

**Desarrollo de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* Var. *bulbosum* en cultivos mixtos con arbustos, en suelos de origen volcánico<sup>1</sup>**

Carlos Ramírez G.<sup>2</sup>

INTRODUCCION

El sur de Chile tuvo primitivamente una vegetación boscosa. A mediados del siglo pasado, colonos alemanes y chilenos venidos del norte del país, la destruyeron para obtener terrenos de cultivo y pastoreo (Reiche, 1905) (Oberdorfer, 1960) (Ramírez, 1971) (Weinberger, 1971). Resultado de esta acción es la formación de Parque del Valle Central entre Victoria y Puerto Montt. Predominan aquí los árboles: *Nothofagus obliqua* (cadu-

cifolio) y *Laurelia sempervirens* (perenne). Estos crecen aislados en extensiones de praderas, en las que domina ampliamente la chéptica *Agrostis castellana* Boiss. et Reut. (Oberdorfer, 1960). Esta gramínea perenne, de origen europeo, presenta una alta agresividad, un buen poder germinativo, una eficiente propagación por estolones y una gran capacidad de rebrote (Hott, 1964) (Ramírez, 1971) (Riveros, 1973). Este pasto, frecuente en praderas pobres, no tiene valor como forraje. Junto a él, pero más frecuentemente en terrenos ricos en humus aparece la gramínea, también sin valor agrícola *Arrhenatherum elatius* (L.) Mert. var. *bulbosum* (Willd.)

<sup>1</sup>Recepción originales: 28 de marzo de 1974.

<sup>2</sup>Dr. Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Spenner, pasto cebolla, maleza perenne, de origen europeo que se reproduce por semillas (Ramírez, 1971) y vegetativamente por sus característicos bulbillos (Hott, 1964).

En esta formación de Parque se han naturalizado malezas arbustivas de origen europeo, las que por su capacidad de invasión provocan graves daños a la agricultura. Entre ellas destacan: *Ulex europaeus* L. (espino alemán, aliaga, espinillo) y *Rubus constrictus* Lef. et M. (zarzamora, mora, murra). El clima favorece la capacidad de competir de estos arbustos, al extender su período vegetativo a prácticamente todo el año. Pocas especies arbustivas chilenas presentan características similares, como es el caso del maqui *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. El maqui y la zarzamora son diseminados endozoicamente por aves. La última se propaga también vegetativamente por estolones. *Ulex europaeus* se reproduce por semillas y raíces rastreras (Hott, 1964) (Ramírez, 1973).

Los arbustos y gramíneas mencionados crecen juntos, compitiendo entre ellas y con las plantas de cultivo. En el presente trabajo se estudia la acción competitiva de los arbustos *Ulex europaeus*, *Rubus constrictus* y *Aristotelia chilensis*, sobre los pastos *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*. Esta acción se midió comparando el desarrollo de los pastos en cultivos puros y mixtos con los arbustos indicados (Elleberg, 1956).

## MATERIALES Y METODOS

El experimento consistió en un ensayo en macetas, para lo cual se recolectaron semillas y suelos, durante el año 1971, en los siguientes lugares y fechas:

Especies	Fechas	Lugar y Provincia
<i>U. europaeus</i>	10-marzo	Collico, Cuesta Soto, Valdivia
<i>R. constrictus</i>	2-marzo	Los Lagos, Recinto FF. CC., Valdivia
<i>A. chilensis</i>	27-enero	Isla Teja, Campus UACH, Valdivia
<i>A. elatius</i> var.	10-marzo	Collico, Cuesta Soto, Valdivia
<i>A. castellana</i>	8-marzo	Isla Teja, SAVAL, Valdivia

### Suelos

Trumao	27-agosto	Freire, Cautín
Rojo Arcilloso	25-agosto	Los Ulmos, Morrompulli, Valdivia
Aluvial	2-octubre	Jardín Botánico UACH, Valdivia

En la clasificación de Weinberger (1970) el suelo trumao corresponde al tipo Alluvial Trumaos (trumaos planos), el rojo arcilloso al tipo Diluviale Aschenböden y el aluvial al grupo de los Lehmböden (suelos arcillosos). Las características de estos suelos, dadas por el mismo autor en 1971, se encuentran en el Cuadro 1.

