

PRODUCTIVIDAD DE LOS NUDOS FLORALES EN TRES GENOTIPOS DE LENTEJA (*Lens culinaris* Medik.)¹

Productivity of flowering nodes in three lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes

Enrique Peñaloza H.²

SUMMARY

In order to establish the profile of productivity of the lentil plant, the yield, yield components, and aborted flowers retained to maturity at every flowering node, were evaluated on Araucana-INIA, ILL-28, and Laird genotypes. The study was conducted at the Carillanca Exp. Sta. (INIA, Temuco) during the 1983/84 season.

Pods/node, seeds/pod, seed weight, and yield/node were highest at the lowest nodes of the branches, becoming progressively reduced upwards. Only in Laird, the seeds/pod component was not altered throughout the branch profile.

Nodes 1 to 3 on primary branches and node 1 on secondary branches were the most productive, contributing with 71.2, 91.1, and 67.6% of the yield/plant in Araucana-INIA, ILL-28 and Laird, respectively. Improductive (empty) pods averaged 22% at the lowermost and 100% at the uppermost pod-bearing nodes. Aborted flowers were observed mainly in the upper section of the branches, contributing from 52 to 100% to the reduction of pods at the uppermost reproductive nodes.

INTRODUCCION

La lenteja es una especie de hábito de crecimiento indeterminado, en la cual la floración procede acropétalmente, formándose las vainas de manera secuencial en los nudos reproductivos de las ramas. En especies con esta naturaleza de crecimiento, la productividad de los nudos florales difiere de acuerdo a su posición en la rama, determinando consecuentemente cambios importantes en el perfil de rendimiento. Se han realizado evaluaciones en este sentido principalmente en soya, observándose patrones de distribución del rendimiento en la planta, asociados con el hábito de crecimiento de las variedades (Domínguez y Hume, 1978; Wiebold, Ashley y Boerma, 1981).

Estudios realizados en lentejas (Pandey, 1983), permiten inferir un perfil de rendimiento similar al característico del hábito indeterminado, en el cual la mayor proporción del rendimiento se concentra en los nudos reproductivos inferiores. Esta tendencia se ha atribuido a limitaciones en el suplemento de asimilados para los órganos de formación tardía (Sheldrake y Saxena, 1979; Sinha, 1985), sugiriendo la importancia de procesos abortivos, en la regulación de la productividad de los nudos florales.

Con el propósito de obtener información preliminar sobre el perfil de productividad y de pérdidas en la planta, en el presente estudio se analizaron los nudos florales de tres genotipos de lentejas mantenidos a una población constante, en las condiciones climáticas del sur de Chile.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Carillanca (INIA, Temuco), durante la temporada 1983/84. Se utilizó dos genotipos semiprecoces de floración

¹ Recepción de originales: 24 de mayo de 1988.

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

sincronizada (Araucana—INIA, ILL—28), y uno de floración tardía (Laird), dispuestos en bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Las parcelas correspondieron a 5 hileras, de 4 m de largo, separadas a 34 cm. La siembra se realizó el 10 de agosto, a una densidad suficiente para obtener una población a cosecha de 110 plantas/m². Se fertilizó con 43 kg de P y 40 kg de K/ha, aplicados al surco, previo a la siembra.

Las observaciones se hicieron sobre una muestra de 32 plantas (8 por repetición), obtenidas de la hilera central de cada parcela, al momento de madurez fisiológica. Las plantas se cosecharon individualmente, evitando tanto como fuera posible el desprendimiento de órganos reproductivos. En laboratorio, se separaron las ramas primarias y secundarias, de las que se extrajeron los pedúnculos, de acuerdo a su orden de aparición en sentido acropétalo.

La unidad básica del análisis correspondió al nudo reproductivo, sobre el que se contabilizó el total de vainas (separadas en productivas e improductivas), el número de flores abortadas, el número de granos, y el peso seco de los granos (70° C x 48 hr). A partir de estas evaluaciones, se determinó el perfil de distribución de órganos reproductivos, el número de granos/vaina productiva, el peso promedio del grano y el rendimiento, en cada nudo floral de ambos tipos de ramas.

En el análisis, se utilizó el concepto de vaina improductiva para referirse a vainas inmaduras y a aquellas desarrolladas pero sin grano en su interior, definición que en términos estrictos involucra aborto de vaina y de grano, respectivamente. Vaina productiva correspondió a aquella con al menos un grano desarrollado en su interior, en tanto que flor abortada fue cualquier órgano de esta naturaleza, deshidratado, retenido en el pedúnculo.

