

Componentes de rendimiento y rendimiento en semilla en 26 clones de lotera (*Lotus corniculatus* L.)¹

Juan C. Bresciani² y Rod V. Frakes³

INTRODUCCION

La lotera (*Lotus corniculatus* L.) es una leguminosa forrajera de amplia adaptación (Mc Donald, 1946). Sus buenas características la hacen una especie de indudable interés para la agricultura y ganadería, pero su uso y popularidad se han visto limitados por diversos motivos, entre los que cabe mencionar su rendimiento en forraje relativamente bajo, falta de vigor de plántula y una cosecha de semilla difícil.

Uno de los aspectos que hoy despierta gran interés en esta leguminosa, es el conocimiento de los diversos factores o características de la planta que constituyen los componentes de rendimiento en semilla. Conocer el comportamiento de cada uno de estos factores y su interacción, presenta ventajas tanto del punto de vista de la producción de semillas como también del mejoramiento genético.

Existen variados antecedentes en la literatura que dicen relación con la elección y evaluación de componentes de rendimiento. En lotera, Albrechtsen, Davis y Keim (1966), estudiaron y determinaron cuatro características como los componentes más significativos. Otros investigadores han efectuado estudios similares en diversas leguminosas, entre los que destacan trabajos en alfalfa (Pedersen y Nye, 1962), trébol rosado (Taylor, Dade y Garrison, 1966) y trébol ladino (Shakudo y Yasumuro, 1968). La elección de los componentes debe ser extremadamente cuidadosa como asimismo su medición o evaluación. Mediante el estudio de estos caracteres previamente seleccionados, es posible calcular a través de ecuaciones predictivas (Bonin y Goplen, 1966) un rendimiento teórico. Si este rendimiento teórico no es significativamente diferente al real, confirma que la elección y evaluación de los parámetros fue adecuada, permitiendo de este modo utilizar éstos en estimar el rendimiento en semilla en base a sus componentes;

¹Parte de la tesis presentada por el autor principal como requisito parcial para obtener el grado de Master of Science. Contribución de Oregon Agricultural Experiment Station, Corvallis, Oregon; Technical Paper N° 3.400; investigación realizada en colaboración con North Central Technical Committee, NC 83. Recepción originales: 21 de septiembre de 1972.

²Ing. Agr., M. S., Centro Producción de Semillas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Profesor de Genética y Mejoramiento de Plantas. Department of Crop Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, U.S.A.

estudiar el grado de asociación entre cada componente y el rendimiento; determinar la proporción de la variación en rendimiento atribuible a variaciones en los componentes, y establecer un método adecuado para una predicción del rendimiento en semilla.

MATERIALES Y METODOS

En este experimento se usaron veintiséis genotipos o clones provenientes de la región centro-norte de los Estados Unidos.

Los clones fueron propagados vegetativamente en invernadero y transplantados en la primavera de 1969 a la Estación Experimental "Hyslop", perteneciente a la Universidad del Estado de Oregon, USA.

El diseño experimental consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición contenía dos plantas de cada genotipo con una distancia de 1,20 m \times 1,20 m entre plantas.

Los componentes de rendimiento estudiados fueron los siguientes:

- a) Número de racimos florales por planta. Esta característica se midió inmediatamente antes que las plantas alcanzaran plena floración;
- b) Número de flores por racimo. Estos se seleccionaron al azar, y se identificaron diez racimos florales por planta. Se contó el número de flores en cada racimo en estado de plena flor;
- c) Número de vainas por racimo. Se anotó el número de vainas o legumbres formadas en cada uno de los racimos previamente marcados. Esta observación se efectuó cuando el máximo de vainas presentaba un color verde claro a café claro;
- d) Número de semillas por vaina. Este valor se calculó dividiendo el número total de semillas obtenido de cada racimo por el número de vainas formadas en dicho racimo;
- e) Peso de las semillas. Representa el peso en gramos de 100 semillas;
- f) Tallos florales sin flores. En el estado de madurez se registró el número de tallos sin flor por planta, y
- g) Rendimiento. Es el peso total de semillas, en gramos, producido por una planta.

Para determinar el grado de asociación entre las diferentes variables (Atkins, Reich y

Cuadro 1 — Promedio para siete características (componentes de rendimiento) en 26 clones de lotera (*Lotus corniculatus* L.).