Cuadro 1 — Características de los tipos de suelos a que pertenecen los usados en el presente trabajo (Weinberger, 1971).

Suelos	Trumao	Rojo Arcilloso	Aluvial
Weinberger (1971)	Rezente Aschenböden	Diluviale Aschenböden	Lehmböden
% arena	26,6	25,2	43,1
% limo	59,5	54,4	35,6
% arcilla	13,9	20,5	21,3
% sustancia orgánica	16,4	8,8	4,3
pH (0,1N KCl)	4,97	4,73	4,55
Fósforo total (mg/100g suelo)	125	72	54
Capacidad fijación de fósforo (mg/100g suelo)	260	145	66

Los trumaos son suelos volcánicos jóvenes ricos en minerales y en humus (12 a 24% de materia orgánica) y con alta capacidad de fijación de fósforo. Tienen menor contenido de arcilla que los otros dos suelos; y su pH es superior al de ellos.

Los suelos rojo arcillosos son de mayor edad que los trumaos y con menos sustancia orgánica que ellos. La fijación de fósforo, que también es considerable, corre por cuenta de óxidos de Fe y Al.

Los suelos aluviales son los más viejos y su origen está en un volcanismo terciario y en descomposición de rocas de la Cordillera de la Costa (alto contenido en mica). El tamaño de sus partículas es superior a los otros (43,1% de arena), por esta razón no tienen gran capacidad de retención de agua. El contenido de sustancia orgánica es bajo (4,3%), también el pH. Presentan una mayor disponibilidad de fósforo que los anteriores. Mayores detalles sobre distribución y propiedades de estos suelos se encuentran en Weinberger y Binsack (1970) y Weinberger (1971).

Todas las plantas usadas en los ensayos se obtuvieron por germinación. Las semillas de los arbustos se hicieron germinar tomando como referencia los datos de Ramírez (1971, 1973). El 4 de octubre de 1971 se trasplantaron las plántulas (más o menos de 5 cm) a macetas con los suelos indicados anteriormente. Se colocaron 4 arbustos en cada maceta de arcilla de 13 cm de diámetro superior. El 24 de noviembre se sembraron en las macetas correspondientes, 50 granos de las gramíneas.

El 12 de enero de 1972 se dejaron 10 ejemplares de los pastos por maceta en los cultivos mixtos y 20 en los puros (controles). Los ensayos se mantuvieron 449 días. En cada suelo y para cada una de las gramíneas estudiadas se contó con las siguientes repeticiones:

- 5 macetas de control con 20 plantas de gramínea, en cada una.
- 5 macetas de cultivos mixtos con 10 ejemplares del pasto y 4 plantas de *Aristotelia chilensis*, en cada una.
- 5 macetas de cultivos mixtos con 10 ejemplares del pasto y 4 plantas de *Rubus constrictus*, en cada una.
- 5 macetas de cultivos mixtos con 10 ejemplares del pasto y 4 plantas de *Ulex europaeus*, en cada una.

Los cultivos se mantuvieron hasta el 13 de octubre de 1972 en invernadero a temperatura ambiente, posteriormente se sacaron al aire libre. No hubo adición de fertilizante.

El desarrollo de los pastos se controló mediante 4 cortes en las siguientes fechas: 8 de marzo, 2 de octubre, 21 de diciembre de 1972 y 5 de abril de 1973. Los 3 primeros a 1 cm y el último a ras del suelo. Del material obtenido se determinó peso seco, colocándolo en estufa a 80°C durante 4 días y después a 105°C durante algunas horas hasta tener un peso constante. Después del último corte se dejaron secar las macetas para aislar posteriormente las raíces. Para esto se sacudieron primero tratando de que salga el máximo de suelo adherido a ellas y luego se lavaron en agua corriente. Las raíces de las especies en cultivos mixtos se separaron mecánicamente en bandejas con agua.

