

Efecto de compuestos fenólicos sobre la germinación de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L.

ADELINA VÁZQUEZ y ERNESTO VIEITEZ

Fisiología Vegetal. C.S.I.C.
Santiago de Compostela

RESUMEN

Se estudia el efecto de varios fenoles, ácidos salicílico, vanílico, protocatéquico, gentísico, gálico y siríngico, sobre la germinación de semillas de Trifolium repens L., Trifolium pratense L. y Medicago sativa L.

Los ácidos vanílico, siríngico y salicílico fueron los más activos. Las semillas de Trifolium repens resultaron ser las más sensibles a la presencia de estos ácidos.

INTRODUCCION

Las interacciones ejercidas por unas plantas sobre otras en una asociación vegetal es fenómeno conocido desde hace tiempo. Muchas de estas interacciones de ataque, defensa y respuestas de comportamiento son debidas, más que a causas físicas, a sustancias químicas excretadas por las plantas, puestas de relieve por diversos autores bajo la denominada «guerra química», BONNER, 1949 (5). Recientemente se está prestando un especial interés a estas interacciones en el campo de la ecología química, SONDHEIMER y SIMONE, 1970 (29).

WHITTAKER, 1971 (34), pone de relieve que los fenómenos aleloquímicos son relativamente frecuentes entre las plantas superiores mediante la excreción al suelo de compuestos más o menos tóxicos, capaces de inhibir la germinación de semillas o el crecimiento de plántulas presentes en el suelo. La efectividad de esta acción aleloquímica se pone de

relieve cuando por la acción del fuego es destruida la vegetación con especies alelopáticas, liberándose así a las semillas de su acción inhibidora. En consecuencia, las hierbas anuales brotan profusamente durante unos cuantos años después del incendio, hasta que rebrotan los matorrales que producen los inhibidores.

Los agentes aleloquímicos pueden ser de distinta naturaleza. Muchos compuestos fenólicos producidos por plantas actúan como inhibidores de la germinación de las semillas del suelo [DESPOIS, 1958 (7); EVENARI, 1949 (8); MAYER y POLJAKOFF-MAYBER, 1963 (19); WANG y col., 1967 (33)]. El floridicin, glucósido del floretin, es un fuerte inhibidor producido por el manzano [HUTCHINSON y col., 1959 (14)]. El ácido clorogénico y la juglona se pueden considerar también como compuestos alelopáticos [BÖRNER, 1960 (6); EVENARI, 1961 (9); MULLER, 1966 (22), y RICE, 1967 (25)]. Los ácidos cumárico, cafeico, ferúlico, cinámico, etcétera, son igualmente conocidos por su acción inhibidora [BÖRNER, 1960 (6); SONDHEIMER, 1964 (28); MORELAND y col., 1966 (21)]. STEWARD, 1971 (30), pone de relieve que cada vez es mayor el número de compuestos fenólicos capaces de actuar como inhibidores, mencionando los trabajos de TURETSKAYA y col., 1968 (32), y KEFELI y col., 1969 (15), sobre un inhibidor de *Salix viminalis* identificado como chalconaringenin-2'-glucósido. Los terpenos volátiles, producidos por ciertas especies, adsorbidos del aire sobre las partículas del suelo, especialmente en ciertas arcillas, se acumulan durante la estación seca, actuando como inhibidores de la germinación y del crecimiento de las plántulas de hierbas, MULLER, 1965 (23).

Sustancias de carácter flavonoide, esteroides, alcaloides y cianuros orgánicos pueden comportarse también como compuestos alelopáticos.

Estas sustancias son producidas por diversos tipos de vegetación, especies arbóreas [BAKER, 1966 (3); DEL MORAL y MULLER, 1970 (20)]; arbustos [BODE, 1940 (4); GRAY y BONNER, 1948 (11)], y plantas herbáceas, TUKEY, JR., 1966 (31), de distinta naturaleza.

