

C. Portabella, F. Casañas, J. Alboquers y L.I. Bosch

VARIABILIDAD EN ALFALFA

Separata de

*ANALES DE LA ESTACION EXPERIMENTAL DE AULA DEI, 16 (1/2): 159-171, 1982*

# Variabilidad fenotípica, correlaciones entre caracteres morfológicos y agronómicos en la alfalfa Aragón (*Medicago sativa*)

Por C. Portabella, F. Casañas, J. Alboquers y Ll. Bosch.

Departamento de Biología  
Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. BARCELONA

---

Recibido el 21-XII-82

---

## A B S T R A C T

PORTABELLA, C.; CASANAS, F.; ALBOQUERS, J. y BOSCH, Ll., 1982. Phenotypic variability and correlation between morfologic characters in "Aragón" alfalfa (*Medicago sativa*, L.) *An. Aula Dei* 16 (1-2): 159-171.

In a population of "Aragón" alfalfa we studied the phenotypic variability in 32 morphological characters and the correlation between them.

The analysis of the results shows the great variability of the principal characters of agronomic interest (fresh and dry weight, number of stems, number of leaves per stem), and also enables us to construct an "ideotype" of alfalfa, based on the correlation of the characters studied, with the production, and characterized by having a long cycle, and having numerous, long thick stems with many inter-nodes.

## I N T R O D U C C I O N

Los programas de mejora genética exigen, para su desarrollo, un buen conocimiento del material que se desea mejorar. Esta información debe abarcar fundamentalmente la variabilidad fenotípica, las correlaciones existentes entre los caracteres morfológicos y agronómicos y la heredabilidad de los caracteres que se intenta mejorar.

En el caso de la alfalfa diversos autores han hallado correlaciones significativas entre caracteres morfológicos y agronómicos. La produc-

ción de materia seca está significativamente correlacionada con: número de tallos (VERMEULEN, W. J. 1969; HART, R. H. *et al.* 1978; DOBIAS, A. y SESTRHENKA, A. 1976; RAMMAH, A. M. y BOJTOS, Z. 1976), peso de los tallos (VERMEULEN, W. J. 1969), área foliar (HART, R. H. *et al.* 1978), altura de los tallos (DOBIAS, A. y SESTRHENKA, A. 1976), número de hojas por tallo (VERMEULEN, W. J. 1969), peso específico de las hojas inferiores de las plantas (CHILCOTE, D. D. *et al.* 1981), tamaño de la hoja (EVANS, D. W. y PEADEN, R. N. 1981). La producción de semilla está a su vez correlacionada, con el número de racimos por planta, color de la flor, número de tallos y peso de la planta (RUMBAUGH, M. D. *et al.* 1971).

Por lo que respecta a las estimas de heredabilidad de caracteres en alfalfa, parece claro que sus valores, dependen en gran medida: 1.º De la estructura genética de la población (RAMMAH, A. M. y BOJTOS, Z. 1976), 2.º del clima y tipo de suelo (DADAY, H. *et al.* 1973), 3.º del tipo de siembra —densa o clara— (RAMMAH, A. M. y BOJTOS, Z. 1976) y 4.º del método empleado para calcularlos (LORENZETI, F. 1966; KEHR, W. R. 1961; KEHR, W. R. y GARDNER, C. O. 1960). De la abundante bibliografía existente al respecto valgan como cifras orientativas las de  $h^2 = 31\%$  para las proteínas solubles (GUTEK, L. H. *et al.* 1976),  $h^2 = 45\%$  para el diámetro de las plantas y de 23 a 46% para la supervivencia de las mismas (DADAY, H. 1968),  $h^2 = 25\%$  (KEHR, W. R. y GARDNER, C. O. 1960) y  $h^2 = 8\%$  (DOBIAS, A. y SESTRHENKA, A. 1976), para la producción.

En líneas generales se puede afirmar que existe una considerable concordancia por lo que respecta al valor de coeficientes de correlación calculados entre dos mismos pares de caracteres y medidos en distintas variedades. No puede decirse lo mismo, sin embargo, por lo que respecta al cálculo de la heredabilidad que presenta una gran dispersión de valores para un mismo carácter, dispersión en algún caso difícil de justificar, a pesar de las dificultades obvias que se presentan a la hora de calcular las distintas varianzas genéticas.

Los estudios que se han realizado en España sobre los ecotipos autóctonos (Aragón, Tierra de Campos, Urgell, Empordà, Mediterraneo, etc) han buscado enfoques eminentemente agronómicos (HIDALGO, F. 1967), abordando sólo eventualmente aspectos más genéticos (HIDALGO, F. 1977). El trabajo que aquí se presenta pretende insistir en el estudio del ecotipo Aragón, sin duda el de mayor utilización en España, investigando la variabilidad fenotípica y las correlaciones fenotípicas que existen entre diversos caracteres morfológicos y de interés agronómico, con objeto de facilitar los proyectos de mejora de este ecotipo que se vienen desarrollando últimamente.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio fue llevado a cabo en los campos de experimentación de forrajeras en Torrebónica (Terrassa), en la comarca del Vallès Occidental, provincia de Barcelona, en régimen de regadío.

