

Respuesta del balance iónico (a_i) de especies del género *Trifolium* a diferentes características edáficas de sus habitats

AMALIA MARTÍN y SALVADOR OLIVER

Instituto de Edafología y Biología Vegetal (C.S.I.C.). Madrid

RESUMEN

*Se ha observado la respuesta de tres especies del género *Trifolium* (*T. cherleri*, *T. glomeratum* y *T. striatum*) a las características del habitat de diferentes lugares mediante el estudio del balance iónico (a_i) de la parte aérea de las mismas. Encontramos que especies agrupadas fitosociológicamente dentro de un mismo orden *Helianthemetalia* son muy distintas entre sí, respondiendo de forma diferente a condiciones ambientales comunes.*

*Hemos visto cómo respondía el balance iónico (a_i) dentro de cada especie en los lugares secos a la clase textural, y en la totalidad de los lugares y por separado en pastizales A con vegetación sólo herbácea o en pastizales B que poseen también vegetación arbórea y arbustiva, a las condiciones hídricas. Encontramos que la textura influye significativamente en el *T. cherleri*, cuando el agua es factor limitante en el crecimiento y no influye en las otras especies. El comportamiento del balance iónico (a_i) de *T. glomeratum* y *T. striatum* respecto al agua es muy diferente para un mismo tipo de lugares de crecimiento (pastizales A y B), siendo esto más interesante que las diferencias encontradas para estas dos especies creciendo en el total de los lugares muestreados donde los valores de (a_i) no son significativamente diferentes.*

Finalmente, hemos estudiado la influencia del nivel de N total del suelo y de los factores edáficos relacionados con la absorción de nutrientes de la planta tales como razón C/N y pH del suelo sobre el balance iónico (a_i) de las tres especies en la totalidad de los lugares y por separado en los lugares secos y húmedos; no se obtuvieron correlaciones significativas para ninguna de las especies, aun-

que sí se observaron diferencias de comportamiento de las dos especies respecto a los diferentes factores considerados; son mucho más parecidas las respuestas de *T. cherleri* y *T. glomeratum* que las de *T. striatum*, que difieren marcadamente de los anteriores.

INTRODUCCIÓN

Conociendo en la actualidad el papel tan importante que tiene para conservar o aumentar el valor nutritivo de los pastizales la relación de leguminosas a gramíneas, así como la necesidad de mejora de los diferentes grupos de pastizales climáticos mediterráneos (oligotrofos), que presentan su máximo desarrollo en el centro y occidente de la Península, hemos dirigido nuestros estudios hacia diferentes especies del género *Trifolium*, leguminosa característica de estos pastizales, recogidas en sus habitats naturales.

El objetivo de nuestro trabajo es profundizar en el conocimiento de las características de los suelos que intervienen en la absorción de los nutrientes por las plantas y conocer la respuesta de una misma especie a las características edáficas y climáticas de diferentes lugares.

Al tratar de la influencia de las características del suelo sobre la composición de la planta nos hemos centrado en el balance de absorción y asimilación (a_i), también llamado exceso de bases o alcalinidad interna, que corresponde con el contenido de aniones de ácidos orgánicos. Su conocimiento ofrece gran interés: a) por ser uno de los factores de las plantas que regulan la tasa de crecimiento de las mismas, y b) por dar idea del valor nutritivo, ya que está estrechamente ligado al contenido de N y a la suma de cationes en la parte aérea de las plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos trabajado con tres especies y en un total de 83 muestras de parte aérea: 17 de *Trifolium cherleri* L., 32 de *T. glomeratum* L. y 34 de *T. striatum* L. Estudiamos cada especie creciente en comunidad y no en cultivo monofito, ya que las relaciones suelo-planta son muy diferentes.

Las plantas se recogieron en diferentes habitats, claros de repoblación de pinos, encinares, jarales, retamares, pastizales llanos o con pendiente y distinto grado de humedad, cuya localización y descripción se detalla en las tablas 1 y 2.

Las muestras se tomaron desde el 30 de abril al 30 de junio de 1969, época en que estas especies estaban en el estado fisiológico de floración, efectuando la recogida cuando la abundancia en la localidad era manifiesta. También se tomaron muestras de la capa superficial de los suelos sobre los que crecían, en 46 localidades distintas a diferentes alturas, desde 500 m. a 1.500 m. sobre el nivel del mar.

En la parte aérea de las plantas se determinaron Ca, Mg, K, Na y P.

