

# EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS SOBRE LA DISTRIBUCION DE VAINAS EN EL SISTEMA DE RAMIFICACION DE LA LENTEJA

(*Lens culinaris* Medik.)<sup>1</sup>

## Effect of plant density on pod distribution in the branching system of lentils (*Lens culinaris* Medik.)

Enrique Peñaloza H.<sup>2</sup>

### SUMMARY

The trial was conducted at the Carillanca—INIA Exp. Sta. (lat. 38° 41' S; long. 72° 25' W), during the 1983/84 season. Pod numbers, seed numbers, seed weights, and seed yields, on primary and secondary branches, were evaluated in lentils cv. Araucana—INIA, sown at fourteen plant densities.

At the lowest population (44 plants/m<sup>2</sup>), 66% of pods (63% of grain yield) were borne on secondary branches. Over 88 plants/m<sup>2</sup>, pods became progressively concentrated on primary branches, raising up to 84% (90% of grain yield) at the highest population (420 plants/m<sup>2</sup>).

In average, fewer seeds/pod, lower seed weights and increased numbers of empty pods, were found in pods borne on secondary branches, as compared with those on primary ones. At all plant densities, grain yield of a secondary branch was lower than those produced by a primary one. According to the results, the contribution of secondary branches to grain yield at lower densities was mainly due to their larger numbers in a plant. They represented 80% of all branches produced at the lowest level of competition.

### INTRODUCCION

Uno de los cambios morfológicos más evidentes del ajuste de la planta de lenteja a la densidad, lo constituye las variaciones en el patrón de ramificación. En altos niveles de población, éste es radicalmente suprimido, en tanto que la situación opuesta sucede cuando se reduce la competencia intraespecífica.

Desde el punto de vista agronómico, la relación inversa entre población y ramificación adquiere particular importancia, puesto que le permitiría a la planta adaptarse a un amplio rango de poblaciones y, eventualmente, compensar el rendimiento del cultivo. Esto último se ha encontrado asociado al genotipo y a las

condiciones de humedad y fertilidad del suelo (Saxena y Wassimi, 1980; Saxena, 1981), así como a la disposición que adopten las vainas en el sistema de ramificación (Sinha, 1977). De acuerdo con lo expuesto por este último autor, la habilidad compensatoria de las plantas es una característica de especies o genotipos con alta plasticidad y que, en bajas densidades, concentran sus vainas en ramas de orden tardío, precisamente las que quedan suprimidas al aumentar la población.

Con el propósito de establecer la importancia de los tipos de ramas como contribuyentes al rendimiento de la planta, en el presente estudio se analizaron las variaciones del patrón de ramificación y de distribución de vainas en lentejas, sometidas a un amplio rango de competencia poblacional.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Carillanca (lat. 38° 41' S; long. 72° 25' W), durante

<sup>1</sup> Recepción de originales: 26 de noviembre de 1986.

<sup>2</sup> Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58—D, Temuco, Chile.

la temporada 1983/84, y corresponde a parte de un ensayo sobre densidad poblacional y rendimiento (Peñaloza y Mera, 1986). Los tratamientos consistieron en catorce densidades de siembra (Cuadro 1), dispuestas en un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Las parcelas experimentales correspondieron a 5 hileras de 4 m de largo, separadas a 34 cm. La siembra se realizó la primera semana de agosto de 1983; se fertilizó con 43,6 kg de P/ha y 66,4 kg de K/ha, ambos aplicados al surco de siembra. Se utilizó el cv. Araucana—INIA.

Previo a la cosecha de la hilera central de cada parcela, se tomó una muestra lineal de 20 plantas, las que se pusieron separadamente en bolsas de papel, evitando tanto como fuera posible el desprendimiento de vainas. El muestreo se realizó en forma escalonada, entre el 23 y 28 de diciembre, comenzando por las densidades superiores, que alcanzaron tempranamente la madurez de cosecha.