Los resultados se procesaron estadísticamente como bloques al azar en arreglo factorial, para comparar genotipos en diferentes posiciones de nudo, en los componentes granos/vaina y peso del grano. Debido a variaciones en el número de nudos reproductivos, sólo se consideraron en el análisis los 5 primeros nudos de ramas primarias y 3 de ramas secundarias. Con el propósito de lograr una mejor estimación de la contribución de cada nudo floral al rendimiento de la planta, en la variable rendimiento/nudo, se consideraron todos los nudos reproductivos presentes en ramas primarias o secundarias de cada genotipo, utilizándose el error estándar como medida de desviación del promedio de observaciones.

RESULTADOS

Distribución de órganos reproductivos

El perfil de distribución de órganos reproductivos fue similar entre genotipos, observándose diferencias importantes sólo al comparar la incidencia de vainas improductivas y flores abortadas en el sector inferior de ramas primarias (Figura 1).

La mayor producción de vainas ocurrió en los nudos basales, decreciendo sostenidamente en sentido acropétalo. En el nudo floral de posición 1, las vainas improductivas representaron el 10, 10 y 45% o, en una rama primaria, y el 28, 23, y 44% o, en una de segundo orden, en Araucana—INIA, ILL—28 y Laird, respectivamente. Sobre este nudo, las vainas improductivas incrementaron su número relativo, representando el 100% o del total de vainas insertas en el nudo más distal.

La presencia de flores abortadas comenzó a ser evidente en los nudos centrales de ramas primarias y sólo fueron de magnitud en los nudos basales de Laird. Estas estructuras mostraron una tendencia opuesta al perfil de distribución de vainas, localizándose principalmente en el sector superior de ambos tipos de ramas.

Efecto de la posición de nudo en el componente granos/vaina

En promedio, 1,031; 1,133; y 1,000 granos/vaina caracterizaron a los genotipos Araucana—INIA, ILL—28 y Laird, cuyos valores difirieron significativamente entre sí ($P \leq 0,05$). Al analizar la expresión de este componente en los diferentes sectores de la planta, estas diferencias fueron evidentes sólo en el nudo basal de ramas primarias, mientras que a partir del nudo 3, o en ramas secundarias, el número de granos/vaina no difirió significativamente entre genotipos (Cuadro 1).

Efecto de la posición de nudo sobre el peso del grano

En promedio, 7,32; 7,33; y 7,31 g/100 granos caracterizaron a los genotipos Araucana—INIA, ILL—28 y Laird, cuyos valores no difirieron entre sí ($P \geq 0,05$). Los granos de mayor peso se localizaron en los nudos basales de ambos tipos de ramas, reduciéndose sostenidamente en sentido acropétalo (Cuadro 2). No se detectó interacción genotipo x posición de nudo, observándose diferencias sólo por efecto de este último factor. En promedio de genotipos, la magnitud de la reducción fue de 14% o, en ramas primarias, y de 13,6% o, en ramas secundarias, al comparar el nudo basal con el nudo más distal.