Clones	Racimos por planta (X_1) Nº	Flores por racimo (X_2) Nº	Vainas por racimo (X_3) Nº	Semillas por vaina (X_4) Nº	Peso de 100 semillas (X_5) Nº	Tallos sin flores (X_6) Nº	Rendimiento en semilla (X_7) Nº
1	145,00	4,95	2,98	18,62	0,116	28,2	4,30
2	106,67	5,25	3,75	12,79	0,134	27,7	4,32
3	132,33	4,90	3,82	18,71	0,092	23,2	3,58
4	152,33	5,03	3,82	12,13	0,137	27,3	2,90
5	74,67	4,55	2,25	9,72	0,107	36,0	1,76
6	133,17	4,22	2,75	11,32	0,123	37,3	2,50
7	88,50	5,13	1,18	6,45	0,122	40,0	0,66
8	192,67	4,72	3,68	8,35	0,108	39,5	4,20
9	72,83	5,35	1,82	7,35	0,136	25,5	0,35
10	144,33	4,88	3,53	10,43	0,161	32,5	4,28
11	102,83	4,68	3,50	8,40	0,156	32,5	3,48
12	181,67	4,58	3,78	13,39	0,162	30,7	12,44
13	164,00	4,78	0,28	1,22	0,148	92,3	0,14
14	170,17	4,95	3,43	13,24	0,138	26,3	7,75
15	152,33	4,53	3,67	9,76	0,151	35,8	9,50
16	148,00	4,98	3,95	14,31	0,125	29,5	5,16
17	205,17	5,67	3,95	10,00	0,140	58,3	15,60
18	182,33	4,80	4,28	17,28	0,132	28,3	13,72
19	142,50	4,78	3,95	6,64	0,149	32,0	3,35
20	175,83	5,55	4,13	10,36	0,126	36,3	8,40
21	179,00	5,47	4,25	10,72	0,129	33,3	5,80
22	161,50	3,70	3,02	11,51	0,135	31,3	4,10
23	199,17	5,08	3,20	11,43	0,153	37,7	7,26
24	162,17	4,43	0,65	2,42	0,139	51,3	0,54
25	124,50	5,60	4,17	15,10	0,170	31,7	6,68
26	128,17	4,38	2,92	5,64	0,186	34,2	2,14
DMS ¹ 0,05	47,26	0,23	0,73	2,83	0,020	12,01	2,83
DMS 0,01	62,65	0,60	0,98	3,78	0,026	16,04	3,76
C V. ²	19,97%	5,79%	14,05%	16,38%	8,75%	20,29%	33,52%

¹Diferencia mínima significativa.²Coefficiente de variación.

Keim, 1968) (Kneebone, 1966), se determinaron los coeficientes de correlación entre cada componente y el rendimiento. La variación en rendimiento que podría ser atribuida a variaciones en cada componente estudiado, se calculó a través de análisis de regresión múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores obtenidos en las diferentes variables, se indican en el Cuadro 1. Para cada componente se calculó la diferencia mínima significativa y el coeficiente de variación.

Se determinaron coeficientes de variación (C.V.) relativamente altos para algunas características. Rendimiento (X_7) presentó el mayor coeficiente de variación (33,52%) en tanto que número de flores por racimo (X_2) y peso de semillas (X_5) fueron los más bajos.

Las mayores variaciones en cuanto a componentes de rendimiento se refiere, correspondieron al número de racimos por planta, debido principalmente a diferencias en tamaño y vigor de los clones, número de semillas por vaina, característica asociada con fertilidad y rendimiento en semilla, en relación a diferencias dentro de cada componente.

Cuadro 2 — Coeficientes simples de correlación (r) entre rendimiento y componentes de rendimiento.

<i>Características asociadas con rendimiento en semilla</i>	<i>Correlación</i>
Número de racimos por planta (X_1)	0,63**
Número de flores por racimo (X_2)	0,28
Número de vainas por racimo (X_3)	0,64**
Número de semillas por vaina (X_4)	0,47*
Peso de 100 semillas (X_5)	0,02
Tallos florales sin flores (X_6)	-0,11

*Significativo al nivel de 0,05.
**Significativo al nivel de 0,01.

Con el objeto de estudiar el grado de asociación de las diferentes variables o componentes y el rendimiento, se calcularon los respectivos coeficientes de correlación, cuyos valores se indican en el Cuadro 2.

Según se desprende del Cuadro 2, existe una clara asociación entre los componentes: número de racimos por planta, número de vainas

por racimo y número de semillas por vaina, con el rendimiento. Si uno de los intereses primarios es la predicción del rendimiento a partir del conocimiento de sus componentes, el análisis de regresión múltiple permitirá un examen más profundo del efecto combinado de los componentes sobre el rendimiento.

El análisis de regresión múltiple se presenta en el Cuadro 3.