En laboratorio, se separaron y contabilizaron las ramas primarias y secundarias, agrupándolas de acuerdo al orden de aparición. Las ramas terciarias se presentaron sólo en la más baja densidad y en proporción inferior al 2,5 %; razón por la cual se incluyeron en el grupo de las secundarias o tardías. Dentro de cada grupo de ramas, se evaluó el número de vainas productivas e improductivas, el total de granos, y el peso seco de granos (70° C por 48 hr). A partir de estas determinaciones, para ambos tipos de ramas se obtuvo el número total de vainas, el porcentaje de vainas improductivas, el número de granos/vaina productiva, el peso de 100 granos, el rendimiento total y el rendimiento/rama individual. Cada carácter evaluado, se

sometió a regresión sobre densidad de plantas a la cosecha, realizándose el análisis separadamente por tipo de ramas.

## RESULTADOS

**Población de plantas y ramificación:** La densidad de población alteró significativamente el patrón de ramificación de la planta, cuya magnitud dependió del tipo de ramas que se tratara (Figura 1). La mayor plasticidad se observó en las ramas tardías o secundarias, cuyo número por planta fluctuó entre 1,0 y 9,3, al más alto y más bajo nivel de competencia, respectivamente. El efecto de la competencia en la supresión de ramas tardías fue particularmente pronunciado a bajas densidades, observándose reducción del 40%, con sólo incrementar la población de P1 a P3. En ramas primarias, en cambio, éste fue menos evidente y comparativamente menos dependiente de la población de plantas.

**Distribución de vainas en el sistema de ramificación:** El efecto de la densidad en la localización de las vainas de acuerdo al tipo de ramas, se muestra en la Figura 2. Al más bajo nivel de población evaluada, el 66% del total de vainas producidas por la planta se concentró en ramas secundarias y el 34% restante, en ramas primarias. El aumento en la densidad provocó un cambio drástico en la distribución de vainas, de tal forma que en P3, ambos tipos de ramas contribuyeron en igual proporción a la producción de vainas en la planta. En densidades superiores, éstas se concentraron mayoritariamente en ramas primarias, llegando a representar el 84% de la producción total, en la más alta población evaluada.

**CUADRO 1. Tratamientos de densidad utilizados en el ensayo sobre distribución de vainas en lentejas**

**TABLE 1. Density treatments utilized in the trial on pod distribution in lentils**

Tratamientos	Densidad de siembra (granos/m <sup>2</sup> )	Densidad de cosecha (plantas/m <sup>2</sup> )
P1	44	44
P2	66	65
P3	88	88
P3	110	110
P5	132	131
P6	154	151
P7	176	175
P8	198	198
P9	220	220
P10	265	256
P11	309	304
P12	353	345
P13	397	365
P14	441	420

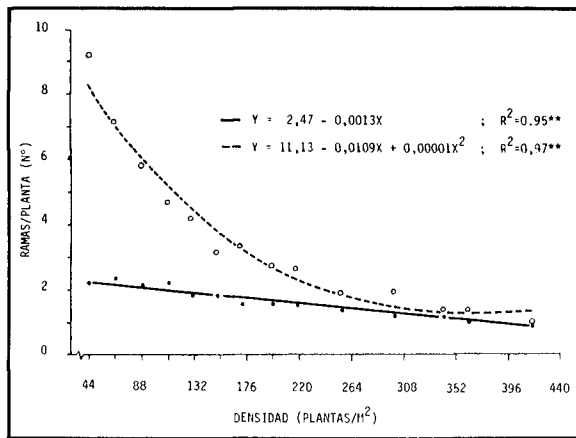


FIGURA 1. Relación entre densidad de plantas y número promedio de ramas primarias (—) y secundarias (---) por planta en lentejas.

FIGURE 1. Relationship between plant density and average number of primary (—) and secondary (---) branches per plant in lentils.

**Relación entre tipo de ramas y vainas improductivas:** En promedio, las vainas improductivas representaron el 26,4 y 43,2% del total de vainas producidas en ramas primarias y secundarias, respectivamente. La densidad de plantas no alteró la expresión de esta variable en ramas primarias. En ramas secundarias, en tanto, el aumento en la población se tradujo en aumento sostenido del porcentaje de vainas improductivas, desde 33,0% en P1, hasta 60,4% en P14, ajustándose la respuesta a una función lineal de la forma:

$$Y = 33,18 + 0,49X \quad (r^2 = 0,75^{**})$$

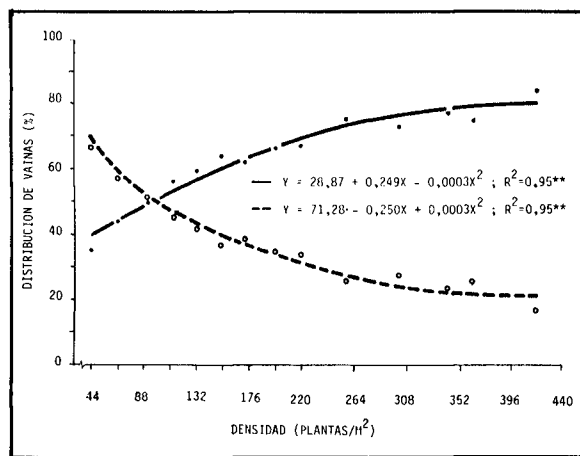


FIGURA 2. Relación entre densidad de plantas y distribución de vainas en ramas primarias (—) y secundarias (---) en lentejas.

FIGURE 2. Relationship between plant density and pod distribution on primary (—) and secondary (---) branches in lentils.

**Relación entre tipo de ramas y el componente granos/vaina:** A cada nivel de población, el número de granos/vaina fue inferior en ramas secundarias, en relación a ramas primarias, y en ambas situaciones esta variable no fue afectada significativamente por la competencia entre plantas. En promedio, 1,042 y 1,011 granos/vaina caracterizaron a las vainas localizadas en ramas primarias y secundarias, respectivamente.

**Relación entre tipo de ramas y el peso del grano:** Del mismo modo que el componente granos/vaina, el peso del grano tuvo una expresión cuantitativamente inferior en ramas secundarias, a cada nivel de población. En este caso, sin embargo, el efecto de la población fue significativo en su expresión. Aumentos en la población se tradujeron en reducción sostenida en el peso del grano, en ambos tipos de ramas, ajustándose la respuesta a una función lineal, con pendiente similar en los dos casos (Figura 3).

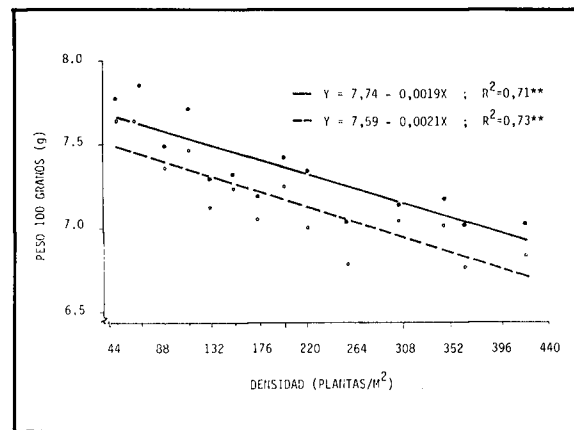


FIGURA 3. Efecto de la densidad de plantas sobre el peso de 100 granos en ramas primarias (—) y secundarias (---) en lentejas.

FIGURE 3. Effect of plant density on the weight of 100 seeds on primary (—) and secondary (---) branches in lentils.

**Distribución del rendimiento en el sistema de ramificación:** De manera similar a lo que ocurrió con la localización de las vainas en los tipos de ramas, la densidad de población alteró significativamente la contribución de éstas al rendimiento de la planta. Mientras en P1, el 63% del rendimiento se localizó en ramas secundarias, éstas concentraron sólo el 10% en P14. Los cambios de mayor magnitud se detectaron en bajos niveles de población, de tal forma que en P2, ambos tipos de ramas contribuyeron aproximadamente en igual proporción al rendimiento de la planta (Figura 4).