CUADRO 1. — *Temperatura y humedad relativa por meses (media de máximas, media de mínimas, máxima y mínima)*

	X Tmax	X Tmin	Tmax	Tmin	X Hmax	X Hmin	%Hmax	%Hmin
	°C	°C	°C	°C	%	%	%	%
JUNIO	24,8	14,44	35	10	85,57	45,46	96	23
JULIO	26,37	15,25	30,5	12	88,03	42,22	95	28
AGOSTO	27,91	17,2	35	13	86,61	43,66	94	23
SEPTIEMBRE	25,25	15,47	30	8	39,63	48,43	95	30
OCTUBRE	21,90	10,87	29	4,5	88,57	41,92	96	23

El material vegetal utilizado fue una población de alfalfa del eco-tipo Aragón. Se partió, inicialmente, de una parcela sembrada con plantas individuales. El marco de plantación era de 80 cm a marco real. La parcela experimental fue sembrada en Abril de 1980 y hasta la fecha de inicio del estudio se habían efectuado 5 cortes, 4 de primer año y 1 de segundo. Los datos correspondientes a la climatología se encuentran en el Cuadro 1.

CUADRO 1

La toma de datos para el desarrollo del estudio se realizó durante los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1981, iniciándose el 23 de Junio inmediatamente después de un corte conjunto de todas las plantas (corte cero).

El número total de individuos estudiados fue de 93. Para cada uno de ellos se midieron los 32 caracteres que se especifican a continuación y que corresponden a dos ciclos sucesivos de crecimiento de la planta: (1) Intervalo 1.<sup>a</sup> floración: Días desde el corte cero hasta la fecha de aparición de la primera flor en cada planta. (2) Días del ciclo: Días desde el corte cero hasta el siguientes, efectuado en el momento en que se detenía el crecimiento en altura de 5 tallos determinados, que eran medidos cada dos días. (3) Intervalo 2.<sup>a</sup> floración: Días desde el corte 1 hasta la aparición de la primera flor en cada planta. (4) N.<sup>o</sup> de tallos 1.<sup>o</sup> ciclo: Número de tallos principales en el primer ciclo. (5) N.<sup>o</sup> de tallos 2.<sup>o</sup> ciclo: Número de tallos principales en el segundo ciclo. (6) Peso fresco: Peso de la planta completa medido inmediatamente después del corte 1. (7) Peso seco: Peso en gramos de la planta completa tras sufrir el proceso de desecación en desecador-estufa termoestable, 24 horas a 60, °C, seguidas de 48 horas a 85. °C de temperatura. (8) % Materia seca: Calculada a partir de los datos de los caracteres 6 y 7. (9) Relación Peso seco tallos/Peso seco hojas: A partir de 10 tallos por planta, tras separar hojas y tallos y someter ambas porciones al proceso de desecación descrito en 7. La elección al azar de los tallos se realizó en el momento del corte 1. (10) Altura 1.<sup>o</sup> ciclo: Altura en cm del tallo más alto de la planta en el momento en que se detenía el crecimiento en el ciclo 1. (11) Altura 2.<sup>o</sup> ciclo: Igual que en 10 pero en el 2.<sup>o</sup> ciclo. (12) Angulo de los tallos 1.<sup>o</sup> ciclo: Angulo expresado en grados sexagesimales, comprendido entre los tallos externos y el suelo, al final del 1.<sup>o</sup> ciclo. (13) Angulo de los tallos 2.<sup>o</sup> ciclo: Igual que en 12 pero en el 2.<sup>o</sup> ciclo. (14) Porte 1.<sup>o</sup> ciclo: Según una escala subjetiva de valores del 1 al 5. 1 —planta muy erguida, 5— planta rastrera, valoración realizada al final del 1.<sup>o</sup> ciclo. (15) Porte 2.<sup>o</sup> ciclo: Igual que en 14 pero realizada en el 2.<sup>o</sup> ciclo. (16) N.<sup>o</sup> de hojas/tallo. Expresado en números reales y calculado a partir de 5 tallos en el momento del corte 1. (17) N.<sup>o</sup> de entrenudos/tallo: Expresado en números reales y calculado a partir de 5 tallos en el momento del corte 1. Se consideraron sólo los entrenudos del tallo principal. (18) Diámetro 1.<sup>o</sup> entrenudo (Entrenudo inferior). Expresado en décimas de milímetro, y calculado a partir de 5 tallos en el momento del corte 1, tras pasarlos por la estufa y seguir el proceso descrito en 7 para el peso seco. (19) Diámetro 2.<sup>o</sup> entrenudo: Igual que en 18. (20) Diámetro 1.<sup>o</sup> entrenudo: Igual que en 18. (21) Media de la longitud de los entrenudos/tallo: Expresado en centímetros y calculado a partir de 5 tallos en el momento del corte 1, considerando todos los entrenudos hasta que estos eran menores de 0,5 cms. (22) Longitud foliolo 1.<sup>o</sup> ciclo: Expresado en milímetros y calculado a partir de los