El balance de absorción y asimilación (a_i), denominado en nuestro estudio balance iónico, se calculó por diferencia entre la suma de cationes y el contenido de aniones inorgánicos que permanecen como tales

(PO_4H_2^-) después de la asimilación. Prescindimos de los aniones Cl^- por no ser suelos salinos (tablas 1 y 2).

En los suelos se han efectuado las determinaciones siguientes: análisis mecánico, pH en agua, nitrógeno total y materia orgánica, y se ha calculado la razón C/N. La clasificación de las localidades en secas y húmedas se ha efectuado de modo subjetivo (tablas 1 y 2).

Se han comparado los valores medios de los balances iónicos (a_i) de las diferentes especies entre sí, para la totalidad de los lugares y para los lugares comunes, mediante el test de Student.

Se compararon los valores medios de los balances iónicos (a_i) dentro de cada especie mediante el test de Student, considerando las características del habitat, clase textural, condiciones hídricas y según que la vegetación fuese sólo herbácea, pastizales A, o también arbórea y arbustiva, pastizales B (tabla 4).

Finalmente se estudió mediante el cálculo de los coeficientes de correlación la relación entre los balances iónicos (a_i) de las diferentes especies y el nitrógeno total y la razón C/N para la totalidad de los lugares y por separado para los lugares secos y húmedos.

También se calculó el coeficiente de correlación del balance iónico (a_i) en función del pH y la razón C/N de los suelos para cada especie creciendo en la totalidad de los lugares (tabla 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1 y 2 se dan el balance iónico (a_i) de las tres especies, expresado en m.e./100 gramos de sustancia seca a 80°C , así como el N, razón C/N, pH en agua y clase textural de los suelos de origen.

Hemos realizado un test de Student con el fin de comparar los valores medios obtenidos para los balances iónicos (a_i) de las tres especies. Realizamos el test para el total de las muestras, encontrando que sólo hay diferencias significativas entre el *T. cherleri* y *T. glomeratum* al nivel del 95 % y entre el *T. glomeratum* y el *T. striatum* al nivel del 99,9 %. Esto nos dice que especies agrupadas fitosociológicamente dentro de un mismo orden (*Helianthemetalia*) (5) son muy distintas entre sí, respondiendo de forma diferente a condiciones ambientales comunes tanto de suelo como de clima.

Al estudiar la respuesta de cada especie, comparando las que crecen en un mismo lugar, en todos los lugares en que coinciden hemos encontrado que la t de Student es significativa al nivel 99,9 % para el *T. glomeratum* y el *T. striatum*, mientras que para *T. cherleri* y el *T. glomeratum* el nivel de significación ha aumentado al 99 %.

Como la absorción de iones por la planta está estrechamente ligada a la nutrición nitrogenada (1) (2) y a las exigencias de agua, hemos clasificado los lugares en dos grupos atendiendo a las condiciones hídricas, secos y húmedos.

Hemos calculado los coeficientes de correlación entre el balance iónico (a_i) y el N total y la razón C/N de los suelos, en el total de las muestras de cada especie para conocer si existe relación entre el balance iónico y la nutrición nitrogenada (tabla 3). Con respecto al N, las correlaciones

Tabla 1.—Localización, características edáficas de los LUGARES SECOS y balance iónico (a_i) de la parte aérea de las especies de *Trifolium* muestreadas

