

Estudio de nueve cultivares de "*Trifolium subterraneum* L."

Análisis factorial de la composición mineral

TERESA MENDIZÁBAL, JESÚS PASTOR y SALVADOR OLIVER
Instituto de Edafología y Biología Vegetal (C.S.I.C.), Madrid

RESUMEN

Se trabajó con nueve cultivares australianos de T. subterraneum L., pertenecientes a las subespecies subterraneum, brachycalycinum y yanninicum.

En ellos se estudiaron el peso seco por planta y diversos caracteres morfológicos.

Asimismo, se analizó el contenido de Ca, Mg, P, Na, K, Mn y Zn de la parte aérea. Con estos datos se realizó un análisis de componentes principales, observándose que los tres primeros ejes principales recogían el 93 % de la varianza total.

La representación tridimensional de estos tres ejes separa los cultivares en tres grupos, según su riqueza en contenido mineral.

El factor I está más relacionado con los contenidos de Mn y Zn, siendo ambas correlaciones de signo positivo. El factor II, con los contenidos de K y Na, siendo también las correlaciones de signo positivo. Mientras que el factor III sólo está correlacionado con el Ca, siendo negativa esta correlación.

Finalmente, se ha relacionado las coordenadas correspondientes a los ejes I, II y III con el llamado exceso de bases ($Ca + Mg + K + Na - P$), expresado en me/100 gr. de materia seca, y se ha obtenido el mejor coeficiente para el eje II (K y Na), significativo al nivel 99 %, seguido de los ejes III y I, significativos a los niveles 95 y 90 %, respectivamente.

Esta comunicación forma parte de un plan de trabajo cuyo objetivo es el estudio de la nutrición de poblaciones pertenecientes a distintas subespecies de *Trifolium subterraneum* L. Para ello se dividió el trabajo en

dos partes; la primera consistió en estudiar la nutrición de cultivares australianos seleccionados, para más tarde comparar los resultados con los obtenidos del estudio de las poblaciones indígenas españolas.

Al estudiar las diferencias existentes entre variedades de una especie vegetal dada en relación con la nutrición, podemos, siguiendo a VOSE (4) (1963), señalar tres procesos fisiológicos como posibles causantes de estas diferencias: absorción de nutrientes, traslocación y metabolismo.

Dentro del apartado de absorción de nutrientes, EPSTEIN y JEFFERIES (1) (1964) señalaban que tanto la morfología de la raíz como los mecanismos de la absorción iónica: absorción-cambio y absorción activa, pueden ser responsables de las diferencias entre los contenidos de un elemento dado por unidad de peso de tejido de plantas de distintas variedades, cultivadas bajo idénticas condiciones.

Como parte previa se realizó un estudio, en vías de publicación, por MARTÍN, MENDIZÁBAL y OLIVER (3) de las relaciones entre la composición y el crecimiento de los cultivares *Bacchus Marsh* y *Clare*; en cuanto a la composición, se obtuvo que las mayores diferencias se observan en el contenido de Ca, mucho mayor para el cultivar *Bacchus Marsh*, y en el contenido de K, mayor para el cultivar *Clare*.

Para completar esta primera parte, se llevó a cabo la experimentación de nuestro estudio.

Se trabajó con nueve cultivares de *Trifolium subterraneum* L., los cultivares *Bacchus Marsch*, *Dwalganup*, *Geraldton*, *Howard*, *Mount Barker*, *Tallarook* y *Woogenelup*, pertenecientes a la subespecie *subterraneum*; el cultivar *Clare*, perteneciente a la subespecie *brachycalycinum* Katzn. and Morley, y el cultivar *Yarloop*, perteneciente a la subespecie *yanninicum* Katzn. and Morley, 1965 (2).

El cultivo fue llevado a cabo en macetas, en las mismas condiciones que el trabajo anterior, cuyo suelo, de acuerdo con el triángulo de textura, fue clasificado como «franco», con pH_{H_2O} 7,54 y con una pequeña cantidad de carbonatos: 2,5 %.

Las macetas se mantuvieron a la intemperie para que el desarrollo de las plantas fuese en condiciones ambientales lo más parecido posible al campo, con la única excepción de que se regaran en los períodos de sequía.

Se realizó la toma de muestra cuando las plantas estaban en fruto.