foliolos centrales de la primera, quinta y novena hojas de 3 tallos tomados al azar en el 1er. corte. (23) Ancho foliolo 1er. ciclo: Expresado en milímetros y calculado en los mismos foliolos que el carácter 22. (24) Longitud foliolo 2.º ciclo: Calculado de igual forma que en 22, pero en el 2.º ciclo. (25) Ancho foliolo 2.º ciclo: Calculado igual que en 23 pero en el 2.º ciclo. (26) L/A foliolo 1er. ciclo: Cociente de los valores correspondientes a los apartados 22/23. (27) L/A foliolo 2.º ciclo: Cociente de los valores correspondientes a los apartados 24/25. (28) N.º de inflorescencias/tallo: Expresado en números reales, y estimado a partir de 10 tallos de cada planta escogidos al azar. (29) Tipo de inflorescencias: Medido según una escala subjetiva de valores del 1 al 3, conforme a la valoración: 1- inflorescencia de tipo alargado, 2- inflorescencia de tipo medio y 3- inflorescencia de tipo corto. (30) Color de la flor: Medido según una escala subjetiva del 1 al 3 (dentro del violeta) y conforme a la valoración: 1- claro, 2- medio y 3- oscuro. (31) N.º de frutos: Medido según una escala subjetiva de valores del 1 al 5 y calculado a partir de los 10 tallos marcados para el carácter 28, y siguiendo la valoración: 1- muy pocos frutos, 5- muchos frutos. (32) Semillas por fruto: Medido según una escala subjetiva de valores del 1 al 5 y calculado a partir de los 10 tallos del carácter 31 y en 2 frutos por inflorescencia, siguiendo la valoración: 1- muy pocas semillas/fruto, 5 - muchas semillas/fruto.

Los métodos estadísticos utilizados para el estudio de la variabilidad son la media, la desviación típica y el coeficiente de variación. Ello permite delimitar la variabilidad para cada carácter. Asimismo fueron sometidos los caracteres al Test de Normalidad según el modelo de Kolmogorov-Smirnov.

Para el cálculo de los coeficientes de correlación entre caracteres, se distinguió entre las variables continuas, que fueron sometidas al cálculo de los coeficientes de correlación de Pearson y Lee haciendo todos los pares posibles de combinaciones y las variables discontinuas, en las que se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para relacionarlas con la producción en M. S.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La mayoría de los caracteres medidos presentan una distribución normal excepto: intervalos de floración (de 1er. y 2.º ciclo), días del ciclo y ángulo de los tallos (de 1er. y 2.º ciclo) (ver cuadro 2). Se han ensayado con estas distribuciones diversos métodos de transformación geométricos y algebraicos para intentar descubrir el origen de esta falta de normalidad, pero sin éxito.

C A R A C T E R	X	S/X	estimad. Normal.
1. — Intervalo 1.º floración	17,49	0,216	0,2191 <sup>+</sup>
2. — Días del ciclo	31,21	0,124	0,1236 <sup>+</sup>
3. — Intervalo 2.º floración	21,27	0,220	0,1171 <sup>+</sup>
4. — N.º de tallos ler. ciclo	81,55	0,313	0,0566
5. — N.º de tallos 2.º ciclo	81,80	0,328	0,0496
6. — Peso fresco	599,92	0,395	0,0587
7. — Peso seco	138,25	0,415	0,0633
8. — Materia seca (%)	24,00	0,106	0,0667
9. — Peso seco tallos/Peso seco hojas	1,171	0,168	0,0738
10. — Altura ler. ciclo	75,36	0,220	0,0443
11. — Altura 2.º ciclo	76,06	0,175	0,0722
12. — Angulo tallos ler. ciclo	57,45	0,318	0,1427 <sup>+</sup>
13. — Angulo tallos 2.º ciclo	62,65	0,181	0,1351 <sup>+</sup>
14. — Calificación por el porte ler. ciclo	3,43	0,387	—
15. — Calificación por el porte 2.º ciclo	3,03	0,372	—
16. — N.º de hojas/Tallo	40,50	0,369	0,0789
17. — N.º de entrenudos/Tallo	11,08	0,150	0,0801
18. — Diámetro ler. entrenudo	24,52	0,156	0,0850
19. — Diámetro 2.º entrenudo	26,07	0,144	0,0616
20. — Diámetro ler. entrenudo	26,11	0,146	0,0685
21. — Longitud entrenudos	5,77	0,142	0,0818
22. — Longitud foliolo ler. ciclo	30,76	0,125	0,0619
23. — Ancho foliolo ler. ciclo	14,08	0,159	0,0872
24. — Longitud foliolo 2.º ciclo	29,12	0,112	0,0726
25. — Ancho foliolo 2.º ciclo	13,82	0,174	0,0672
26. — Cociente L/A foliolo ler. ciclo	2,20	0,136	0,0597
27. — Cociente L/A foliolo 2.º ciclo	2,14	0,158	0,0769
28. — N.º inflorescencias/tallo	6,91	0,518	0,0772
29. — Tipo de inflorescencia	2,19	0,283	—
30. — Color de la inflorescencia	2,61	0,272	—
31. — Calificación N.º frutos	2,45	0,567	—
32. — Calificación semillas/fruto	2,74	0,503	—