Núm. muestra	LOCALIDAD		Características edáficas				Balance iónico (a_i) (me/100 g)		
			Clase textural	pH	(%) N	C/N	T. cherleri	T. glomeratum	T. striatum
3	Toledo	Pastizales A	franco arenoso	7,2	0,095	10,5	116,11	—	—
4	Guadamur (Toledo)		» »	7,3	0,065	10,3	90,89	—	—
9	Alcalá de Henares (Madrid) (Polígono AZQUE).		» »	6,8	0,051	11,9	121,82	152,24	—
14	Cobeña (Madrid)		franco arcillo-arenoso	6,1	0,050	9,2	—	—	119,42
15	Cobeña (Madrid)		» » »	6,3	0,075	11,1	128,52	—	94,26
16	Cabanillas del Campo (Guadalajara)		franco	6,6	0,139	10,0	132,05	128,32	103,64
19	Urbanización Río Cedená (Toledo)		franco arenoso	6,2	0,050	9,2	—	187,45	—
21	Cabanillas del Campo (Guadalajara)		arcillosa	7,4	0,088	10,7	133,18	—	—
22	Colmenar Viejo (Canal del Atazar) (Madrid).		franco arenosa	6,1	0,052	10,0	114,93	135,61	106,60
24	Galapagar (Madrid)		» »	5,5	0,091	11,5	109,27	127,40	106,93
40	Valseca (Segovia)		» »	6,1	0,043	9,7	—	118,85	109,91
41	Segovia		» »	5,7	0,048	11,2	—	129,80	116,80
48	Palazuelos de Eresma (Segovia)		» »	5,7	0,088	13,3	—	128,17	—
59	Peguerinos (Ávila)		» »	5,4	0,115	12,1	—	138,39	98,49
60	Hoya de la Guija (Ávila)		» »	5,2	0,105	9,1	—	130,84	109,85
5	Toledo		Pastizales B	franco arcillo-arenosa	5,3	0,047	10,9	106,25	159,39
6	Casa de Campo (Madrid)	» » »		7,1	0,108	10,3	146,93	180,00	—
8	Casa de Campo (Batán) (Madrid)	» » »		5,6	0,058	9,5	158,92	177,81	—
13	Dehesa de la Villa (Madrid)	» » »		6,0	0,074	13,1	145,90	195,72	—
17	Urbanización Río Cedená (Toledo)	franco arenosa		6,2	0,043	7,3	144,30	169,49	150,61
27	Retiendas (Guadalajara)	franco		5,9	0,108	12,3	—	141,82	124,89
31	Villalba (Madrid)	franco arenosa		6,1	0,064	12,6	—	177,34	—
32	Villalba (Madrid)	» »		5,7	0,068	14,4	—	187,35	160,10
34	El Vado (Guadalajara)	franco		5,7	0,074	17,8	—	130,39	117,80
36	Manjirón (Madrid)	franco arenosa		5,7	0,038	13,2	—	110,22	103,41
46	Collado Mediano (Madrid)	» »		5,6	0,061	14,2	90,20	115,00	106,61
49	El Vado (Guadalajara)	franco	5,7	0,083	14,0	—	—	96,70	

Tabla 2.—Localización, características edáficas de los LUGARES HUMEDOS y balance iónico (a_i) de la parte aérea de las especies de *Trifolium* muestreadas

Núm. muestra	LOCALIDAD		Características edáficas				Balance iónico (a_i) (me/100 g)		
			Clase textural	pH	N (%)	C/N	T. cherleri	T. glomeratum	T. striatum
25	El Vado (Guadalajara)	Pastizales A	franco limoso	5,9	0,049	10,1	—	112,84	98,45
26	Villalba (Madrid)		franco arenoso	5,8	0,065	11,3	130,64	146,63	—
35	Guadarrama (Madrid)		» »	5,8	0,132	15,1	—	—	132,87
37	Guadarrama (Madrid)		» »	5,4	0,060	17,3	—	—	113,93
38	Guadarrama (Madrid)		» »	6,7	0,167	17,8	—	—	109,90
42	Segovia		» »	5,9	0,073	11,0	—	—	123,90
45	El Vado (Guadalajara)		» »	5,7	0,275	10,8	—	121,92	130,91
47	Palazuelos de Eresma (Segovia)		franco arcilloso	6,3	0,153	13,8	—	182,02	144,73
51	Los Molinos (Madrid)		franco arenoso	5,3	0,082	17,1	—	125,98	120,83
54	La Serna del Monte (Madrid)		franco arenoso	5,5	0,191	14,3	—	112,96	98,92
57	Robledondo (Madrid)		franco arenoso	5,2	0,191	13,5	—	148,35	121,68
58	Peguerinos (Ávila)		» »	5,8	0,167	15,7	—	—	125,74
30	Torrelaguna (Madrid)		Pastizales B	franco arenoso	6,7	0,088	14,8	117,11	—
39	Guadarrama (Madrid)	» »		5,7	0,176	14,7	—	129,29	—
43	Buitrago del Lozoya (Madrid)	» »		5,4	0,078	11,4	135,65	116,17	129,71
52	Collado Mediano (Madrid)	» »		5,6	0,136	17,2	—	—	107,95
53	La Granja de San Ildefonso (Segovia)	» »		5,6	0,110	16,5	—	—	116,76
55	La Acebeda (Madrid)	» »		5,5	0,068	11,8	—	120,56	99,08
56	Navacerrada (Madrid)	» »		5,6	0,106	15,2	—	133,97	111,24

Tabla 3.—Coeficientes de correlación entre el balance iónico (a_i) de la parte aérea de diferentes especies del género *Trifolium* y algunas características de los suelos