En unos casos, las sustancias aleloquímicas son liberadas por lixiviación de las hojas por la lluvia, exudación por las raíces, OVERLAND, 1966 (24), por descomposición de los restos vegetales. A veces los efectos son indirectos, como sucede con los fenoles ácidos, eliminados por *Aristida oligantha*, WHITTAKER y FEERY, 1971 (34), que inhiben la fijación de nitrógeno por las bacterias y algas azules del suelo, favoreciendo el cambio de esta comunidad herbácea por otras especies.

Son eliminados de muy diversos modos: de la superficie foliar o glándulas, por la lluvia o niebla, por volatilización de las hojas, por excreción o exudación de las raíces o por medio de los restos vegetales sobre la superficie del suelo o al ser enterrados.

Los fenómenos de alelopatía pueden tener un significado muy amplio en las comunidades vegetales. Así, en una sucesión, las especies dominantes pueden acelerar su invasión en una comunidad precedente o retrasar su reemplazamiento por otras; los efectos químicos de aquellas especies pueden limitar el número de especies presentes en la asociación. La auto-toxicidad es también un fenómeno que pueden presentar ciertas especies alelopáticas capaces de autoinhibirse, entre las que se citan plantas de interés agrícola.

Recientemente, BALLESTER y VIEITEZ, 1971 (2); SALAS y VIEITEZ, 1971 (26, 27), y BALLESTER y col., 1971 (1), pusieron de relieve la acción alelopática ejercida por diversas especies de Ericáceas componentes del Brezal gallego, prestando atención a su posible papel en el establecimiento de praderas en los suelos ocupados por brezales, sugiriendo la posibilidad de una acción inhibitoria sobre la germinación de las semillas pratenses debido a su contenido en fenoles.

En el presente trabajo se estudia el efecto de un grupo de compuestos fenólicos, identificados en diversas especies de Ericáceas, sobre la germinación de varias especies forrajeras o leguminosas.

MATERIAL Y METODOS

Fenoles estudiados

Acido salicílico (Merck), ácidos vanílico, protocatéuico, gentísico, gálico y siríngico (Koch-Light), empleados en soluciones 1.10^{-2} , 5.10^{-3} , 1.10^{-3} y 1.10^{-4} M. Las disoluciones se prepararon en agua destilada inmediatamente antes de utilizarlas.

Semillas ensayadas

Trifolium repens L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., procedentes de la cosecha del año anterior.

Por cada especie se tomaron grupos de 100 semillas, se distribuyeron uniformemente sobre dos discos de papel de filtro en placas de Petri de 12 cm. de diámetro, se humedecieron con 4 ml. de la solución problema, o de agua destilada en el control, y se pusieron a germinar a 25° C en oscuridad. Las semillas germinadas se contaron durante tres días con intervalos de veinticuatro horas. La emergencia de la radícula fue el criterio seguido.

De acuerdo con MAYER y EVENARY, 1953 (18), se ha considerado innecesario el empleo de soluciones tamponadas. Por otra parte, en las primeras experiencias se comprobó que en soluciones test con valores de pH muy próximos (diferencias de 2-4 décimas) se producía una fuerte inhibición de la germinación o solamente un ligero retraso de la misma.

Cada test se hizo por triplicado y se repitió de ocho a diez veces.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se observa en los resultados de la tabla I, el ácido salicílico inhibió totalmente la germinación de las semillas de *Trifolium* a la concentración 10^{-2} M y produjo una fuerte inhibición en *Medicago sativa*. Las concentraciones menos altas 5.10^{-3} M y 1.10^{-3} M inhibieron notablemente la germinación. La inhibición fue mayor en las semillas de *Trifolium repens*. MEYER y EVENARY, 1953 (18), observaron una inhibición del 50 % en semillas de lechuga empleando concentraciones de este mismo orden.