El conjunto de las seis variables estudiadas contribuyen con un 65,46% del total de la variación. Existe aún un 34,54% de variabilidad que no puede ser asignada a efectos directos de los componentes evaluados y que podría ser atribuida a otros componentes secundarios y/o a efectos del medio ambiente sobre los componentes y las interacciones entre ellos. Al considerar la contribución de cada uno de los componentes, puede apreciarse que número de vainas por racimo (X_3) y número de racimos por planta (X_1) en conjunto aportan un 60,49%, lo que sugiere la conveniencia de calcular los coeficientes de regresión estandarizados para estas dos variables a fin de valorar la utilidad de éstas en la predicción del rendimiento.

Cuadro 3 — Análisis de regresión múltiple entre seis componentes de rendimiento y el rendimiento actual en semilla.

<i>Variable agregada</i>	<i>Coefficientes parciales de regresión</i>	<i>Desviación estándar del rendimiento</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Coefficiente de determinación</i>
Vainas por racimo (X_3)	$b_3 = 2,37$	3,19	24	0,409275
Racimos por planta (X_1)	$b_1 = 0,05$ $b_3 = 1,81$	2,67	23	0,604906
Flores por racimo (X_2)	$b_1 = 0,05$ $b_2 = 1,16$ $b_3 = 1,67$	2,67	22	0,620167
Semillas por vaina (X_4)	$b_1 = 0,05$ $b_2 = 1,19$ $b_3 = 1,22$ $b_4 = 0,16$	2,68	21	0,635502
Tallos sin flores por planta (X_6)	$b_1 = 0,04$ $b_2 = 0,81$ $b_3 = 1,69$ $b_4 = 0,23$ $b_6 = 0,06$	2,69	20	0,650505
Peso de semillas (X_5)	$b_1 = 0,04$ $b_2 = 0,81$ $b_3 = 1,60$ $b_4 = 0,28$ $b_5 = 0,14$ $b_6 = 0,07$	2,74	19	0,654654

El cálculo para estos coeficientes (Steele y Torrie, 1960), es el siguiente:

$$b_1' = \frac{r_{1Y} - r_{3Y} \cdot r_{13}}{1 - r_{13}^2} = 0,4737$$

y

$$b_3' = \frac{r_{3Y} - r_{1Y} \cdot r_{13}}{1 - r_{13}^2} = 0,4884$$

Puede apreciarse a través de los valores b' , que las dos variables (X_1 y X_3) son igualmente útiles en la predicción del rendimiento en semilla. Considerando este resultado, parece apropiado intentar a través del cálculo de ecuaciones predictivas la estimación del rendimiento basado en las dos variables y su posterior comparación con el rendimiento real obtenido. La ecuación predictiva es la siguiente:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_3 X_3$$

donde,

Y = rendimiento.

a = constante.

b_1 = coeficiente múltiple de regresión de X_1 con Y.

b_3 = coeficiente múltiple de regresión de X_3 con Y.

X_1 = número de racimos por planta.

X_3 = número de vainas por racimo.

La comparación entre el rendimiento potencial calculado y el observado puede verse en el Cuadro 4.

La prueba de "t" para la diferencia entre el rendimiento observado y el potencial no fue significativa. Esto quiere decir que el rendimiento verdadero puede ser estimado usando sólo dos componentes, racimos por planta y vainas por racimo. Esencialmente, este método ahorra tiempo y puede ser útil al fitomejorador, sujeto a una adecuada medición de las variables en estudio.

CONCLUSIONES

—De todos los coeficientes de correlación calculados para los diferentes componentes y rendimiento, los coeficientes de correlación para número de racimos por planta (X_1) y número de vainas por racimo (X_3) fueron significativos al 1%. Número de semillas por vaina (X_4) estuvo asociado con rendimiento (X_7) a nivel de 0,05. Los demás componentes no fueron significativos.

Cuadro 4 — Rendimiento observado comparado con el rendimiento potencial en gramos, calculado por regresión múltiple y con las variables número de racimos por planta (X_1) y número de vainas por racimo (X_3).

Clones	Calculado ^a g	Observado g	Diferencia g
1	4,34	4,30	+0,04
2	4,02	4,32	-0,30
3	5,43	3,58	+1,85
4	6,43	2,90	+3,53
5	-0,30	1,76	-2,06
6	3,54	2,50	+1,04
7	-1,54	0,66	-2,20
8	8,19	4,20	+3,99
9	-1,17	0,35	-1,52
10	4,01	4,28	-0,27
11	3,37	3,48	-0,11
12	7,82	12,44	-4,62
13	0,61	0,14	+0,47
14	6,62	7,75	-1,13
15	6,16	9,50	-3,34
16	6,45	5,16	+1,29
17	9,31	15,60	-6,29
18	8,77	13,72	-4,95
19	6,17	3,35	+2,82
20	8,17	8,40	-0,23
21	8,54	5,80	+2,74
22	5,44	4,10	+1,34
23	7,65	7,26	+0,39
24	1,19	0,54	+0,65
25	5,67	6,68	-1,01
26	3,60	2,14	+1,46
\bar{x}	4,94	5,19	0,25 n.s. ^b

^aY = -8,10 + 0,05 (x_1) + 1,81 (x_3).