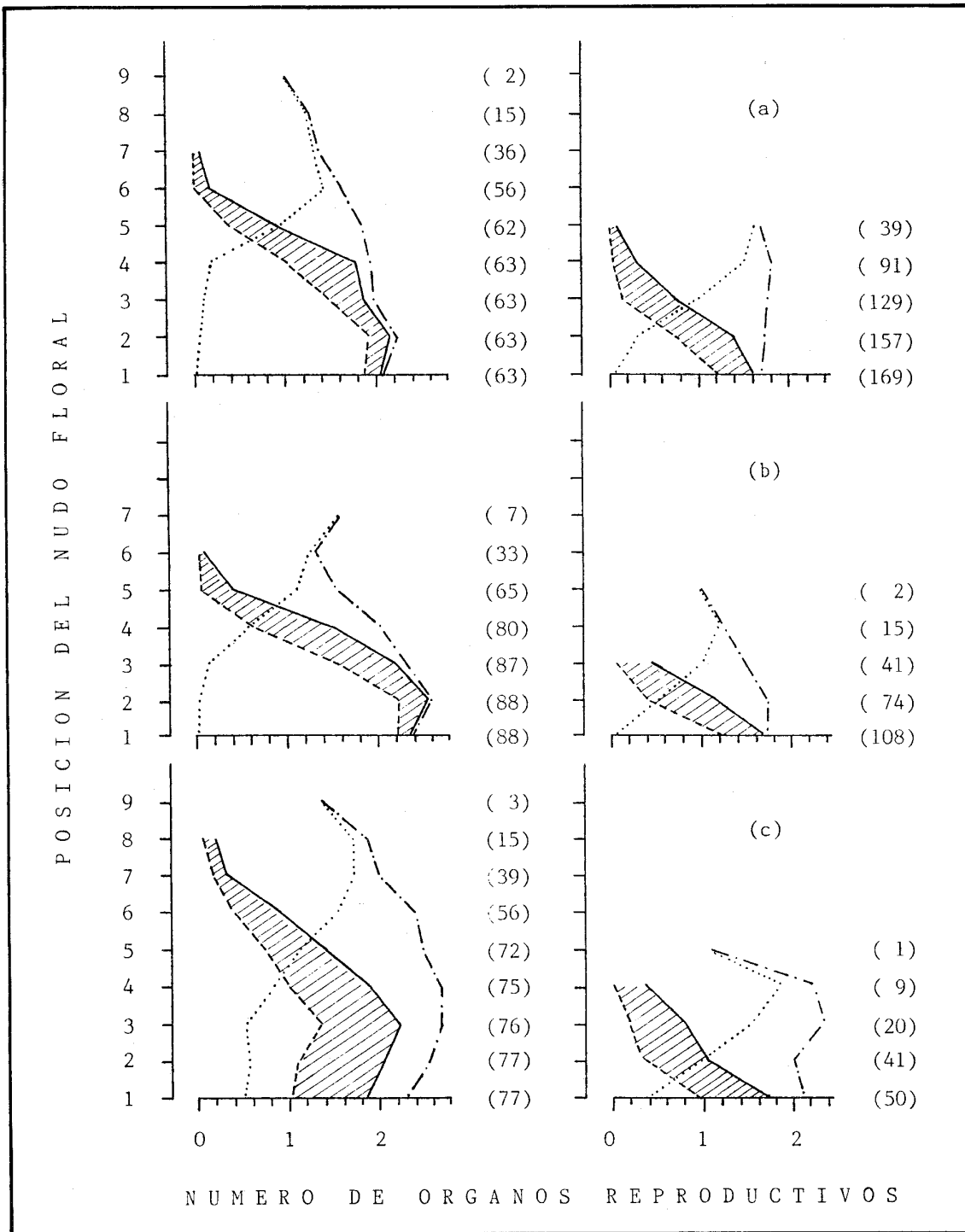


FIGURA 1. Distribución de órganos reproductivos en cada posición de nudo de ramas primarias (izquierda) y secundarias (derecha), en Araucana-INIA (a), ILL-28 (b) y Laird (c). Total órganos (— · —); flores abortadas (.....); total vainas (—); vainas productivas (—); vainas improductivas (área achurada). Entre paréntesis se indica el total de pedúnculos analizados por nudo.

FIGURE 1. Distribution of reproductive organs at each node position on primary (left) and secondary (right) branches, in Araucana-INIA (a), ILL-28 (b), and Laird (c). Total organs (— · —); aborted flowers (.....); total pods (—); productive pods (—); and improductive pods (shaded area). The total peduncles analyzed at each node is indicated in parenthesis.

CUADRO 1. Efecto de la posición del nudo sobre el número de granos/vaina, en ramas primarias y secundarias de tres genotipos de lenteja

TABLE 1. Effect of node position in the number of seeds/pod on primary and secondary branches of three lentil genotypes

Posición de nudo	Genotipos		
	Araucana-INIA	ILL-28	Laird
Ramas Primarias ¹			
1	1,100	1,409	1,000
2	1,049	1,088	1,000
3	1,020	1,007	1,000
4	1,000	1,000	1,000
5	1,000	1,000	1,000
Ramas Secundarias ²			
1	1,010	1,026	1,000
2	1,015	1,000	1,000
3	1,000	1,000	1,000

¹DMS (1^o/o), para comparar posiciones de nudo entre y dentro de genotipo = 0,039.

²Efectos promedio e interacciones no significativas ($P \geq 0,05$). Coeficiente de variación: ¹: 1,89^o/o; ²: 1,43^o/o.

CUADRO 2. Efecto de la posición del nudo sobre el peso del grano (mg), en ramas primarias y secundarias de tres genotipos de lenteja

TABLE 2. Effect of node position on weight per seed (mg), on primary and secondary branches of three lentil genotypes

Posición de nudo	Genotipos			Promedio del nudo
	Araucana-INIA	ILL-28	Laird	
Ramas Primarias ¹				
1	77,0	74,7	78,2	76,7 a*
2	74,0	75,0	76,1	75,0 a
3	72,9	72,6	74,3	73,3 ab
4	70,3	66,8	72,0	69,7 bc
5	66,3	63,0	68,6	66,0 c
Ramas Secundarias ²				
1	74,0	71,6	74,1	73,3 a*
2	70,8	65,3	66,7	67,6 ab
3	68,5	61,5	60,0	63,3 b

*Promedios unidos por la misma letra no difieren significativamente (Duncan, $P \geq 0,05$).