Tabla I.—Acción del ácido salicílico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración de ácido salicílico M	Días de germinación		
	1	2	3
<i>Trifolium repens</i>			
0	70 ± 2	79 ± 2	79 ± 2
10 ⁻⁴	71 ± 2	64 ± 3	76 ± 3
10 ⁻³	65 ± 2	73 ± 3	77 ± 3
5.10 ⁻³	32 ± 3	38 ± 4	46 ± 1
10 ⁻²	6 ± 2	31 ± 3	37 ± 2
2.10 ⁻²	4 ± 1	12 ± 3	20 ± 4
<i>Trifolium pratense</i>			
0	62 ± 4	76 ± 2	79 ± 3
10 ⁻⁴	63 ± 3	74 ± 3	76 ± 3
10 ⁻³	65 ± 1	73 ± 3	77 ± 3
5.10 ⁻³	43 ± 3	60 ± 2	68 ± 3
10 ⁻²	28 ± 1	48 ± 2	57 ± 2
2.10 ⁻²	25 ± 1	35 ± 1	44 ± 3
<i>Medicago sativa</i>			
0	74 ± 1	82 ± 2	82 ± 2
10 ⁻⁴	73 ± 2	80 ± 1	83 ± 1
10 ⁻³	71 ± 1	82 ± 1	82 ± 2
5.10 ⁻³	69 ± 1	67 ± 1	82 ± 1
10 ⁻²	59 ± 2	75 ± 2	78 ± 1
2.10 ⁻²	60 ± 2	74 ± 2	80 ± 1

Las semillas con tratamientos de 10⁻² M durante setenta y dos horas no germinaron cuando se pasaron a placas con agua, mientras que las que se habían tratado con concentraciones del orden de 10⁻³ M durante el mismo tiempo alcanzaron a los seis días un porcentaje de germinación igual al del control. Se puede hablar por tanto de un efecto tóxico de este ácido a las concentraciones de 10⁻² M y de un efecto inhibitor a las concentraciones de 10⁻³ M.

Las concentraciones más bajas de ácido salicílico 1.10⁻⁴ M solamente retrasaron la germinación.

El ácido genticónico no afectó la germinación de las semillas en los tratamientos de 10⁻³ M y más bajos (tabla II). Las concentraciones 1.10⁻² y 5.10⁻³ M redujeron el tanto por ciento de la germinación de las semillas de *Trifolium*, pero no afectaron las de *Medicago*. En las concentraciones altas inhibió notablemente la germinación de *Trifolium pratense* y *Medicago sativa*. Esta inhibición fue permanentemente en la concentración 5.10⁻² M. Las semillas de *T. repens* con este tratamiento germinaron bien; sin embargo, esta dosis no permitió el crecimiento de la radícula, que sólo llegó a romper la cubierta.

Tabla II.—Acción del ácido gentísico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración de ácido gentísico M	Días de germinación		
	1	2	3
<i>Trifolium repens</i>			
0	69 ± 4	76 ± 3	80 ± 4
10 ⁻⁴	73 ± 5	78 ± 2	86 ± 1
10 ⁻³	64 ± 2	77 ± 3	79 ± 4
5.10 ⁻³	69 ± 4	69 ± 4	77 ± 6
10 ⁻²	65 ± 5	68 ± 3	73 ± 2
2.10 ⁻²	62 ± 5	65 ± 2	71 ± 6
5.10 ⁻²	60 ± 3	69 ± 1	70 ± 2
<i>Trifolium pratense</i>			
0	84 ± 3	90 ± 4	91 ± 1
10 ⁻⁴	82 ± 1	88 ± 1	90 ± 2
10 ⁻³	79 ± 3	94 ± 2	96 ± 1
5.10 ⁻³	69 ± 1	77 ± 1	80 ± 1
10 ⁻²	57 ± 4	69 ± 5	73 ± 3
2.10 ⁻²	23 ± 2	24 ± 4	24 ± 2
5.10 ⁻²	4 ± 1	5 ± 1	5 ± 1
<i>Medicago sativa</i>			
0	94 ± 1	94 ± 1	96 ± 1
10 ⁻⁴	94 ± 1	95 ± 2	96 ± 3
10 ⁻³	93 ± 3	94 ± 2	96 ± 1
5.10 ⁻³	91 ± 2	94 ± 2	94 ± 1
10 ⁻²	89 ± 5	94 ± 2	95 ± 1
2.10 ⁻²	40 ± 1	59 ± 1	60 ± 2
5.10 ⁻²	2	2	2

En los resultados de la tabla III puede observarse que el ácido protocatéutico inhibió fuertemente la germinación a la concentración de 5.10⁻² M. Esta fue permanente en las semillas de *Trifolium*, de las cuales la más afectada fue *T. repens*. En *Medicago* la inhibición llegó a 50 % en las primeras veinticuatro horas.