Se tomaron al azar una media de ocho plantas por cultivar y se estudiaron los caracteres morfológicos expresados en la tabla 1, donde asimismo tenemos los valores obtenidos para el peso seco por planta.

Tabla 1.—Peso seco y caracteres morfológicos de nueve cultivares australianos de «*Trifolium subterraneum* L.»

Cultivares	P	R	L _R	H	L _F
1. Bacchus Marsh	0,55	5,00	4,5	6,6	0,87
2. Clare	0,52	4,70	11,1	5,3	0,86
3. Dwalganup	0,75	5,57	10,1	5,1	0,70
4. Geraldton	0,32	6,00	5,5	6,8	0,82
5. Howard	1,00	4,57	11,2	6,0	1,33
6. Mount Barker.....	0,90	5,00	4,3	6,4	1,31
7. Tallarook	0,34	4,00	2,8	5,4	1,10
8. Woogenelup	1,36	6,57	11,4	7,5	1,14
9. Yarloop	0,43	4,20	8,0	—	1,17

P = Peso seco (gramos/planta).

R = Número medio de ramas principales/planta.

L_R = Longitud media (cm.) de las ramas principales.

H = Número medio de hojas/rama principal.

L_F = Longitud media (cm.) del foliolo central de las hojas de ramas principales.

Al considerar los pesos secos por planta destacan los valores máximos del cultivar *Woogenelup* y los mínimos de *Geraldton* y *Tallarook*, cuatro veces menores. El número medio de ramas principales es bastante uniforme para los nueve cultivares. Respecto a la longitud media de estas ramas principales, vemos cómo el *Clare*, *Dwalganup*, *Howard* y *Woogenelup* tienen una longitud similar, seguidas del *Yarloop*, y con una longitud media prácticamente la mitad en *Bacchus Marsh*, *Geraldton*, *Mount Barker* y *Tallarook*.

En cuanto al número medio de hojas por rama principal, vemos que es muy parecido en los ocho cultivares en los que se ha medido, ya que en *Yarloop* no fue posible realizar esta medida. Por último, respecto de la longitud media del foliolo central de las hojas de las ramas principales, se observan los mayores valores para *Howard* y *Mount Barker*, seguidos de *Tallarook*, *Woogenelup* y *Yarloop*, muy igualados, siendo más pequeños los valores para los restantes cultivares.

Asimismo, se analizó el contenido de Ca, Mg, P, Na, Mn y Zn de la parte aérea de los 9 cultivares; los valores obtenidos los tenemos expresados en la tabla 2. Al querer explicar el comportamiento nutricional de los diferentes cultivares, nos encontramos con siete variables—los siete contenidos—; con el fin de encontrar entre ellas una o varias (< 7) variables que se expliquen por las demás, realizamos un análisis de componentes principales.

Tabla 2.—Contenido de Ca, Mg, P, K, Na, Mn y Zn en la parte aérea de nueve cultivares de «*Trifolium subterraneum* L.»

Cultivares	Porcentajes					p. p. m.	
	Ca	Mg	P	K	Na	Mn	Zn
1. Bacchus Marsch.	2,30	0,34	0,37	0,95	0,04	60	750
2. Clare	1,90	0,39	0,47	1,35	0,06	50	1.020
3. Dwalganup	1,30	0,21	0,19	1,20	0,03	30	100
4. Geraldton	2,00	0,20	0,32	0,30	0,02	35	205
5. Howard	1,70	0,22	0,23	0,70	0,03	35	150
6. Mount Barker...	2,10	0,34	0,33	1,95	0,09	35	102
7. Tallarook	2,40	0,29	0,39	0,50	0,03	50	282
8. Woogenelup	1,80	0,28	0,33	1,55	0,03	25	100
9. Yarloop	1,78	0,25	0,25	0,60	0,02	35	128

La matriz de correlación obtenida se da en la tabla 3.

Tabla 3.—Matriz de correlación entre los diferentes elementos

	Ca	Mg	P	K	Na	Mn	Zn
Ca	1,000	—	—	—	—	—	—
Mg	0,515	1,000	—	—	—	—	—
P	0,698*	0,814**	1,000	—	—	—	—
K	—0,152	0,554	0,157	1,000	—	—	—
Na	0,243	0,717*	0,402	0,785*	1,000	—	—
Mn	0,690*	0,608	0,651	—0,213	0,168	1,000	—
Zn	0,348	0,730*	0,761*	0,054	0,258	0,798*	1,000

(**) significativo a nivel 1 %; (*) significativo a nivel 5 %.