Coeficiente de variación: ¹: 4,67^o/o; ²: 8,12^o/o

Distribución del rendimiento

Los genotipos de floración sincronizada mostraron un perfil de productividad similar, observándose la mayor contribución al rendimiento de la planta en los

nudos inferiores. La excepción ocurrió en ramas primarias de Laird, en el cual los dos nudos basales redujeron marcadamente su contribución, principalmente como consecuencia del alto porcentaje de vainas improductivas que los caracterizó (Figura 2).

En términos relativos, los tres primeros nudos de una rama primaria contribuyeron con el 81, 93, y 66^o/o de su rendimiento promedio, en Araucana-INIA, ILL-28, y Laird. En una rama secundaria, en tanto, el nudo basal por sí solo aportó el 58, 82, y 75^o/o de su rendimiento, en el mismo orden de los genotipos. Sobre la base del número promedio de ramas producidas por genotipos, los nudos a que se hace referencia aportaron el 71,2^o/o del rendimiento/planta en Araucana-INIA, el 91,1^o/o en ILL-28, y el 67,6^o/o en Laird.

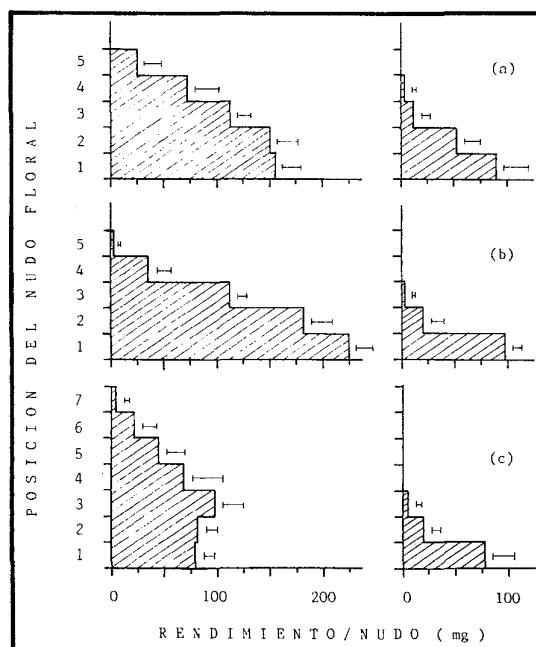


FIGURA 2. Rendimiento promedio en cada posición del nudo de ramas primarias (izquierda) y secundarias (derecha), en Araucana-INIA (a), ILL-28 (b) y Laird (c). La barra horizontal indica el error estándar del promedio.

FIGURE 2. Mean yield at each node position on primary (left) and secondary (right) branches of Araucana-INIA (a), ILL-28 (b), and Laird (c). Horizontal bars indicate the standard error of the mean.

DISCUSION

La distribución de órganos no desprendidos de la planta puso en evidencia la presencia de una cantidad apreciable de flores abortadas en los nudos superiores, principal contribuyente a la menor producción de vainas en este sector de las ramas. De acuerdo al perfil de

los genotipos (Figura 1), los nudos de posición 4 en ramas secundarias de Araucana—INIA y Laird, retuvieron igual cantidad de flores abortadas, que vainas producidas en el nudo basal. En estas dos situaciones, por lo tanto, el 100% de la reducción acropétala en el número de vainas se atribuyó al aborto de órganos florales. En este mismo sentido, el aborto de flores explicó el 68, 52 y 92% de la reducción de vainas en el nudo más distal de ramas primarias, en los genotipos Araucana—INIA, ILL—28 y Laird, respectivamente.

Estudios sobre remoción de órganos florales en diferentes especies (Ojehomon, 1970; Binnie y Clifford, 1981; Tayo, 1986), indican que las flores de formación tardía pueden ser tan productivas como las tempranas, a no ser que se desprendan en forma natural de la planta. Esto sugiere a la zonas de aborto floral como sitios potencialmente productivos, del mismo modo que aquellos sectores de la planta con alta incidencia de vainas vanas, representados por el área achurada en la Figura 1.

De acuerdo con el aborto floral, incidencia de vainas improductivas, expresión de los componentes de rendimiento y rendimiento/nudo, los nudos de posición 3—4 en ramas primarias, funcionaron de manera similar al nudo basal de ramas secundarias, lo que sugiere un desarrollo simultáneo en la planta. El contraste se

observa al comparar estas variables en nudos apicales y basales, para un mismo tipo de rama, lo que determinó un perfil de productividad asociado con el período de aparición cronológico de los órganos florales.