CUADRO 2. — Valores de media ( $X$ ), coeficiente de variación ( $S/X$ ) y estimador de la normalidad, para los caracteres estudiados. Los vacíos en la columna del estimador de la normalidad corresponden a caracteres discontinuos. (+  $p \leq 0,05$ ).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1		.2389 <sup>*</sup>																										
2			.457 <sup>***</sup>	.0466 <sup>0</sup>	.1370 <sup>0</sup>	.1506 <sup>8</sup>	.1488 <sup>0</sup>	-.1360 <sup>7</sup>	.1033 <sup>7</sup>	.1597 <sup>4</sup>	-.0323 <sup>3</sup>	.1136 <sup>6</sup>	.0527 <sup>1</sup>	-.2486 <sup>0</sup>	-.1541 <sup>1</sup>	.0919 <sup>2</sup>	-.0227 <sup>4</sup>	.2156 <sup>3</sup>	.1562 <sup>5</sup>	.1462 <sup>6</sup>	.2189 <sup>6</sup>	.1949 <sup>9</sup>	.3435 <sup>9</sup>	.0643 <sup>7</sup>	.1933 <sup>8</sup>	-.2399 <sup>4</sup>		
3				.0909 <sup>6</sup>	.0901 <sup>0</sup>	.1808 <sup>0</sup>	.0781 <sup>8</sup>	-.3923 <sup>1</sup>	.1832 <sup>2</sup>	.0002 <sup>0</sup>	-.2218 <sup>1</sup>	.0854 <sup>3</sup>	.2224 <sup>3</sup>	.0407 <sup>1</sup>	-.2455 <sup>1</sup>	.1241 <sup>6</sup>	-.2056 <sup>3</sup>	.0896 <sup>2</sup>	-.0892 <sup>4</sup>	-.0320 <sup>1</sup>	.2825 <sup>6</sup>	.1556 <sup>2</sup>	.1883 <sup>3</sup>	.1187 <sup>1</sup>	.3154 <sup>8</sup>	-.4831 <sup>8</sup>		
4					.7897 <sup>2</sup>	.6131 <sup>2</sup>	.6018 <sup>4</sup>	-.2715 <sup>1</sup>	.1358 <sup>8</sup>	.1591 <sup>1</sup>	.0134 <sup>0</sup>	.2765 <sup>4</sup>	-.0942 <sup>0</sup>	.0678 <sup>8</sup>	.0134 <sup>8</sup>	.1108 <sup>8</sup>	.1490 <sup>0</sup>	.1890 <sup>2</sup>	-.2121 <sup>7</sup>	-.2125 <sup>4</sup>	.1120 <sup>7</sup>	.1060 <sup>2</sup>	-.0035 <sup>1</sup>	.0809 <sup>8</sup>	.0154 <sup>1</sup>	-.1243 <sup>7</sup>		
5						.6215 <sup>1</sup>	.6551 <sup>2</sup>	-.1365 <sup>9</sup>	.1736 <sup>9</sup>	.2923 <sup>9</sup>	.0247 <sup>8</sup>	.1208 <sup>8</sup>	-.0174 <sup>1</sup>	-.0113 <sup>2</sup>	-.0533 <sup>1</sup>	.2718 <sup>1</sup>	.3051 <sup>1</sup>	-.0633 <sup>1</sup>	-.1160 <sup>5</sup>	.1338 <sup>8</sup>	.0600 <sup>3</sup>	.0871 <sup>0</sup>	.0560 <sup>4</sup>	-.0044 <sup>7</sup>	.0517 <sup>1</sup>	-.2564 <sup>9</sup>		
6							.9655 <sup>1</sup>	-.5025 <sup>1</sup>	.4865 <sup>0</sup>	.5714 <sup>3</sup>	.0434 <sup>3</sup>	.2363 <sup>4</sup>	-.0873 <sup>2</sup>	.1354 <sup>3</sup>	-.2647 <sup>1</sup>	.5752 <sup>3</sup>	.4373 <sup>3</sup>	.2964 <sup>2</sup>	.2991 <sup>2</sup>	.2944 <sup>3</sup>	.4210 <sup>3</sup>	.3521 <sup>3</sup>	.3394 <sup>0</sup>	.1385 <sup>8</sup>	.3006 <sup>8</sup>	-.1926 <sup>9</sup>		