Los resultados de los cultivos puros se redujeron a la mitad por tener éstos el doble número de individuos. Todos los valores se refieren a la suma de 10 individuos y son promedios de 5 repeticiones.

## RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se encuentran representados en los Cuadros 2-3-4-5 y en las Figuras 1, 2, 3.

### a) Desarrollo de los cultivos puros:

En el Cuadro 2 se observa que, el desarrollo de *Agrostis castellana* fue mayor que el de *Arrhenatherum elatius* en los tres suelos. Esta

diferencia se mantuvo también en el desarrollo de la raíz, con la única excepción del cultivo en suelo aluvial. En este caso la raíz del pasto cebolla produjo 5,05 g de sustancia seca; mientras que la chéptica sólo alcanzó a 3,84 g.

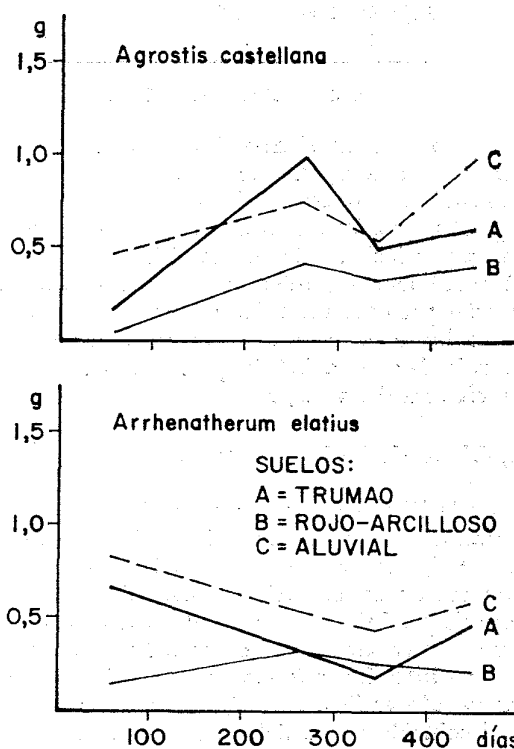


Figura 1 — Producción absoluta en materia seca del vástago de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*, en cultivos puros. Valores de 10 plantas. Promedios de 5 repeticiones.

El suelo más favorable al crecimiento de ambos pastos fue el de tipo aluvial. La menor producción de materia seca se obtuvo en el suelo rojo arcilloso. Los cultivos en trumao presentaron una posición intermedia. En la Figura 1 se observa que, el desarrollo de *Agrostis castellana* fue inferior en el suelo rojo arcilloso en todos los cortes. En el caso de *Arrhenatherum elatius* la única curva que se separa claramente fue la del desarrollo en suelo aluvial, que en todo momento corre sobre las otras.

En el Cuadro 5 se observa que, la relación peso seco vástago/peso seco raíz no presenta variaciones grandes en *Agrostis castellana* y se mantiene algo más baja en el suelo rojo

**Cuadro 2 — Producción total de materia seca (en g) del vástago y la raíz de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*, en cultivos puros.**

Suelos	<i>Agrostis castellana</i>				<i>Arrhenatherum elatius</i>			
	vástago		raíz		vástago		raíz	
Trumao	2,24±	0,55	2,51±	1,05	1,62±	0,26	1,58±	0,41
Rojo Arcilloso	1,16±	0,86	1,86±	0,68	0,93±	0,18	1,30±	0,34
Aluvial	2,72±	0,62	3,84±	0,80	2,38±	0,33	5,05±	1,95

Valores de 10 plantas. Promedios de 5 repeticiones y desviación estándar.

arcilloso que, fue el más desfavorable al desarrollo de esta especie. *Arrhenatherum elatius* presentó una relación vástago/raíz similar a *Agrostis castellana* sólo en suelo rojo arcilloso. Esta relación sube, en cambio, mucho en el suelo trumao; mientras que en el suelo aluvial presenta un valor muy bajo. En este suelo hubo un desarrollo extraordinario de la raíz, la que dobló la producción de sustancia seca del vástago.

b) Efecto de *Rubus constrictus*:

En la Figura 3 se observa que la zarzamora estimuló el crecimiento de ambos pastos. Sobre *Agrostis castellana* su acción favorable fue mayor en el suelo trumao, donde esta especie produjo más de 2 g de sustancia seca que el correspondiente control. Esta influencia positiva fue mínima en el cultivo sobre suelo rojo arcilloso. Aquí, el valor alcanzado casi coincide con el del cultivo puro. A pesar de que la chéptica se desarrolló en cultivo

**Cuadro 3 — Diferencias absolutas entre el peso seco de los cultivos mixtos de *Agrostis castellana*, y los correspondientes controles. (A) = vástago, (B) = raíz.**

Suelos	Cultivos mixtos con		
	<i>Rubus constrictus</i>	<i>Ulex europaeus</i>	<i>Aristotelia chilensis</i>
(A):			
Trumao	+ 2,09	+ 1,22	+ 3,01
Rojo Arcilloso	+ 0,03	+ 0,47	+ 1,10
Aluvial	+ 0,59	- 2,02	- 0,66
(B):			
Trumao	+ 2,74	- 0,04	+ 7,31
Rojo Arcilloso	- 0,38	- 0,08	+ 2,56
Aluvial	+ 1,60	- 3,24	- 0,22

Valores de 10 plantas. Promedios de 5 repeticiones.  
(+) mayor, (-) menor que el control.  
(Comparar Figura 3).

puro mucho mejor sobre el suelo aluvial, en él no logró un gran crecimiento frente a *Rubus constrictus*.

*Arrhenatherum elatius* fue estimulado positivamente por la murra en el suelo rojo arcilloso y en menor escala en el suelo aluvial. En el trumao la producción de este cultivo mixto sobrepasó muy poco el valor del control. El efecto de *Rubus constrictus* fue muy similar para ambas especies en el suelo aluvial. En cambio tuvo efecto diferente para ambos pastos en los suelos trumao y rojo arcilloso.

En el Cuadro 5 se aprecia que, la relación vástago/raíz de estos cultivos mixtos guarda concordancia con los valores de los controles, con la única excepción del cultivo de pasto cebolla con zarzamora en suelo trumao, donde esta relación descendió mucho. En este cultivo tampoco el vástago tuvo un desarrollo considerable.

c) Efecto de *Ulex europaeus*:

El desarrollo de ambos pastos en los cultivos mixtos con *Ulex europaeus* mantuvo concordancia con el de los cultivos puros en los tres suelos. En el suelo trumao hubo una acción estimuladora sobre el crecimiento de las dos gramíneas. En el suelo rojo arcilloso este estímulo fue menor. En suelo aluvial se presentó un efecto negativo, no alcanzando ambas gramíneas a igualar la producción de sustancia seca de los cultivos puros. Este mismo efecto se encontró en la producción en materia seca de las raíces (Figura 2).

En el Cuadro 5 se observa que, la relación vástago/raíz de *Agrostis castellana* en estos cultivos mixtos aumentó en todos los suelos en comparación con los controles. Una relación vástago/raíz superior a los controles obtuvo *Arrhenatherum elatius* en los suelos trumao y aluvial. En el suelo rojo arcilloso esta relación disminuyó de valor.