Sabemos que en el análisis de componentes se ha adoptado el criterio de referir la proporción de la varianza total atribuible a cada nuevo eje o componente. En nuestro caso, el primer eje posee el 56 % de la varianza total; entre el primero y el segundo eje contienen el 83 %, y los tres primeros ejes poseen el 93 % de la varianza total.

En este caso, si nos conformamos con el 93 % de información, el análisis de los componentes principales ha tenido el efecto de reducir la dimensionalidad del sistema (siete dimensiones) a un sistema tridimensional.

Las coordenadas de los cultivares respecto a los tres primeros ejes se dan en la tabla 4.

Tabla 4.—Coordenadas de los nueve cultivares de «*Trifolium subterraneum* L.» respecto de los tres primeros ejes

Cultivares	Eje I	Eje II	Eje III
1. Bacchus Marsch ...	89,02	49,28	0,00
2. Clare	100,00	82,62	11,78
3. Dwalganup	0,00	23,65	100,00
4. Geraldton	23,89	0,00	49,52
5. Howard	14,81	14,48	70,63
6. Mount Barker	40,47	100,00	32,75
7. Tallarook	59,96	25,15	5,80
8. Woogenelup	17,81	47,69	64,74
9. Yarloop	19,02	11,01	63,63

Si representamos estos valores en un sistema de tres ejes perpendiculares obtenemos la figura 1. En ella vemos cómo los cultivares se reúnen en tres grupos, de acuerdo con su riqueza en contenido mineral: por una parte, *Dwalganup*, el más pobre; *Geraldton*, *Yarloop*, *Howard* y *Woogenelup*, éste más distante, se sitúan en una posición intermedia, y, finalmente, en posición extrema se encuentran *Mount Barker*, *Tallarook*, *Bacchus Marsh* y *Clare*, los más ricos en contenido mineral.

Si consideramos el factor I, observamos que los contenidos iónicos más correlacionados con él son Mn y Zn, ambos con signo positivo.

Al considerar el factor II, son los contenidos de K y Na los más correlacionados, también con signo positivo.

Mientras que con el factor III únicamente está correlacionado el Ca, siendo negativa esta correlación.

Se han relacionado las coordenadas correspondientes a los ejes I, II y III con el llamado exceso de bases ($\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} - \text{P}$), expresado en me/100 gr. de sustancia seca, encontrando coeficientes de correlación iguales a 0,645, 0,863 y $-0,723$, significativos a los niveles 90, 99 y 95 %, respectivamente.

El eje más relacionado con el exceso de bases es el II (K y Na); luego le sigue el III (Ca) y, por último, el I (Mn y Zn); debemos hacer notar que el Mn y Zn no han intervenido en el cálculo del citado exceso de bases; es un hecho manifiesto que este exceso de bases está bien relacionado con factores tan importantes como son la producción, el nitrógeno y la riqueza en macroelementos.

En una experiencia en que tuviésemos varios suelos, estas coordenadas se podrían relacionar con diferentes propiedades de los mismos, tales como pH, materia orgánica, carbonatos, textura, elementos asimilables, etc. Entonces podríamos saber cuál de estas propiedades está más relacionada con cada uno de los ejes y, como consecuencia, podríamos obtener mayor información sobre las relaciones suelo-planta.