7								-.2821 <sup>1</sup>	.5109 <sup>3</sup>	.6348 <sup>3</sup>	.0856 <sup>8</sup>	.1925 <sup>2</sup>	-.0784 <sup>2</sup>	.1048 <sup>3</sup>	-.1750 <sup>1</sup>	.8101 <sup>8</sup>	.4852 <sup>9</sup>	.3318 <sup>8</sup>	.3369 <sup>9</sup>	.3219 <sup>5</sup>	.4273 <sup>2</sup>	.3392 <sup>2</sup>	.3081 <sup>7</sup>	.1229 <sup>8</sup>	.2217 <sup>7</sup>	-.1594 <sup>6</sup>		
8									-.1274 <sup>3</sup>	.0480 <sup>0</sup>	.1437 <sup>3</sup>	.2687 <sup>7</sup>	.0390 <sup>4</sup>	.1399 <sup>5</sup>	.3845 <sup>2</sup>	-.1771 <sup>1</sup>	-.0775 <sup>1</sup>	.0081 <sup>7</sup>	.0031 <sup>9</sup>	-.0264 <sup>1</sup>	.1375 <sup>6</sup>	-.2627 <sup>1</sup>	-.2512 <sup>1</sup>	-.1512 <sup>8</sup>	-.3808 <sup>8</sup>	.1850 <sup>0</sup>		
9										.5732 <sup>2</sup>	.3075 <sup>1</sup>	.0220 <sup>7</sup>	.0527 <sup>1</sup>	.1179 <sup>2</sup>	-.0982 <sup>1</sup>	.2795 <sup>9</sup>	.2048 <sup>8</sup>	.3941 <sup>1</sup>	.4087 <sup>8</sup>	.4277 <sup>8</sup>	.5834 <sup>8</sup>	.1368 <sup>4</sup>	.1786 <sup>0</sup>	.1016 <sup>7</sup>	.1622 <sup>4</sup>	-.0597 <sup>7</sup>		
10											.2172 <sup>3</sup>	.0453 <sup>6</sup>	.1013 <sup>3</sup>	.1412 <sup>4</sup>	-.0852 <sup>1</sup>	.5943 <sup>7</sup>	.5966 <sup>3</sup>	.5353 <sup>0</sup>	.5162 <sup>4</sup>	.4783 <sup>2</sup>	.4904 <sup>0</sup>	.2062 <sup>5</sup>	.2494 <sup>3</sup>	-.0392 <sup>1</sup>	.0260 <sup>9</sup>	-.0849 <sup>7</sup>		
11												.2836 <sup>0</sup>	.1764 <sup>9</sup>	-.0225 <sup>6</sup>	.1511 <sup>4</sup>	-.1018 <sup>1</sup>	-.0140 <sup>1</sup>	.1440 <sup>8</sup>	.1694 <sup>8</sup>	.2023 <sup>3</sup>	.2411 <sup>7</sup>	.0033 <sup>6</sup>	.0623 <sup>1</sup>	.2076 <sup>4</sup>	.0233 <sup>2</sup>	.3980 <sup>0</sup>		
12													.2900 <sup>7</sup>	.1404 <sup>1</sup>	.0376 <sup>4</sup>	-.2390 <sup>1</sup>	-.1488 <sup>1</sup>	.2032 <sup>0</sup>	.1845 <sup>4</sup>	.1594 <sup>8</sup>	-.0279 <sup>5</sup>	-.1037 <sup>1</sup>	.0437 <sup>9</sup>	-.2990 <sup>1</sup>	-.2076 <sup>8</sup>	.1671 <sup>9</sup>		
13															-.0658 <sup>7</sup>	-.0935 <sup>1</sup>	-.1593 <sup>1</sup>	-.0290 <sup>1</sup>	-.0285 <sup>1</sup>	-.0380 <sup>1</sup>	.0443 <sup>8</sup>	.0589 <sup>4</sup>	.0042 <sup>1</sup>	.0700 <sup>4</sup>	-.0046 <sup>1</sup>	.1254 <sup>1</sup>		
14																.6450 <sup>1</sup>	-.0650 <sup>1</sup>	.0052 <sup>6</sup>	-.3092 <sup>1</sup>	-.2784 <sup>9</sup>	-.2494 <sup>1</sup>	.1050 <sup>0</sup>	-.7003 <sup>1</sup>	.1252 <sup>7</sup>	-.4318 <sup>1</sup>	.0963 <sup>6</sup>		
15																	-.1517 <sup>1</sup>	-.1595 <sup>1</sup>	-.1482 <sup>1</sup>	-.1207 <sup>1</sup>	.1425 <sup>2</sup>	-.0937 <sup>1</sup>	-.5479 <sup>1</sup>	.1134 <sup>1</sup>	-.7808 <sup>1</sup>	.1404 <sup>3</sup>		
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												