Al comparar el rendimiento de los tipos de ramas en función de las unidades que la componen (Figura 5), una rama secundaria representó el 40,6% de aquél

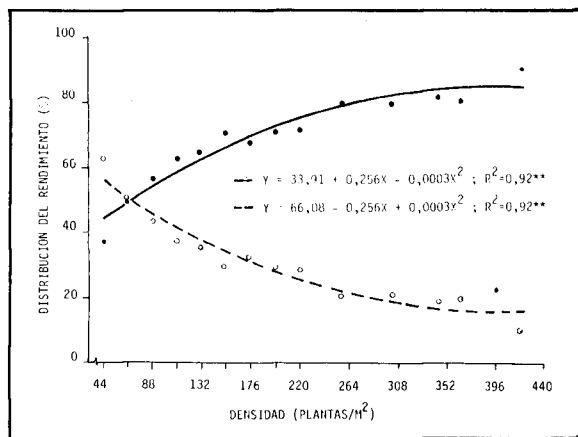


FIGURA 4. Relación entre densidad de plantas y distribución del rendimiento en ramas primarias (—) y secundarias en lentejas.

FIGURE 4. Relationship between plant density and grain yield distribution on primary (—) and secondary (---) branches in lentils.

aportado por una rama primaria, en P1. El aumento en la competencia redujo significativamente el rendimiento de ambos tipos de ramas. El mayor efecto se observó en ramas secundarias, cuya unidad representó sólo el 11,6% de aquél producido por una rama primaria, en P14.

## DISCUSION

La planta de lenteja exhibió un alto grado de adaptación al espacio, atribuible al patrón de ramificación y al hábito de crecimiento que las caracterizan. In-

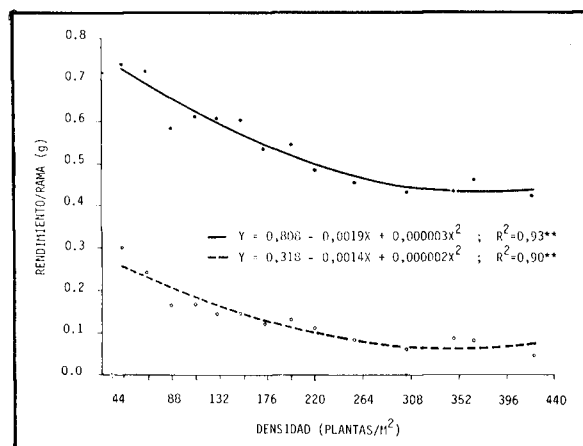


FIGURA 5. Relación entre densidad de planta y el rendimiento de una rama primaria (—) y una secundaria (---) en lentejas.

FIGURE 5. Relationship between plant density and grain yield borne on a primary (—) and a secondary branch (---) in lentils.

cluso, durante el período reproductivo, las ramas se produjeron continuamente, en particular a la más baja densidad de población, nivel en que se evidenció la máxima plasticidad en el sistema de ramificación (Figura 1).

Las alteraciones en la arquitectura de la planta causada por diferentes densidades provocaron, también, un efecto marcado en la distribución de vainas en el sistema de ramificación (Figura 2). Esta tendencia está de acuerdo con la observada por Aguilar, Díaz y Laing (1984), en porotos de hábito indeterminado, y es característica de especies o cultivares con cierta habilidad compensatoria, en contraste con aquéllos que, en densidades normales, concentran las vainas en el tallo principal, y por lo tanto, reaccionan favorablemente a la presión de población (Sinha, 1977).

La distribución del rendimiento en la planta tuvo una tendencia similar a la localización de las vainas en ella. La ausencia de identidad entre ambas respuestas se atribuyó a la menor productividad que caracterizó a las vainas insertas en ramas secundarias. De acuerdo con la tendencia observada (Figura 4), las ramas tardías se constituyeron en el principal contribuyente al rendimiento de la planta, en el más bajo nivel de población. En consideración a que el rendimiento por superficie no fue alterado por la densidad (Peñaloza y Mera, 1986), la escasa capacidad del cultivar para producir ramas primarias con densidades bajas, indica que la plasticidad exhibida por las ramas secundarias fue suficiente para compensar bajas poblaciones de plantas.

Como eventual factor de compensación en el rendimiento/superficie, la importancia de las ramas secundarias se debe entender más bien por el predominio numérico de ellas que por su expresión productiva, si se les considera como la unidad estructural. Este argumento se sustenta en el bajo rendimiento que las caracteriza, que no superó el 41% del aportado por una rama primaria, en el nivel menos competitivo de población (Figura 5). La reducción en el rendimiento individual de ambos tipos de ramas al aumentar la población, se entiende como el resultado de la competencia inter e intra-planta, que ocurre en altas densidades (Donald, 1963), intensificada probablemente por déficit de humedad del suelo, en consideración a la madurez prematura que se observó en estos tratamientos.

