la tendadura sobre el rendimiento, no serían significativos cuando ésta ocurre temprano en la etapa reproductiva, o durante fases de activo crecimiento (Pinthus, 1973), pudiendo, eventualmente, considerarse como un fenómeno reversible. Probablemente, el hábito indeterminado de crecimiento que caracteriza a la lenteja favoreció la recuperación de plantas desde su posición postrada, permitiéndoles compensar las pérdidas que pudo provocar la tendadura, cuando su ocurrencia no es inducida por precipitaciones de magnitud.

Durante 1988/89, las plantas tendidas fueron incapaces de recuperarse de esta condición, debido a su ocurrencia relativamente tardía durante la fase reproductiva, cuando gran proporción de su rendimiento estaba determinado. Resulta interesante destacar el hecho que, no obstante la ocurrencia de precipitaciones en el mismo período, incluso de mayor magnitud que las observadas durante 1987/88, éstas no provocaron tendadura del cultivo. Si se considera que la velocidad del viento durante este período fue similar en ambas temporadas (inferior a 3,5 km/hr), lo anterior confirma la necesidad de cierta cantidad de fitomasa como condición para la inducción del fenómeno, probablemente insuficiente al 18 de noviembre de 1988 (Figura 2).

Del mismo modo que en Collipulli, las fluctuaciones en la materia seca se correlacionaron directamente con los rendimientos (Figura 1). La asociación entre fitomasa y ocurrencia de tendadura es consistente con lo observado en Collipulli, reafirmando que, en presencia de precipitaciones inductoras del fenómeno, cultivos con fitomasa superior a 4,0 ton/ha pueden ser afectados por tendadura, en algún momento de la etapa reproductiva. Erskine y

Goodrich (1988) informan de incidencia de tendadura en ambientes con fitomasa promedio de 3,1 y 3,7 ton/ha, comparado con ausencia del fenómeno en un ambiente más restrictivo (1,5 ton/ha). Aun cuando parece existir consenso en relación a la necesidad de cierta cantidad de fitomasa, como condición para la ocurrencia de tendadura, los resultados ciertamente difieren al comparar estos dos estudios, sugiriendo que las fuerzas externas responsables del fenómeno (vientos, lluvia, o combinación de ambos), son probablemente de mayor trascendencia que una cantidad determinada de fitomasa acumulada.

Experiencias en otras leguminosas, informan significativos efectos de la densidad sobre la incidencia de tendadura y las pérdidas de rendimiento (Weber, Shibles y Byth, 1966; Cooper, 1971 b; Pullan y Hebblethwaite, 1990), sugiriendo la importancia de bajas poblaciones de plantas en orden a reducir los efectos de la tendadura. La ausencia de interacción densidad x tendadura, en todas las variables analizadas, indica que, cuando ocurre, los efectos de la tendadura en lenteja son independientes de la población de plantas dentro del rango evaluado, que cubre prácticamente todo el espectro de densidades posibles de encontrar en cultivos comerciales de lenteja en Chile. Interacción densidad x tendadura sería esperable en densidades excesivamente altas (superiores a 200 plantas/m²), de acuerdo a lo observado en estudios realizados utilizando amplios rangos de población (Peñaloza y Mera, 1986).

El reconocimiento de la tendadura de plantas como un problema de producción, tradicionalmente se ha asociado con problemas en la mecanización del cultivo, considerándose como pérdidas sólo aquellas que pueden ocurrir como consecuencia de la utilización de procedimientos de cosecha directa (Papazian, 1983; Erskine y Goodrich, 1988). Aun cuando de magnitud inferior a lo informado en otras leguminosas (Johnston y Pendleton, 1968; Cooper, 1971 b), los resultados obtenidos demuestran que la tendadura puede provocar pérdidas en rendimiento *per se*, en ambientes productivos, como los observados durante dos temporadas en Carillanca. Es interesante considerar, sin embargo, que el fenómeno puede no distribuirse uniformemente en cultivos extensivos, en los cuales la presencia de malezas tardías probablemente contribuya en forma importante a impedir tendadura generalizada de plantas. En estas situaciones, sería esperable que los efectos directos de la tendadura sobre el rendimiento en lenteja, sean inferiores a las determinadas en este estudio.