Las concentraciones más bajas no afectaron la germinación.

Los tratamientos con 10⁻⁴ M estimularon el crecimiento de la radícula.

El ácido vanílico (tabla IV) inhibió la germinación de las semillas de *Trifolium* entre las concentraciones 2.10⁻² y 5.10⁻³ M, siendo en *T. repens* 94 % con relación al control. En *Medicago* solamente se observó una pequeña inhibición a las veinticuatro horas, que fue disminuyendo hasta igualarse con el control a las setenta y dos horas. Las concentraciones 1.10⁻³ y 1.10⁻⁴ M no afectaron la germinación.

MASSART, 1957 (16), también observó inhibición de la germinación de semillas de *Lepidium sativum* entre 5.10⁻⁵ M y 5.10⁻³ M.

Tabla III.—Acción del ácido protocatéuico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración de ácido protocatéuico M	Días de germinación		
	1	2	3
<i>Trifolium repens</i>			
0	52 ± 2	65 ± 2	68 ± 2
10 ⁻⁴	52 ± 1	63 ± 3	68 ± 2
10 ⁻³	54 ± 2	64 ± 1	69 ± 1
10 ⁻²	46 ± 4	64 ± 3	70 ± 2
2.10 ⁻²	36 ± 3	49 ± 1	52 ± 3
5.10 ⁻²	27 ± 3	32 ± 4	34 ± 2
<i>Trifolium pratense</i>			
0	60 ± 1	69 ± 3	75 ± 1
10 ⁻⁴	63 ± 1	72 ± 2	75 ± 1
10 ⁻³	59 ± 2	74 ± 1	74 ± 2
10 ⁻²	60 ± 3	66 ± 1	70 ± 1
2.10 ⁻²	38 ± 2	56 ± 2	60 ± 1
5.10 ⁻²	16 ± 1	18 ± 5	19 ± 3
<i>Medicago sativa</i>			
0	72 ± 1	76 ± 1	78 ± 2
10 ⁻⁴	71 ± 1	76 ± 1	79 ± 2
10 ⁻³	71 ± 2	77 ± 2	79 ± 1
10 ⁻²	72 ± 1	76 ± 1	79 ± 1
2.10 ⁻²	72 ± 4	76 ± 1	76 ± 2
5.10 ⁻²	33 ± 2	47 ± 1	48 ± 2

GARCÍA BILBAO, 1965 (10), señala un efecto tóxico de este ácido a la concentración de 10⁻² M en semillas de cebada. HENNEQUIN y YUSTE, 1967 (13), observaron un 50 % de inhibición de germinación de semillas de *Trifolium repens* tratadas con 800 ppm.

El ácido gálico (tabla V) solamente afectó la germinación de las semillas a la concentración 5.10⁻² M durante las primeras veinticuatro horas de tratamiento. En *Trifolium* inhibió la germinación 25-30 % y solamente 10 % en *Medicago*. Según MAYER y EVENARY, 1952 (17), este ácido inhibió la germinación de semillas de lechuga a la concentración de 5.10⁻³ M.

El ácido sirínigico (tabla VI) no afectó la germinación de las semillas de *Medicago* y redujo ligeramente el porcentaje de germinación de *T. pratense* durante las primeras veinticuatro horas de tratamiento. La germinación de *T. repens* quedó reducida en más del 50 % en las dosis 2.10⁻² M y 1.10⁻² M.

GUENZI y MCCALLA, 1966 (12), en semillas de trigo tratadas con 5.000 ppm de ácido sirínigico, obtienen un 93 % de germinación.