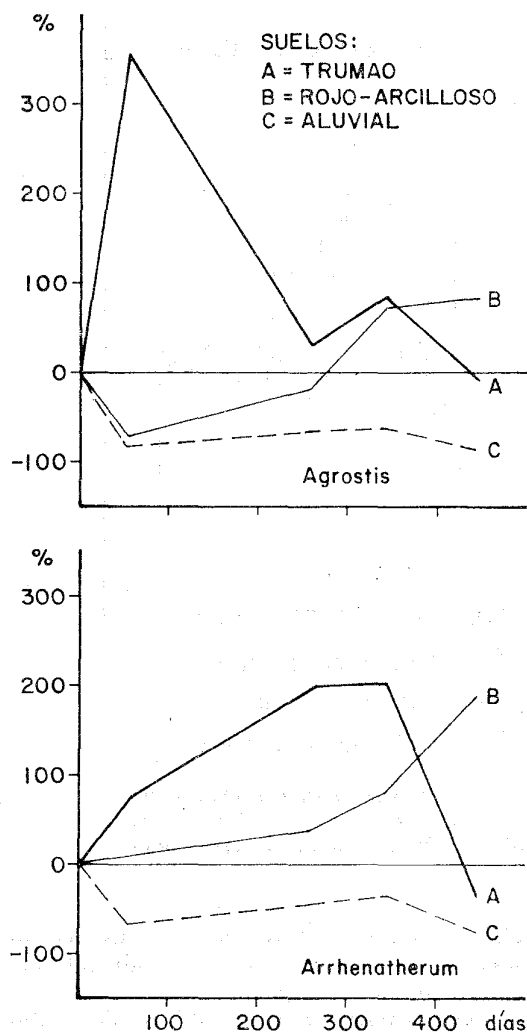


Figura 2 — Desarrollo relativo del vástago de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum* en cultivos mixtos con *Ulex europaeus* y con diferentes suelos (Controles = O).

d) Efecto de *Aristotelia chilensis*:

En la Figura 3 se aprecia que la acción del maqui sobre la chéptica fue muy similar a la de *Ulex europaeus*, aunque el estímulo sobre su desarrollo fue superior en los suelos trumao y rojo arcilloso. El efecto inhibitorio en suelo aluvial fue menor que el de *Ulex europaeus*.

En el caso de *Arrhenatherum elatius* la acción de *Aristotelia chilensis* fue más parecida a la de la zarzamora. En los cultivos

Cuadro 4 — Diferencias absolutas entre el peso seco de los cultivos mixtos de *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*, y los correspondientes controles. (A) = vástago, (B) = raíz.

Suelos	Cultivos mixtos con		
	<i>Rubus constrictus</i>	<i>Ulex europaeus</i>	<i>Aristotelia chilensis</i>
(A):			
Trumao	+ 1,01	+ 1,31	+ 0,38
Rojo Arcilloso	+ 1,75	+ 0,76	+ 1,03
Aluvial	+ 0,79	- 1,39	- 0,05
(B):			
Trumao	+ 1,34	+ 0,92	+ 2,12
Rojo Arcilloso	+ 2,38	+ 1,45	+ 2,16
Aluvial	+ 2,01	- 4,02	+ 0,99

Valores de 10 plantas. Promedios de 5 repeticiones. (+) mayor, (-) menor que el control. (Comparar Figura 3).

mixtos en suelo trumao y aluvial no hubo una gran diferencia entre la producción de sustancia seca del control y ellos. En suelo rojo arcilloso encontramos, por el contrario, un estímulo muy claro sobre el desarrollo de este pasto (Figura 3).

Interesante es la relación peso seco vástago/peso seco raíz en todos los cultivos de ambos pastos con el maqui. En ellos se alcanzaron los valores más bajos de todo el ensayo (Cuadro 5).

Cuadro 5 — Relación peso seco vástago/peso seco raíz de *Agrostis castellana* (A) y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum* (B).

Suelos	Cultivos mixtos con			
	Control	<i>Rubus constrictus</i>	<i>Ulex europaeus</i>	<i>Aristotelia chilensis</i>
(A):				
Trumao	0,89	0,82	1,40	0,53
Rojo Arcilloso	0,62	0,80	0,91	0,51
Aluvial	0,70	0,60	1,16	0,56
(B):				
Trumao	1,02	0,53	1,17	0,54
Rojo Arcilloso	0,71	0,72	0,61	0,56
Aluvial	0,47	0,44	0,96	0,38

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los cultivos puros concuerdan con las condiciones de nutrición vegetal descritas para los suelos por Weinberger (1971). Lieth (1953) comprobó que, *Arrhenatherum elatius* crece mejor en