CUADRO 3. — Matriz de coeficientes de correlación calculados entre todas las variables continuas (1 al 28).  
 (.p ≤ 0,05, ..p ≤ 0,01, ...p ≤ 0,001)

## CUADRO 2

Como se puede apreciar en el cuadro 2, los mayores valores del coeficiente de variación en los caracteres continuos corresponden a aquellos que tienen un mayor interés agronómico: Peso seco, Peso fresco, Hojas/tallo, Número de tallos y Altura (ordenados de mayor a menor). Ello sugiere que dichos caracteres presentan también una apreciable variabilidad genética.

Otro aspecto interesante es que los valores del coeficiente de variación para la alfalfa Aragón calculados por Hidalgo, F. (1977) y correspondientes a los caracteres Peso fresco, Altura y Número de tallos por planta son muy semejantes a los encontrados en el presente trabajo (0,41, 0,11 y 0,31 frente a 0,395, 0,22-0,175 (1er. y 2.º ciclo) y 0,313-0,328 (1er. y 2.º ciclo), respectivamente). Esta concordancia en valores altos estaría en favor de la existencia de, al menos, cierta variabilidad genotípica en los caracteres de interés agronómico.

En el cuadro 3 se encuentran los valores de los coeficientes de correlación, calculados dos a dos, entre todos los caracteres continuos estudiados.

## CUADRO 3

El análisis de esta matriz de correlaciones se ha enfocado desde dos puntos de vista diferentes: a) comprobar si existen grupos de caracteres muy correlacionados entre sí, y b) señalar que caracteres son los que presentan mayor correlación con la producción de Materia seca. Para resolver el primer punto se reordenó la matriz del cuadro 3 moviendo filas y columnas con objeto de agrupar las variables más afines, utilizando el coeficiente de correlación como estimador de la afinidad. (Se han aprovechado como niveles de grafismo los distintos niveles de significación estadística que presentan los coeficientes de correlación).

## FIGURA 1

En la figura 1 se destacan, utilizando la diagonal como centro de gravedad, una serie de grupos con gran afinidad en su interior y con poca o nula afinidad entre ellos. Los que parecen más interesantes son: 1. — L/A foliolo 1er. ciclo, intervalos de las floraciones primera y segunda (variables 26, 1, y 3). 2. — Longitud media de los entrenudos, longitud foliolo 1er. ciclo, anchura del foliolo 1er. ciclo (variables 21,

22 y 23). 3. — Peso seco tallos/peso seco hojas, número de hojas/tallo, altura primer ciclo, diámetros del primer, segundo y tercer entrenudos, días del ciclo y pesos fresco y seco (variables 9, 16, 10, 18, 19, 20, 2, 6 y 7). Este tercer subgrupo es el más numeroso y homogéneo que se aprecia. Aparecen también varios subgrupos independientes constituídos por pares de variables que corresponden, en su mayoría, a caracteres medidos sucesivamente en el primer y segundo ciclo. Algunos autores como FILATOV, F. I. y E. S. ILINGIANA (1976), señalan que estas correlaciones entre ciclos sucesivos no existen para los caracteres de mayor interés agronómico, como la producción. En nuestro caso no podemos asegurarlo con certeza ya que la producción en el segundo ciclo no se midió para poder hacer las estimaciones de floración y fructificación. Si acaso se puede comentar la nula correlación de la altura del segundo ciclo con la altura del primero; al ser la altura un caracter muy correlacionado con la producción de su propio ciclo esto hace pensar que la producción en el segundo ciclo podría tener poca correlación con la del primero, coincidiendo con la apreciación de los autores antes mencionados.

Con respecto a los caracteres que presentan una mayor correlación con la producción de Materia Seca se han agrupado en la figura 2 en la que se presentan alrededor de la producción a una distancia que está en relación inversa con el valor de su coeficiente de correlación.