Tabla IV.—Acción del ácido vanílico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración del ácido vanílico M	Días de germinación		
	1	2	3
<i>Trifolium repens</i>			
0	70 ± 2	79 ± 3	80 ± 2
10 ⁻⁴	71 ± 2	80 ± 2	80 ± 2
10 ⁻³	65 ± 2	75 ± 2	77 ± 4
5.10 ⁻³	32 ± 3	38 ± 4	46 ± 1
10 ⁻²	6 ± 2	31 ± 3	37 ± 2
2.10 ⁻²	4 ± 1	12 ± 3	20 ± 4
<i>Trifolium pratense</i>			
0	63 ± 3	76 ± 2	79 ± 2
10 ⁻⁴	62 ± 4	74 ± 3	76 ± 3
10 ⁻³	65 ± 1	73 ± 3	73 ± 3
5.10 ⁻³	43 ± 3	60 ± 2	68 ± 3
10 ⁻²	28 ± 1	48 ± 2	57 ± 2
2.10 ⁻²	25 ± 1	35 ± 1	44 ± 3
<i>Medicago sativa</i>			
0	74 ± 1	82 ± 2	82 ± 2
10 ⁻⁴	73 ± 2	80 ± 1	83 ± 1
10 ⁻³	71 ± 1	82 ± 1	82 ± 2
5.10 ⁻³	69 ± 1	77 ± 1	82 ± 1
10 ⁻²	59 ± 1	75 ± 2	78 ± 1
2.10 ⁻²	60 ± 2	74 ± 2	80 ± 1

Tabla V.—Acción del ácido gálico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración del ácido gálico M	Días de germinación		
	1	2	3
<i>Trifolium repens</i>			
0	38 ± 4	61 ± 5	65 ± 4
10 ⁻⁴	26 ± 4	58 ± 6	66 ± 4
10 ⁻³	28 ± 3	48 ± 6	59 ± 5
10 ⁻²	27 ± 5	56 ± 5	64 ± 3
2.10 ⁻²	33 ± 5	54 ± 5	64 ± 3
5.10 ⁻²	28 ± 2	51 ± 4	62 ± 5
<i>Trifolium pratense</i>			
0	79 ± 4	82 ± 4	83 ± 4
10 ⁻⁴	82 ± 4	84 ± 4	84 ± 4
10 ⁻³	78 ± 6	83 ± 2	83 ± 5
2.10 ⁻²	76 ± 5	80 ± 5	80 ± 5
5.10 ⁻²	54 ± 3	71 ± 3	71 ± 2
<i>Medicago sativa</i>			
0	86 ± 4	87 ± 4	94 ± 4
10 ⁻⁴	86 ± 5	88 ± 5	94 ± 2
10 ⁻³	81 ± 3	92 ± 3	94 ± 3
10 ⁻²	81 ± 4	82 ± 3	94 ± 4
2.10 ⁻²	82 ± 4	83 ± 5	84 ± 4
5.10 ⁻²	79 ± 4	84 ± 2	86 ± 4

Tabla VI.—Acción del ácido siríntrico sobre la germinación de semillas de *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. y *Medicago sativa* L., expresada en tantos por ciento

Concentración del ácido siríntrico M	Días de germinación		
	1	2	3
Trifolium repens			
0	42 ± 3	59 ± 4	71 ± 3
10 ⁻⁴	39 ± 4	52 ± 3	71 ± 4
10 ⁻³	43 ± 5	51 ± 4	68 ± 5
10 ⁻²	20 ± 5	31 ± 4	40 ± 4
2.10 ⁻²	18 ± 4	27 ± 3	27 ± 3
Trifolium pratense			
0	81 ± 4	83 ± 3	84 ± 3
10 ⁻⁴	83 ± 4	85 ± 3	85 ± 4
10 ⁻³	83 ± 4	85 ± 2	87 ± 3
10 ⁻²	75 ± 4	81 ± 2	81 ± 4
2.10 ⁻²	62 ± 4	69 ± 5	76 ± 5
Medicago sativa			
0	94 ± 2	95 ± 2	95 ± 2
10 ⁻⁴	93 ± 2	95 ± 2	95 ± 2
10 ⁻³	94 ± 2	95 ± 3	95 ± 2
10 ⁻²	90 ± 3	96 ± 2	96 ± 2
2.10 ⁻²	84 ± 3	91 ± 2	92 ± 3
5.10 ⁻²	84 ± 2	91 ± 2	92 ± 3

En todos los fenoles estudiados se observó una notable inhibición del crecimiento radicular, en las concentraciones del orden de 10⁻² M, lo que indica que estos fenoles son más inhibidores del crecimiento que de la germinación.