^bNo significativo, prueba de "t" de Student.

—Los resultados obtenidos a través del análisis de regresión múltiple, mostraron, además, que las variables X_1 y X_3 tuvieron la mayor influencia sobre el rendimiento. El análisis indicó que cuando ambas variables se consideraron en conjunto, contribuyeron con el 60,49% de la variación en el rendimiento.

—El cálculo de los coeficientes de regresión estandarizados indicó que ambas variables (X_1 y X_3) fueron igualmente útiles en predecir el rendimiento.

—Los rendimientos obtenidos a través de las ecuaciones predictivas, no fueron significativamente diferentes a los rendimientos obtenidos en el ensayo, lo que confirma la utilidad de

ambos componentes (X_1 y X_3) en la selección para rendimiento.

—Los resultados sugieren la conveniencia

de ampliar la información existente antes de iniciar un programa de selección en lotera basado en estos principios.

RESUMEN

Veintiséis clones de lotera (*Lotus corniculatus* L.) fueron evaluados a fin de estudiar la relación entre el rendimiento en semilla y el comportamiento de los componentes de rendimiento. Esta asociación fue examinada primeramente a través de coeficientes simples de correlación. Una vez encontrados los componentes que mostraron un grado de asociación significativo con el rendimiento, éstos fueron estudiados a través de un análisis de regresión múltiple con el objeto de determinar qué parte de la variación en el rendimiento se debía a variaciones en los componentes. Esto permitió seleccionar dos componentes: número de racimos por planta (X_1), y número de vainas por racimo (X_3), igualmente importantes en su influencia sobre el rendimiento. Cuando estas variables fueron consideradas en conjunto, contribuyeron con el 60,49% de la variación observada en el rendimiento, que fue, en total, de sólo un 65,46% cuando se consideraron todas las variables estudiadas. El rendimiento teórico estimado basado en los coeficientes de regresión de X_1 y X_3 , no mostró diferencia significativa con el rendimiento real obtenido, lo que indica que el rendimiento en semilla puede ser estimado en base al estudio de estos dos componentes.

SUMMARY

Twenty-six clones of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) were evaluated to determine relationships between seed yield and its components. This relationship was examined by means of simple correlation coefficients. Some seed yield components were found significantly associated with seed yield. Variations in seed yield accounted for by variation in the characteristics measured were calculated by stepwise regression analysis. The analysis showed that number of cluster per plant (X_1) and number of pods per cluster (X_3) had the greatest influence on seed yield. When these two variables were acting together, they accounted for 60.49 percent of the variation in seed yield. Total variation due to components was only 65.46 percent. Predicted yields based on regression coefficients did not show significant differences with harvested seed yield. This indicates that seed yield could be estimated by using only these two variables.

LITERATURA CITADA

- ALBRECHTSEN, R. S., DAVIS, R. L. and KEIM, W. F. 1966. Components of seed yield and associated characteristics in *Lotus corniculatus* L. *Crop Science*. 6: 355-358.
- ATKINS, R. E., REICH, V. H. and KERN, J. J. 1968. Performance of short stature grain sorghum hybrids at different row and plant spacings. *Agronomy Journal*. 60: 515-518.
- BONIN, S. G. and GOPLEN, B. P. 1966. Heritability of seed yield components and some visually evaluated characters in reed canary grass. *Canadian Journal of Plant Science*. 46: 51-58.
- KNEEBONE, W. R. 1966. Genotypic and environmental variances of seed yield components in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Agronomy Abstracts*. American Society of Agronomy, annual meeting. August. 1966. p. 9.
- MC DONALD, H. A. 1946. Birdsfoot trefoil. Its characteristics and potentialities as a forage legume. *Memoir* 261. Cornell Agricultural Experiment Station. 182 p.
- PEDERSEN, M. W. and NYE, W. P. 1962. Alfalfa seed production studies. Utah Agriculture Experiment Station. Bulletin 436. 22 p.
- SHAKUDO, K. and YASUMURO, Y. 1968. Interaction of density of planting and genotype with regard to yield and its components in ladino clover. *Japanese Journal of Breeding*. 18: 22-26. (*Plant Breeding Abstracts*. 39: N° 848. 1969).
- STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York. Mc Graw-Hill. 481 p.
- TAYLOR, N. L., DADE, E. and GARRISON, C. S. 1966. Factors involved in seed production of red clover clones and their polycross progenies at two diverse locations. *Crop Science*. 6: 535-538.