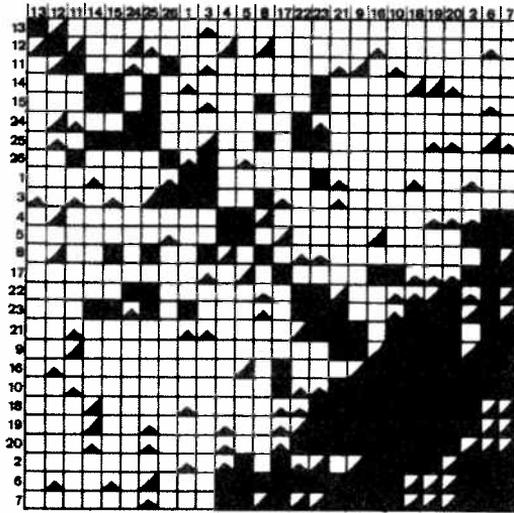


FIG. 1. —Representación simbólica de la significación de la matriz de correlaciones (Cuadro 3) reordenada, agrupando las variables más afines.  
 (  $p \leq 0,001$ ,  $p \leq 0,001$ ,  $p \leq 0,05$ ).

FIGURA 2

Los caracteres que presentan unos valores de correlación mayores con la producción de M. S. resultan ser: a) Peso fresco (0,9665), Días del ciclo (0,630), Número de tallos del primer y segundo ciclo (0,6018-0,6551), Altura en el primer ciclo (0,6334), N.º hojas/tallo (0,6101), Peso seco tallos/peso seco hojas (0,510), N.º entrenudos/tallo (0,4852), Longitud entrenudos (0,4273), significativos al 0,001, b) Diámetros de los entrenudos primero, segundo y tercero (0,3318, 0,3358, 0,3219), Longitud del foliolo en el primer ciclo (0,3338), Anchura del foliolo en el primer ciclo (0,3081), % de Materia seca (-0,2825), significativos al 0,01, c) Ancho del foliolo en el segundo ciclo (0,2217), significativo al 0,05. Se observa que las correlaciones más consistentes se establecen con caracteres medidos en el mismo ciclo que la producción, salvo para el número de tallos, que conserva la correlación incluso medido en el siguiente ciclo. En conjunto los caracteres más correlacionados con la producción coinciden con los hallados en otras variedades de alfalfa por otros autores, y cuyos valores son: para VERMEULEN, W. J. con n.º de tallos (0,780) y altura (0,682); HART, R. H. *et al.* con n.º de tallos (0,74 a 0,90 según el corte); RAMMAH, A. M. y BOJTOS, Z. con n.º de tallos (0,699) y altura (0,622); DOBIAS, A. y SESTRHENKA, A. con n.º de tallos (0,725) y

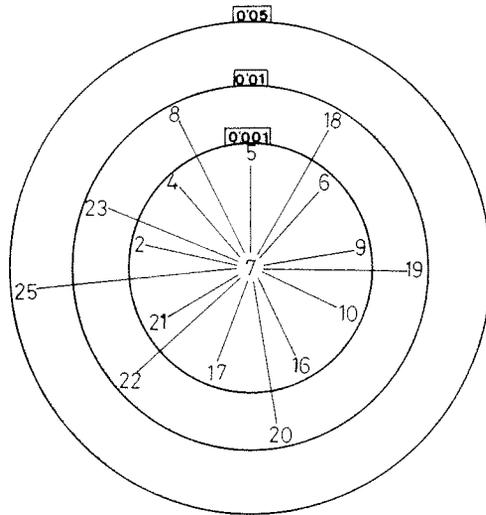


FIG. 2. --Distribución de los caracteres correlacionados con la producción de M.S. Los distintos radios corresponden a los diferentes niveles de significación estadísticos.

altura (0,821).

Hay algunos caracteres para los cuales se efectuaron valoraciones discontinuas con un número reducido de clases. Para estos caracteres que consideramos del máximo interés agronómico se han calculado correlaciones con respecto a la producción de M. S., utilizando el coeficiente de Spearman. En el cuadro 4 están expuestos los valores calculados de dicho coeficiente.

CUADRO 4. — *Valores del coeficiente de correlación de Spearman entre la producción de M. S. y algunos caracteres discontinuos de interés agronómico. ( $++ p \leq 0,01$ ,  $+p \leq 0,05$ )*

	14. Porte 1. <sup>er</sup> Ciclo	15. Porte 2. <sup>o</sup> Ciclo	29. Tipo de flor	30. Color de flor	31. N. <sup>o</sup> de frutos	32. Semi- lla/frutos
7. PESO SECO	++ .47296	++ .45876	+ .30718	- -.13343	++ -.66229	+ -.38508

CUADRO 4

A la vista de los resultados, el porte parece un buen indicador de la producción: Otro punto interesante es la correlación negativa entre la producción de M. S. y la producción de semillas (hay una doble correlación negativa: con el número de frutos y con el número de semillas por fruto). Este punto es especialmente importante ya que el coste de la semilla es un factor limitante en la rentabilidad de las variedades.