Con la excepción informada en guandú (Sheldrake y Narayanan, 1979), la distribución vertical del rendimiento en los genotipos analizados está de acuerdo con lo observado en la mayoría de las leguminosas herbáceas de hábito indeterminado (Sinha, 1977 y 1985; Domínguez y Hume, 1978; Sheldrake y Saxena, 1979; Pandey, 1983). Más que una excepción a la regla, el perfil de Laird se explica en función del alto porcentaje de vainas improductivas y flores abortadas presentes en los nudos inferiores, probablemente asociado con el período de iniciación floral, que ocurrió aproximadamente 10 días después que los genotipos semiprecoces.

Aun cuando factores ambientales pueden afectar la magnitud relativa de aborto floral, o la incidencia de vainas improductivas en lentejas (Paredes, Tay y Parra, 1987), el perfil de rendimiento parece estar asociado al hábito de crecimiento de la especie, más que al ambiente. Desde el punto de vista práctico, este patrón de productividad puede favorecer las pérdidas por desgrane debido a la mayor susceptibilidad de las vainas inferiores a la dehiscencia, precisamente aquellas que más contribuyen al rendimiento de la planta.

RESUMEN

Con el propósito de establecer el perfil de productividad en la planta de lenteja, se evaluó el rendimiento, componentes del rendimiento y flores abortadas retenidas hasta la madurez, en los nudos florales de los genotipos Araucana—INIA, ILL—28, y Laird. El estudio se realizó en la Estación Experimental Carillanca (INIA, Temuco), durante la temporada 1983/84.

El número de vainas/nudo, granos/vainá, peso del grano y rendimiento/nudo tuvieron su máxima expresión en los nudos inferiores de las ramas, reduciéndose progresivamente hacia el ápice. Sólo en Laird, el componente granos/vaina no fue alterado a través del perfil de la rama.

Los nudos 1 al 3 de ramas primarias y el nudo 1 en ramas secundarias fueron los más productivos, contribuyendo con el 71,2; 91,1; y 67,6% del rendimiento/planta, en Araucana—INIA, ILL—28, y Laird, respectivamente. En promedio, las vainas improductivas (vainas) representaron el 22% del total de vainas en el nudo inferior, y el 100% en el nudo superior. Las flores abortadas se observaron principalmente en la sección superior de las ramas, contribuyendo entre un 52 y 100% a la reducción de vainas, en los nudos reproductivos apicales.

LITERATURA CITADA

BINNIE, R.C. and CLIFFORD, P.E. 1981. Flower and pod production in *Phaseolus vulgaris*. J. Agric. Sci., Camb. 97: 397—402.

DOMINGUEZ, C, and HUME, D.J. 1978. Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybeans at three densities. Agronomy Journal 70: 801—805.

- OJEHOMON, O.O. 1970. Effect of continuous removal of open flowers on the seed yield of two varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. J. Agric. Sci., Camb. 74: 375–381.
- PANDEY, R.K. 1983. Effect of leaf and flower removal on seed yield of lentil (*Lens esculenta* (L.)). J. Agric. Sci., Camb. 100: 493–503.
- PAREDES C., MARIO, TAY U., JUAN y PARRA R., CECILIA. 1987. Pérdida de flores y vainas en lentejas en la zona centro-sur. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu 32: 13–15.
- SHELDRAKE, A.R. and NARAYANAN, A. 1979. Comparisons of earlier–and later–formed pods of pigeonpeas (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Ann. Bot. 43: 459–466.
- SHELDRAKE, A.R. and SAXENA, N.P. 1979. Comparisons of earlier–and later–formed pods of chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Ann. Bot. 43: 467–473.
- SINHA, S.K. 1977. Food legumes: distribution, adaptability and biology of yield. Plant Production and Protection Paper Nº 3. FAO, Rome. 124 p.
- SINHA, S.K. 1985. Morphological and physiological requirements of a productive plant of chickpea. In: Proceedings of the International Workshop of faba beans, kabuli chickpeas, and lentils in the 1980's. Saxena, M.C. and Varma, S. (Eds.). ICARDA, 1983, Aleppo, Syria.
- TAYO, T.O. 1986. Flower and pod production at various nodes of *Phaseolus vulgaris* L.J. Agric. Sci., Camb. 107: 29–36.
- WIEBOLD, W.J., ASHLEY, D.A., and BOERMA, H.R. 1981. Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinate soybean cultivars. Agronomy Journal 73: 43–46.