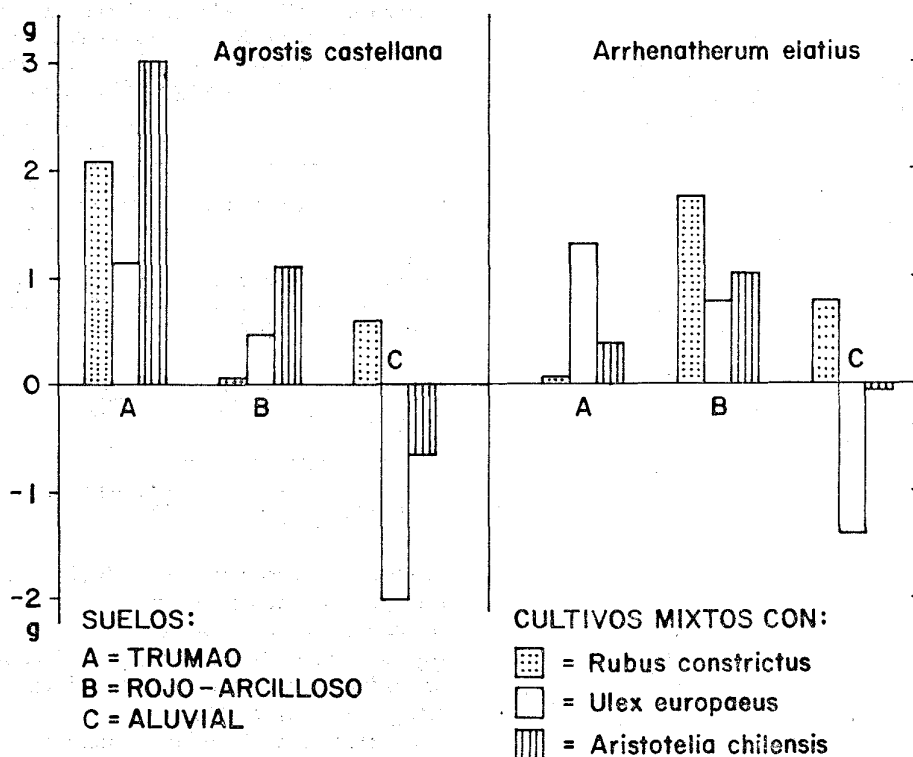


Figura 3 — Diferencia absoluta entre la producción de materia seca del vástago de *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum* en cultivos mixtos, y los correspondientes controles. Valores de 10 plantas. Promedios de 5 repeticiones (Controles = 0).

suelos porosos, lo que correspondería a nuestro suelo aluvial, donde esta especie tuvo su mejor desarrollo. *Agrostis castellana* demostró su capacidad de crecimiento al sobrepasar, en los tres suelos, la producción de materia seca del pasto cebolla. Como la chépica, a diferencia de *Arrhenatherum elatius* es una gramínea cespitosa de crecimiento bajo, esta capacidad de desarrollo cobra mucha importancia.

El comportamiento de estos pastos en cultivos mixtos con las especies leñosas fue muy distinto al de los cultivos puros. Elleberg (1956) plantea esta diferencia entre lo que llama "Comportamiento Fisiológico" (cultivo puro) y "Comportamiento Ecológico" (cultivo mixto de 2 o más especies). La distribución de una especie se ve siempre restringida por la competencia con otras; de manera que, las exigencias de una planta en cultivo mixto son mayores a las que presenta en cultivo puro. Así por ejemplo, aunque *Arrhenatherum elatius* prefiere suelos con abundante sustan-

cia orgánica, en nuestros cultivos puros, creció mucho mejor en el suelo de tipo aluvial, que es el más pobre en ella.

*Rubus constrictus* no inhibió el desarrollo de las gramíneas, a pesar de ser una maleza muy agresora. Como la capacidad de competir de una especie depende de las condiciones ambientales (Elleberg, 1956), en nuestros ensayos, la zarzamora pudo verse afectada por escasez de agua (Ramírez, 1973). *Agrostis castellana* no fue influenciado negativamente por *Rubus constrictus* en el suelo rojo arcilloso. En el sur de Chile, la murra no abunda en estos suelos; mientras que la chépica está siempre presente en ellos (Oberdorfer, 1960) (Riveros, 1973). El mayor estímulo en el desarrollo del pasto cebolla, por efecto de *Rubus constrictus* se presentó en este mismo suelo, sin embargo, esta especie tampoco crece espontáneamente en él.