## CONCLUSIONES

1. — Existe en el ecotipo Aragón una considerable variabilidad fenotípica, especialmente grande en los caracteres de interés agronómico.
2. — Existen grupos de caracteres especialmente correlacionados entre sí; se trata principalmente de caracteres medidos en un mismo ciclo.
3. — Esto permite estimar la producción de la planta sin necesidad de acudir a la medida directa de la misma.
4. — A partir de esta información se ha confeccionado un "ideotipo" de interés para el mejorador, con una producción de M. S.,

presumiblemente elevada y cuya estimación se hace "de visu". Esta planta debería reunir las condiciones siguientes: ciclo largo y poseer tallos numerosos, largos, gruesos y con muchos entrenudos. De entre las plantas que reúnan estas características deben escogerse siempre las que produzcan un mayor número de semillas.

5. — Teniendo en cuenta que este ideotipo está basado en observaciones hechas en plantas individualizadas, es posible que, en caso de siembra convencional, algunos de los caracteres considerados varíen su grado de correlación con la producción.

## RESUMEN

En una población de alfalfa "Aragón" se estudian la variabilidad fenotípica existente en 32 caracteres morfológicos y las correlaciones que existen entre ellos.

El análisis de los resultados pone de relieve la gran variabilidad que presentan los principales caracteres de interés agronómico (peso fresco y seco, número de tallos, número de hojas/tallo) y permite confeccionar un "ideotipo" de alfalfa (basado en las correlaciones de los caracteres estudiados con la producción), caracterizado por tener un ciclo largo y poseer tallos numerosos, largos, gruesos y con muchos entrenudos.

## REFERENCIAS

- CHILCOTE, D. O., R. V. FRAKES, and R. C. ACKERSON.  
1981 "Specific leaf weight profiles of alfalfa selected genotypes". *Res. Jour. Univ. of Wyoming. Agric. Exp. Stat.* n. 164: 79-85.
- DADAY, H.  
1968 "Heritability and genotypic and environmental correlations of creeping root and persistency in *Medicago sativa*". *Aus. Jour. Agric. Res.* 19: 27-34.
- DADAY, H., F. E. GINET, A. GRASSIA, and J. W. PEAK.  
1973 "The effect of environment on heritability and predicted selection response in *medicago sativa*". *Heredity* 31 (3): 293-308.
- DOBIAS, A. y A. SESTRÍENKA.  
1976 "Genetic variability and correlations of productivity characters of *Lucerne*". *Vedecke Prace. Vyskumneho Ustavu Rastlinej Vyroby. V Piestanoch* 13: 301-307.
- DOMENECH I MASSONS, J. M.<sup>a</sup>  
1977 "Bioestadística, métodos estadísticos para investigadores". *Ed. Herder.*

EVANS, D. W. and R. N. PEADEN.

1981 "Alfalfa leaf size over harvest and seasons". *Res. Jour. Univ. of Wyoming. Agric. Exp. Station* 164: 94-103.

FILATOV, F. I. and E. S. ILINGIANA.

1976 "A lucerne population as an object of selection". *Vestnik Sel Skokhozyaistvennoi Nauki* 6: 67-73.

GUTEK, L. H., B. P. GOPLEN, and R. E. HOWARTH.

1976 "Heritability of soluble proteins in alfalfa". *Crop Sc.* 16: 199-201.

HART, R. H., R. B. PEARCE, N. J. CHATTERTON, G. E. CARLSON, D. K. SARNES and C. H. HANSON.

1978 "Alfalfa yield, specific leaf weight, CO<sub>2</sub> exchange rate, and morphology" *Crop Sc.* 18: 648-653.

HIDALGO, F.

1966 "Clasificación de las alfalfas españolas". *Ed. A. I. M. A.*

1967 "La alfalfa Aragón y su mejora de conservación". *Pastos*, 4: 58-71.

KEHR, W. R.

1961 "General and specific combining ability for four agronomic traits in a diallel series among six alfalfa clones". *Crop Sc.* 1: 53-55.

KEHR, W. R. and C. O. GARDNER.

1960 "Genetic variability in Ranger Alfalfa". *Agron. Jour.* 52: 41-44.

LORENZETI, F.

1966 "Stime di ereditabilità in *Medicago sativa*". *Genética Agraria.* 20: 275-292.

RAMMAH, A. M. and Z. BOJTOS.

1976 "Performance of some genotypes of lucerne under wide and narrow spaced planting". *Acta Agronómica Acad. Sci. Hungaricae* 25: 309-318.

RUMBAUGH, M. D., W. R. KEHR, J. D. AXTELL, L. J. ELLING, E. L. SORENSEN and C. P. WILSIE.

1971 "Predicting seed yield of alfalfa clones". *Tech. Bull. Agric. Exp. Station South Dakota State Univ.* 38.

VERMEULEN, V. J.

1969 "Interrelationships between progenies and some morphological characters in lucerne". *Agroplantae* 1: 129-132.