	T. cherleri			T. glomeratum			T. striatum		
	Lugares totales	Lugares secos	Lugares húmedos	Lugares totales	Lugares secos	Lugares húmedos	Lugares totales	Lugares secos	Lugares húmedos
a_i , N suelo	0,1883	0,1844	—	0,1512	0,0946	0,1209	0,0963	0,2765	0,2967
a_i , C/N suelo	0,3790	0,4128	—	0,1679	0,1789	0,1984	0,0080	0,0699	0,0635
a_i , C/N y pH suelo ...	0,3839			0,4098			0,0529		

son bajas para las tres especies, siendo mayores para el *T. cherleri* y el *T. glomeratum* que para el *T. striatum*. Estos resultados coinciden con los encontrados por nosotros en gramíneas de pastizales seminaturales cultivadas en macetas en las que el nivel de N total del suelo no influía sobre los diferentes balances iónicos de la parte aérea (4). Las correlaciones con la razón C/N tampoco son significativas, pero son mayores que las correspondientes al N para el *T. cherleri* y el *T. glomeratum*.

También puede observarse (tabla 3) las diferencias obtenidas para cada especie considerando por separado los lugares secos y húmedos. En general, los coeficientes de correlación entre el N total del suelo y el a_i del *T. striatum* y *T. glomeratum* no reflejan el valor obtenido para cada una de las especies recogidas en la totalidad de los lugares; el *T. cherleri* podría inducir a error, porque dentro del total son muy escasos los lugares húmedos considerados. Los coeficientes de correlación entre el a_i y la razón C/N en todas las especies fueron mucho más parecidos a los de cada una de las especies en la totalidad de los lugares.

También hemos obtenido el coeficiente de correlación de a_i en función del pH y la razón C/N por si puede informar del tipo de nutrición que posee la planta (tabla 3). Encontramos que la correlación es más estrecha en el *T. glomeratum* y *T. cherleri*, si bien en el *T. striatum* los valores siguen siendo muy bajos.

Por otra parte, hemos estudiado si el tipo de suelo (clase textural) influye o no sobre el balance iónico (a_i) de las tres especies consideradas; cuando el agua es factor limitante para el crecimiento de las mismas (lugares secos), encontramos que la textura influye significativamente en el *T. cherleri*, no influyendo en el *T. glomeratum* ni en el *T. striatum* (tabla 4).

Las medias de los contenidos del balance iónico (a_i) de *T. cherleri* y *T. glomeratum* son más altas en las plantas de los suelos de texturas diferentes a los franco-arenosos, señalando que en este grupo se incluyen plantas de lugares de textura franco en mayor cantidad que de arcillosa; por esto el valor medio de (a_i) no es muy representativo. No se han podido considerar por separado cada una de las texturas por tener pocos lugares. Esto confirma los resultados obtenidos en un estudio anterior sobre el balance iónico (a_i) de raíces pertenecientes a diferentes especies herbáceas silvestres (3), donde el a_i de las plantas, cuando el agua es un factor limitante (suelos secos) para el crecimiento, está influenciado de forma sorprendente por el tipo de suelo, apisonado o removido, mostrando valores más altos para las plantas del primer tipo de suelos.

Hemos visto que las especies responden de forma diferente a la textura del suelo y cómo ésta es una de las características que más influye en el poder de retención del agua del mismo; comparamos estadísticamente los contenidos de las plantas que crecen en suelos que tienen textura franco-arenosa para distintas condiciones hídricas, por ser la más representada en los pastizales estudiados, con el fin de poder estudiar la influencia que el agua ejerce sobre el balance iónico (a_i) de cada especie. Encontramos que las diferencias mayores, aunque no son significativas, son las existentes en el *T. cherleri* y en el *T. glomeratum*. Por tanto, el comportamiento de estas especies frente al agua es diferente del observado para el *T. striatum*.

Tabla 4.—*Test de Student para comparar medias del balance iónico (a_i) de diferentes especies del género Trifolium, en función de algunas características edáficas*

Fuente de comparación Tipo de lugar	T. cherleri				T. glomeratum				T. striatum			
	Número localidades	Balance iónico (a_i) Medias	T. de Student	Nivel de significación (%)	Número localidades	Balance iónico (a_i) Medias	T. de Student	Nivel de significación (%)	Número localidades	Balance iónico (a_i) Medias	T. de Student	Nivel de significación (%)
Lugares secos.												
Textura franco-arenosa	7	112,50	2,467	95	14	143,44	1,271	70	10	116,93	0,578	< 50
Otras texturas	7	135,96			7	159,06			7	111,73		
Lugares con textura franco-arenosa.												
Secos	7	112,50	1,314	70	14	143,44	1,307	70	10	116,93	0,296	< 50
Húmedos	3	127,80			8	130,36			14	118,81		
Lugares totales.												
Secos	14	124,23	0,282	< 50	21	148,60	1,794	90	17	114,79	0,593	< 50
Húmedos	3	127,80			11	131,88			17	117,96		
Pastizales A												
Lugares secos					10	137,70	0,175	< 50	9	107,32	2,422	95
Lugares húmedos					7	135,81			11	120,16		
Pastizales B.												
Lugares secos					11	158,59	2,185	95	8	123,20	0,933	60
Lugares húmedos					4	125,00			6	113,93		