A consecuencia de su baja productividad, la importancia de la ramificación tardía se ha cuestionado en algunas especies, sugiriéndose el mejoramiento hacia ideotipos de tallo único en cereales (Donald, 1968) y sin ninguna o con poca ramificación en leguminosas (Adams, 1973; Krarup, 1978). En el caso particular

de la lenteja, la información disponible en este sentido parece contradictoria. Mientras Tikka y Asawa (1977) y posteriormente Chauhan y Sinha (1982) coinciden en señalar a las ramas secundarias como un importante criterio de selección, Singh (1977) ha sugerido desarrollar cultivares poco ramificados y que, por lo tanto, responden a la presión de población.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo dejan de manifiesto la importancia de la ramificación tardía,

como factor de compensación de bajas poblaciones. Desde el punto de vista agronómico, la producción de este tipo de ramas le permitiría a la planta mayor flexibilidad para ajustarse a un amplio rango de densidades y al ambiente, sobre todo en condiciones de secano, en donde el agotamiento de la humedad del suelo dificulta el mantenimiento de altas poblaciones.

## RESUMEN

El ensayo se realizó en la Est. Exp. Carillanca—INIA (lat. 38° 41' S; long. 72° 25' W), durante la temporada 1983/84. Se evaluaron el número de vainas, número de granos, peso del grano y rendimiento de ramas primarias y secundarias, en lenteja cv. Araucana—INIA, sometida a catorce densidades de planta.

En la más baja densidad (44 plantas/m<sup>2</sup>), el 66% de las vainas (63% del rendimiento en grano) se localizó en ramas secundarias. Sobre 88 plantas/m<sup>2</sup>, las vainas comenzaron progresivamente a concentrarse en ramas primarias, llegando al 84% (90% del rendimiento en grano) en la mayor densidad 420 plantas/m<sup>2</sup>).

En promedio, las vainas de ramas secundarias tuvieron menos granos, reducido peso del grano y mayor incidencia de improproductivas, en comparación con las localizadas en ramas primarias. En todas las densidades, el rendimiento de una rama secundaria fue más bajo que aquél producido por una primaria. De acuerdo con los resultados, la contribución de las ramas secundarias al rendimiento en bajas densidades se explicó, principalmente, por su gran número en la planta. Estas representaron el 80% del total de las ramas producidas, en el más bajo nivel de competencia.

## LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. 1973. Arquitectura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de fréjol. En: El potencial del fréjol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. CIAT, Colombia, Serie CS—2: 181—189.
- AGUILAR, F.E.; DIAZ, M.F. y LAING, D.R. 1984. Efecto de la densidad de siembra sobre algunas características morfológicas y el rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba 34 (1): 55—61.
- CHAUHAN, V.S. and SINHA, P.K. 1982. Correlation and path analysis in lentils. *Lens* 9: 19—22.
- DONALD, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15: 1—118.
- DONALD, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17 (3): 385—403.
- KRARUP H., A. 1978. Leguminosas de grano e ideotipo. *Agro Sur* 6 (1): 42—52.
- PEÑALOZA H., E. y MERA K., M. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento y componentes del rendimiento en lenteja (*Lens culinaris* Medik.). *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 231—236.
- SAXENA, M.C. and WASSIMI, N. 1980. Plasticity of lentil genotypes as affected by moisture supply and soil fertility. *Lens* 7: 29—31.
- SAXENA, M.C. 1981. Agronomy of lentils. En: Webb, C. and Hawtin, B. (Eds.) *Lentils*, London; CAB, ICARDA. *Lentils*. p.: 111—129.
- SINGH, T.P. 1977. Harvest index in lentil (*Lens culinaris* Medik.) *Euphytica* 26: 833—839.
- SINHA, S.K. 1977. Food legumes: distribution, adaptability and biology of yield. FAO, Plant Production and Protection Paper N° 3, Rome. 124 p.
- TIKKA, S.B.S. and ASAWA, B.M. 1977. Component analysis of seed yield and seed size in lentil. *Lens* 4: 17—20.