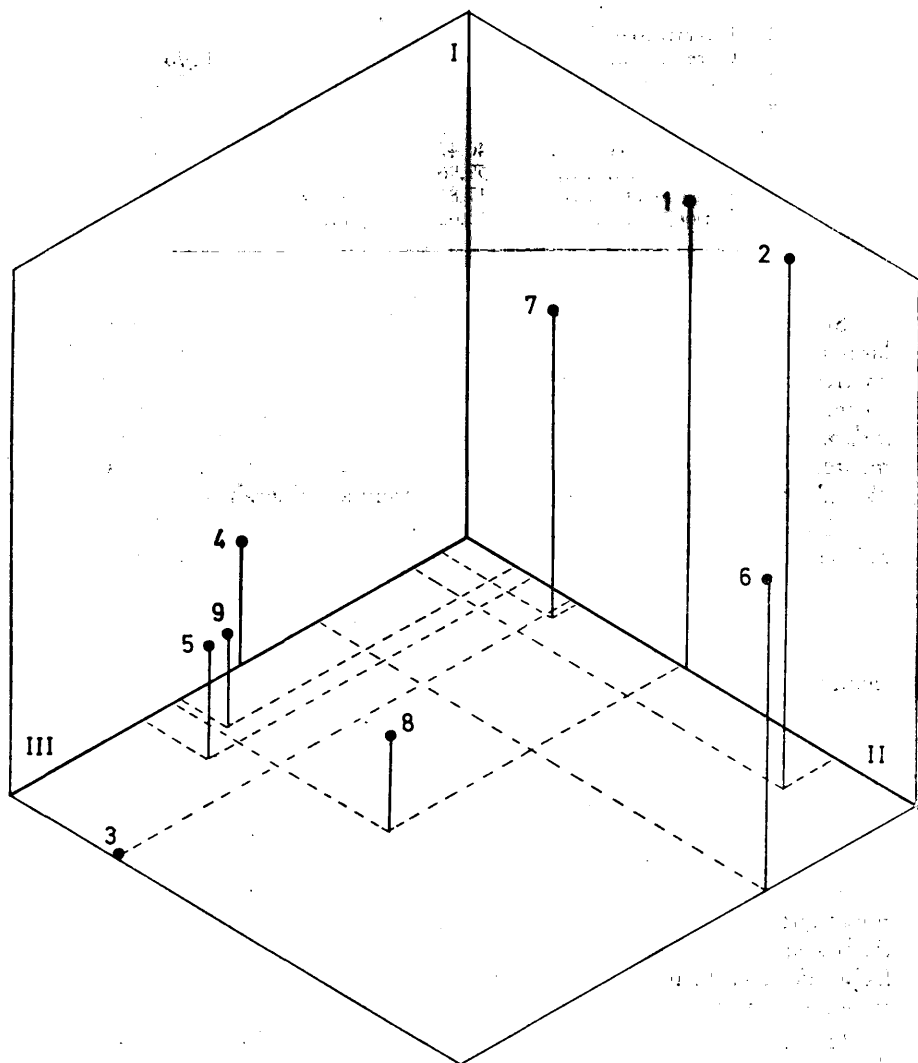


Figura 1.—Situación de los diferentes cultivares en el espacio definido por los tres primeros componentes

BIBLIOGRAFIA

- (1) EPSTEIN, E., y JEFFERIES, R. L., 1964: *Selective ion transport in plants and its genetic control*. «Ann. Rev. Plant. Physiol.» 15, 169-184.
- (2) KATZNELSON, J., y MORLEY, F. H. W., 1965: *A taxonomic revision of sect. Calycomorphum of the genus Trifolium. I The geocarpic species*. «Israel J. Bot.», 14, 112-134.
- (3) MARTIN, A.; MENDIZÁBAL, T., y OLIVER, S.: *Relaciones entre la composición y el crecimiento de dos cultivares de «Trifolium subterraneum L.»* «Anal. Edaf. Agro-biol.» (En prensa.)
- (4) VOSE, P. B., 1963: *Varietal differences in plant nutrition*. «Herbage Abstracts», 33, 1-13.

STUDY ON NINE CULTIVARS OF «TRIFOLIUM SUBTERRANEUM L.» FACTORIAL ANALYSIS OF THE MINERAL COMPOSITION

SUMMARY

Nine Australian cultivars of *T. subterraneum L.* belonging to the *subterraneum L.*, *brachycalycinum*, *Katznelson* and *Morley* and *yanninicum* *Katznelson* and *Morley* subspecies, were used in this study.

Dry weight of tops per plant was obtained and several morphologic characters were measured.

Chemical components, Ca, Mg, P, Na, K, Mn and Zn were determined in tops. With these chemical data an analysis of principal components was carried out; we observed that the first three axes accounted for 93 % of the total variance.

A tridimensional representation of these three axes separates the cultivars in three groups according to their mineral content.

Factor I is more related with the Mn and Zn contents, having both correlations a positive sign. Factor II, with K and Na, having also a positive sign both of them. However, Factor III only is related to Ca, having the correlation a negative sign.

Finally, the coordinates of axes I, II and III were related to the excess base ($\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} - \text{P}$), expressed in me/100 g of dry matter, obtaining the best correlation coefficient for axis II (K and Na), significant at the 99 % level, followed by axes III and I, significant at the 95 and 90 % levels, respectively.