RESUMEN

La tendedura es un fenómeno frecuente en cultivos de lenteja (*Lens culinaris* Medik.), particularmente en ambientes de alta productividad, informándose de pérdidas de rendimiento cuando ésta se induce artificialmente. Con el propósito de cuantificar su efecto en condiciones naturales, se compararon plantas artificialmente soportadas para prevenir tendedura, con plantas mantenidas en condiciones naturales, en tres niveles de población (44, 66 y 88 plantas/m²). El estudio se realizó durante las temporadas 1986/87, 1987/88 y 1988/89, en dos ambientes de la IX Región de contrastante productividad.

No hubo interacción significativa de la población con los tratamientos de tendedura para ninguna variable evaluada en ambos ambientes. El cultivo se afectó por tendedura en el ambiente menos productivo sólo cuando la fitomasa superó las 4 ton/ha (1986/87); ésta ocurrió en un estado fenológico cercano a

madurez inducida por precipitaciones, y no afectó significativamente el rendimiento. La tendedura se presentó durante las tres temporadas en el ambiente de mayor productividad (fitomasa promedio de 6,6 ton/ha), entre R₂ (plena floración) y R₅ (granos inferiores formados); fue inducida por precipitaciones y provocó pérdidas significativas en rendimiento de 9,2%, en 1986/87 y 7,8%, en 1988/89.

Se concluye que la susceptibilidad a tendedura está asociada con las características del ambiente, y que la magnitud de las pérdidas en rendimiento dependen del período de ocurrencia, y de la capacidad de las plantas para reorientar su crecimiento, con efectos independientes de la población de plantas.

Palabras claves: *Lens culinaris*, tendedura, población de plantas, componentes del rendimiento, materia seca, calidad de grano.

LITERATURA CITADA

- COOPER, R.L. 1971 a. Influence of early lodging on yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Agronomy Journal* 63: 449-450.
- COOPER, R.L. 1971 b. Influence of soybean production practices on lodging and seed yield in highly productive environments. *Agronomy Journal* 63: 490-493.
- ERSKINE, W. and GOODRICH, J.W. 1988. Lodging in lentil and its relationship with other characters. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 929-934.
- ERSKINE, W., MUEHLBAUER, F.J. and SHORT, R.W. 1990. Stages of development in lentil. *Experimental Agriculture* 26: 297-302.
- JOHNSTON, T.J. and PENDLETON, J.W. 1968. Contribution of leaves at different canopy levels to seed production of upright and lodged soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Crop Science* 8: 291-292.
- MULDER, E.G. 1954. Effect of mineral nutrition on lodging of cereals. *Plant Soil* 5: 246-306.
- NIESSEN, O. 1986. MSTAT Version 4.00/EM. Michigan State University. Dept. of Crop and Soil Science.
- NOOR, R. B. and CAVINESS, C.E. 1980. Influence of induced lodging on pod distribution and seed yield in soybean. *Agronomy Journal* 72: 904-906.
- PAPAZIAN, I. 1983. Lentil harvesting. *Lens* 10(2): 1-6.
- PEÑALOZA H., ENRIQUE y MERA K., MARIO. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento y componentes del rendimiento en lenteja (*Lens culinaris* Medik.). *Agricultura Técnica (Chile)* 46: 231-236.
- PEÑALOZA H., ENRIQUE y MERA K., MARIO. 1988. Efecto de la tendedura artificial sobre el rendimiento y sus componentes en lenteja, a cuatro niveles de población de plantas. *Agricultura Técnica (Chile)* 48: 93-96.
- PINTHUS, M.J. 1973. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. *Advances in Agronomy* 25: 209-268.
- PULLAN, M.R. and HEBBLETHWAITE, P.D. 1990. The interaction between lodging and plant population in combining peas. *Annual Applied Biology* 117: 119-127.
- ROUANET M., JUAN LUIS. 1983 a. Clasificación agroclimática IX Región, 2ª aproximación macroarea I. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 2(1): 22-26.
- ROUANET M., JUAN LUIS. 1983 b. Clasificación agroclimática IX Región macroarea II, 2ª aproximación. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 2(2): 23-26.
- WEBER, C.R. SHIBLES, R.M. and BYTH, D.E. 1966. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agronomy Journal* 58: 99-102.
- WOODS, S. J. and SWEARINGIN, M.L. 1977. Influence of simulated early lodging upon soybean seed yield and its components. *Agronomy Journal* 69: 239-242.