Las semillas de *T. repens* parecen ser las más sensibles a la presencia de fenoles, aunque no se puede generalizar al observar que el ácido genticónico, que produjo una fuerte inhibición en *Medicago* y *Trifolium pratense*, apenas afectó la germinación de *Trifolium repens*, y que el ácido protocatéquico inhibió la germinación aproximadamente igual en *T. repens* y en *T. pratense*.

Los ácidos vanílicico, salicílico, siríntrico y genticónico fueron los más activos. Por tanto, ni la posición ni el número de sustituyentes en el núcleo del ácido benzoico parecen tener influencia alguna en el proceso de la germinación, lo cual induce a suponer que el efecto inhibitor de germinación obtenido sea debido a una acción indirecta de estos ácidos, sin que se pueda explicar su forma de actuación, pues, aunque se considera como punto de partida de la germinación la rehidratación de la semilla, muchos procesos parciales ocurren antes y son pocos los conocimientos que se tienen respecto a las reacciones que controlan la iniciación del crecimiento y posible división celular.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BALLESTER, A.; ARINES, J., y VIEITEZ, E., 1971: *Inhibidores y sustancias de crecimiento en suelos de brezales*. XII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. La Coruña-Pontevedra. Anal. Edaf. Agrobiol. (En prensa.)
- (2) BALLESTER, A., y VIEITEZ, E., 1971: *Estudio biológico y químico de Erica cinerea L.: su relación con la germinación de pratenses*. XII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. La Coruña-Pontevedra.
- (3) BAKER, H. G., 1966: «Madroño», 18 : 207. Citado por WHITTAKER, R. H. y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (4) BODE, H. R., 1940: «Planta», 30 : 567. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (5) BONNER, J., 1949: *Chemicals warfare among the plants*. Sci. Am., marzo.
- (6) BÖRNER, H., 1960: *Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem*. Bot. Rev., 26 : 393-424.
- (7) DESPOIS, R., 1958: *Coumarins and phenolic acids in relations to inhibition and activation of germination*. En *Biochemistry of Antibiotics* (K. Y. SPITZY and R. BRUNNERS, eds.), 33-36, Pergamon Press, Oxford.
- (8) EVENARI, M., 1949: *Germination inhibitors*. Bot. Rev., 15 : 153-194.
- (9) EVENARI, M., 1961: *Chemical influences of other plants*. En *Handbuch der Pflanzenphysiologie* (W. RUHLAND, ed.), vol. XVI: 691-736. Springer, Berlín.
- (10) GARCÍA BILBAO, J. L., 1965: *Ácidos fenólicos naturales en granos de cereales como reguladores del crecimiento de las plantas*. Revista Ciencia Aplicada, 196 : 132-143.
- (11) GRAY, R., y BONNER, J., 1948: Amer. J. Bot., 35: 52. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (12) GUENZI, W. D., y MCCALLA, T. M., 1966: *Phenolic acids in oats, wheat, sorghum and corn residues and their phytotoxicity*. Agron. J., 58 : 303-304.
- (13) HENNEQUIN, J. R., y YUSTE, C., 1967: *Présence d'acides phenols libres dans le sol. Etude de leur influence sur la germination et la croissance des vegetaux*. Ann. Agron., 18 : 545-569.
- (14) HUTCHINSON, A.; TAPER, C. D., y TOWERS, G. H. N., 1959: *Studies of phloridzin in Malus*. Can. J. Biochem. Physiol., 37 : 901-910.
- (15) KEFELI, V. L.; KOF, E. M.; KNIPL, YA. S.; BUKHANOVA, L. V., y YARVIS-TE, E. L., 1969: *Conversion of isosalipurposide and phloridzin on contact with various plant tissues*. Biochem., 34 : 719-726 (translated from the Russian, Biokhimiya).
- (16) MASSART, L., 1957: *Inhibiteurs de la germination dans les glomérules de betterave à sucre et dans d'autres fruits secs et grames*. Biokhimiya, 22 : 417-420.
- (17) MAYER, A. M., y EVENARY, M., 1952: *The relation between the structure of coumarin and its derivatives and their activity as germination inhibitors*. J. Exp. Bot., 3 : 246-252.
- (18) MAYER, A. M., y EVENARY, M., 1953: *The activity of inorganic acids as germination inhibitors and its relation to pH*. J. Exp. Bot., 4 : 257-263.
- (19) MAYER, A. M., y POLJAKOFF-MAYBER, A., 1963: *The germination of seeds*. Pergamon Press, Oxford.
- (20) MORAL, R. DEL, y MULLER, C. H., 1970: Amer. Midland Natur., 83 : 254. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (21) MORELAND, D. E.; EGGLEY, G. H.; WORSHAM, A. D., y MONACO, T. J., 1966: *Regulation of plant growth by constituents from higher plants*. Advan. Chem. Ser., 53 : 112-141.
- (22) MULLER, C. H., 1966: *The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition*. Bull. Torrey Bot. Club, 93 : 332-351.