La acción competitiva de *Ulex europaeus* fue similar sobre las dos gramíneas. Se presentó una fuerte inhibición en el suelo de

tipo aluvial, en el cual los cultivos puros de los pastos se desarrollaron en forma óptima. En los otros suelos encontramos una acción estimulante sobre el crecimiento del pasto cebolla y la chépica. Esto contradice, en parte, la pobreza de vegetación herbácea en grupos cerrados del espinillo. Ramírez (1971) demostró una acción de tipo alelopático de las ramas muertas de esta especie sobre la germinación de especies herbáceas. Desde luego este efecto no pudo apreciarse en nuestros ensayos, porque trabajamos con plantas nuevas y durante un corto período de tiempo.

*Aristotelia chilensis*, al estimular el rendimiento de los pastos, lo hizo en forma específica en cada suelo. A pesar de que el maqui es un arbusto chileno de alta agresividad no presentó un efecto inhibitorio en el desarrollo de las gramíneas.

Es posible que nuestros resultados sean mayores que la competencia real de estas especies en su habitat. El hecho de cultivar las plantas en macetas, obliga a raíces que en la naturaleza se ubican en diferentes profundidades, a convivir en un espacio reducido. Esto se acentúa aún más en nuestro caso, ya

que la competencia entre raíces es mucho mayor en suelos pobres (Knapp, 1954). En general podemos afirmar que no existe un efecto negativo claro en el crecimiento de estos pastos por parte de los arbustos usados, con lo que queda demostrada la gran capacidad competitiva de estas dos gramíneas.

Bajo las mismas condiciones el cociente vástago/raíz es constante para una especie (Kausch y Heinrich, 1959). Los mismos autores comprobaron que esta relación cambia al variar el contenido de agua del suelo. Steubing y Alberdi (1973) relacionan este cambio a la disponibilidad de fósforo. En nuestros experimentos la relación vástago/raíz de los pastos alcanzó valores muy bajos en todos los cultivos con *Aristotelia chilensis*. El maqui presenta una transpiración considerable (Weinberger, Romero y Oliva, 1973), lo cual probablemente hizo disminuir la disponibilidad de agua para los pastos, provocándose un estímulo sobre el desarrollo de la raíz de éstos. También en el suelo rojo arcilloso con una menor disponibilidad de fósforo, la relación vástago/raíz fue relativamente baja.

## RESUMEN

En tres suelos de origen volcánico (truma, rojo arcilloso y aluvial) se estudia la acción competitiva de especies leñosas (*Rubus constrictus*, *Ulex europaeus* y *Aristotelia chilensis*) sobre las gramíneas *Agrostis castellana* y *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*. Todas estas especies son malezas muy agresivas que conviven en varias comunidades de praderas del sur de Chile.

Se trabajó con cultivos puros y mixtos (un arbusto y un pasto) en macetas de arcilla. Estos cultivos se mantuvieron durante 449 días, y en cuatro fechas se controló el desarrollo de los pastos cortando el vástago y determinando peso seco. Al final del ensayo se determinó también el peso seco de las raíces.

En cultivos puros, los pastos se desarrollaron mejor sobre el suelo de tipo aluvial, pero en todos los suelos fue mayor el crecimiento de *Agrostis castellana*. *Rubus constrictus* estimuló el desarrollo de los pastos en los tres suelos. *Ulex europaeus* inhibió el desarrollo de ellos sólo en suelo aluvial. *Aristotelia chilensis* inhibió únicamente el desarrollo de *Agrostis castellana* en este mismo suelo. En general en las condiciones trabajadas, no hubo un efecto de competencia negativo claro de los arbustos sobre los pastos, con las excepciones ya mencionadas.

La relación peso seco vástago/peso seco raíz de los pastos fue marcadamente inferior en todos los cultivos mixtos con *Aristotelia chilensis*.

Todos estos resultados se entregan resumidos y graficados, y además se discuten ampliamente en el texto.