Por otra parte, estudiamos la influencia que el agua puede tener sobre el balance iónico (a_i) de cada especie considerando por separado los lugares denominados pastizales A y B, comparando para cada especie las medias de los balances iónicos de las plantas que crecen en sitios secos y húmedos.

Las plantas que crecen en los pastizales A tienen valores marcadamente diferentes, significativos al nivel 95 % en *T. striatum*, no siéndolo en el *T. glomeratum*. Al considerar los pastizales B, el comportamiento es el contrario, diferencias significativas al 95 % para el *T. glomeratum* y no significativa para el *T. striatum*.

Esto indica que aun en especies fitosociológicamente muy próximas el comportamiento del balance iónico (a_i) respecto al agua es muy diferente para un mismo tipo de lugares de crecimiento, pastizales A o B. Siendo esto más interesante que las diferencias encontradas para las especies en el total de los lugares muestreados (tabla 4), donde los valores no son marcadamente diferentes a nivel significativo en ninguna de las especies. Demostrando una vez más que las consideraciones que se hacen sobre la composición química de una misma especie, recogida en diferentes lugares, no son iguales a las obtenidas para las plantas que crecen en un solo tipo de lugares, pastizales A y B, con respecto a la humedad del suelo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CUNNINGHAM, R. K., 1962: *Catio-anion relation-ships in italian ryegrass (Lolium multiflorum)*. Nature, 196, 1230-31.
- (2) KIRBY, E. A., 1969: *Ion uptake and ionic balance in plants in relation to the form of nitrogen nutrition*, 215-35. *Ecological aspects of the mineral nutrition of plants*. Edit. I. H. Rorison. Oxford and Edinburgh.
- (3) MARTÍN, A., y OLIVER, S., 1969: *Capacidad de cambio catiónico y balance iónico en raíces procedentes de plantas silvestres*. Anal. Edaf. Agrobiol. XXVIII, 241-51.
- (4) MARTÍN, A., y OLIVER, S., 1969: *Diferencias entre gramíneas (Helictotrichon y Koeleria) procedentes de suelos ácidos y básicos. II. Los diferentes balances iónicos (a_i , a_e y a_t) de la parte aérea*. Anal. Edaf. Agrobiol. XXVIII, 583-99.
- (5) RIVAS GODAY, S., y RIVAS MARTÍNEZ, S., 1963: *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Publicación del Ministerio de Agricultura.

RESPONSE OF THE IONIC BALANCE (a_i) OF CLOVER SPECIES TO SOME EDAPHIC CHARACTERISTICS OF THEIR HABITATS

SUMMARY

We observed the response of three species of the genus *Trifolium* (*T. cberleri*, *T. glomeratum* and *T. striatum*) to the habitat characteristics of different locations by means of the study of the ionic balance (a_i) of the plant tops.

We found that species phytosociologically grouped within the same order (*Helianthemetalia*), are very different among them, having a different form of response to common environmental conditions.

We saw how the ionic balance (a_i) responded, within every species, in dry locations, to the textural class, and in all the locations and separately in type A pastures (with only grassland vegetation) or in type B pastures (that also have trees and shrubs) to the hydric conditions.

We found that texture influences *T. cherleri* in a significant way, when water is a limitant factor for growth, not influencing the other two species. The behaviour of the ionic balance (a_i) of *T. glomeratum* and *T. striatum* with respect to water is very different for the same type of growth locations (type A or B pastures), being this more interesting than the differences found for these two species growing in all the places sampled, where the (a_i) values are not significantly different.

Finally, we studied the influence of the level of total N in the soil and of the edaphic factors related to the absorption of nutrients by the plants, such as C/N ratio and soil pH, on the ionic balance (a_i) for the three species in all the places sampled, we did not find significant correlations for any of the species, although we did observe some differences in the behaviour with respect to the different factors considered; the responses of *T. cherleri* and *T. glomeratum* are much more alike than that of *T. striatum*.