- (23) MULLER, W. H., 1965: Bot. Gaz. 126 : 195. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (24) OVERLAND, L., 1966: Amer. J. Bot., 53 : 423. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (25) RICE, E. L., 1967: *Chemical warfare between plants*. Bios, 38 : 67-74.
- (26) SALAS, M. C., y VIEITEZ, E., 1971: *Actividad biológica de las ericáceas de Galicia y su posible interacción con el crecimiento de especies pratenses*. XII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. La Coruña-Pontevedra. Pastos. (En prensa.)
- (27) SALAS, M. C., y VIEITEZ, E., 1971: *Estudio biológico y químico de Erica umbellata. Sus relaciones con la germinación de pratenses*. XII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. La Coruña-Pontevedra. Anal. Edaf. Agrobiol. (En prensa.)
- (28) SONDHEIMER, E., 1964: *Chlorogenic acids and related depsides*. Bot. Rev., 30 : 667-712.
- (29) SONDHEIMER, E., y SIMEONE, J. B., 1970: *Chemical Ecology* (Academic Press, New York).
- (30) STEWARD, F. C., y KRİKORIAN, A. D., 1971: *Plants, Chemicals and Growth* (Academic Press, New York).
- (31) TUCKEY, H. B., Jr., 1969: Bot. Rev., 35 : 1. Citado por WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P., en *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.
- (32) TURETSKAYA, R.; KEFELI, V.; KUTACEK, M.; VACKOVA, K.; TSCHUMAKOVSKI, N. G., y KRUPNIKOVA, T., 1968: *Isolation and some physiological properties of natural plant growth inhibitors*. Biol. Plant., 10 : 205-221.
- (33) WANG, T. S. C.; YANG, T.-K., y CHUANG, T.-T., 1967: *Some phenolic acids as plant growth inhibitors*. Soil Sci., 103 : 239-246.
- (34) WHITTAKER, R. H., y FEENY, P. P.: *Allelochemics: Chemical Interactions between Species*. Science, 171 : 757-770, 26 February 1971.

EFFECT OF SOME PHENOLIC COMPOUNDS ON GERMINATION OF SEED FROM TRIFOLIUM REPENS L., TRIFOLIUM PRATENSE L. AND MEDICAGO SATIVA L.

SUMMARY

The effect of 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 2.10^{-2} and 5.10^{-2} M concentrations of salicylic, vanillic, protocatechuic, gentisic, gallic and syringic acids was studied on germination seed from *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* and *Medicago sativa*. The most active compounds were vanillic, syringic and salicylic acids and the seeds from both *Trifolium* tested, specially *T. repens*, were more susceptible than *Medicago sativa* ones.