## SUMMARY

DEVELOPMENT OF *Agrostis castellana* AND *Arrhenatherum elatius* VAR. *bulbosum* IN ASSOCIATION WITH SHRUBS IN SOIL OF VOLCANIC ORIGIN.

The competitive activity of ligneous species (*Rubus constrictus*, *Ulex europaeus* and *Aristotelia chilensis*) on gramineous *Agrostis castellana* and *Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum* is studied in three volcanic soils (Trumao, Red clay and Alluvial). All these species are very aggressive weeds co-existing in several prairie communities in the south of Chile.

Pure and mixed (shrub and grass) crops in earthenware flowerpots were used. These crops were kept for 449 days and grass growing was controlled four times by cutting the aerial part of the plant and determining the dry weight. By the end of the assay the dry weight of the roots was also determined.

In pure crops, grass grew more on Alluvial soils but considering all three types of soil *Agrostis castellana* grew the most. *Rubus constrictus* fostered grass growing in all three soils. *Ulex europaeus* inhibited grass growing only in Alluvial soils. *Aristotelia chilensis* inhibited only *Agrostis castellana* growing in Alluvial soils. In general, under the conditions outlined above, there was no clear negative competitive activity of shrubs on grass, except for the ones mentioned above.

The ratio dry weight stem/dry weight root was markedly lower in all mixed crops with *Aristotelia chilensis*.

These results are summarized, platted, and extensively discussed in the text.

## LITERATURA CITADA

- ELLEMBERG, H. 1956. Einführung in die Phytologie. IV Grundlagen der Vegetationsgliederung. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Stuttgart. (1): 136.
- HOTT, J. 1964. Contribución al estudio de las malezas de la provincia de Osorno. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada) (Memoria inédita).
- KAUSCH, W. und HEINRICH, E. 1959. Beziehungen zwischen transpiration und Wurzelwerk. *Planta* (53): 434-448.
- KNAPP, R. 1954. Experimentelle Soziologie der Höheren Pflanzen. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer. (1): 202.
- LIETH, H. 1953. Untersuchungen über die Bodenstruktur und andere vom Tritt abhängende Faktoren in den Rasengesellschaften des Rheinisch-Bergischen Kreises. Tesis presentada a la Universidad de Colonia. (Memoria inédita).
- OBERDORFER, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile. — Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi* (2): 1-208.
- RAMÍREZ, C. 1971. Experimentelle Untersuchungen über gegenseitige Beeinflussungen, Keimung und Provenienzen von Pflanzenarten südchilenischer Rasen und Gebüsche. Tesis presentada a la Universidad Justus Liebig de Giessen, Alemania. (Memoria inédita).
- . 1973. Germinación, crecimiento juvenil y relaciones de competencia de *Rubus constrictus* Lef. et M. y *Ulex europaeus* L. *Agricultura Técnica* (Chile). 33 (2): 90-93.
- REICHE, K. 1905. Geografía Botánica de Chile. Trad. de G. Looser en 1934. Impr. Univ. Chile (II): 149.
- RIVEROS, M. 1973. Estudios del potencial florístico y de la regeneración en una pradera de *Acaena-Agrostis* en la provincia de Valdivia. Tesis Fac. de Ciencias. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. (Memoria inédita).
- STEBING, L. and ALBERDI, M. 1973. The influence of Phosphorus on the sclerophylly. *Ecol. Plant.* 8 (3): 211-218.
- WEINBERGER, P. 1970. Apreciación de la Fijación del fósforo en suelos de cenizas volcánicas, mediante la determinación del peso seco por calcinación. *Pub. UACH. Edic. Inst. de Bot.* (1): 1-8.
- . 1971. Charakteristische Eigenschaften und die Fruchtbarkeit südchilenischer Graslandböden auf vulkanischen Aschen. *Der Tropenlandwirt* (72): 51-71.
- . und BINSACK, R. 1970. Zur Entstehung und Verbreitung der Aschenböden in Südchile. *Der Tropenlandwirt* (71): 19-31.
- , ROMERO, M. und OLIVA, M. 1973. Untersuchungen über die Dürre-resistenz patagonischer immergrüner Gehölze. *Vegetatio* 28 (1/2): 75-98.