

Avaliação da Interferência de Três Espécies Cultivadas em Solo Proveniente de Três Sistemas de Rotação no Uruguai. II. *Raphanus raphanistrum*.¹

AMALIA RIOS² y MARCO ANTONIO OLIVA³

Resumo. No INIA-La Estanzuela, Uruguai, no ano de 1963, estabeleceu-se um experimento de sistemas de rotação, em que mudam a seqüência e a duração de culturas e pastagens, intensidade de práticas culturais e de adubação, conseqüentemente, as características físicas, químicas e biológicas do solo. O objetivo desse estudo foi o de determinar as diferenças na capacidade de interferência de *Raphanus raphanistrum* L., induzidas pelas alterações no solo dos sistemas de rotação, no período crítico de competição da cultura de trigo. As espécies foram semeadas consorciadas, em vasos com solo dos três sistemas de rotação. Os consórcios consistiram do crescimento do *R. raphanistrum* isoladamente, associado a trigo, a *L. multiflorum*, e das três espécies juntas. Foram realizadas três coletas sucessivas das plantas, a intervalos regulares de sete dias, sendo a primeira feita na quarta semana após a emergência. Em *R. raphanistrum*, o acúmulo de matéria seca total, das raízes, da parte aérea, das folhas, suas respectivas taxas, incrementaram com aumento na fertilidade dos sistemas, evidenciando, ao mesmo tempo, os efeitos de interferência, especialmente na combinação com trigo, nos sistemas de pastagens. Quando as três espécies cresceram juntas, a interferência de *L. multiflorum* prejudicou o trigo, liberando a dicotiledônea da competição. Neste caso, a produção de *R. raphanistrum* foi semelhante, tanto quando cresceu solteira, quanto consorciada com *L. multiflorum*. As taxas de crescimento respectivas foram similares nesses tratamentos e menores na combinação com trigo. A área foliar específica declinou quando *R. raphanistrum* cresceu isolada, da primeira para a terceira coleta, nos três sistemas, sendo a queda mais brusca no sistema de leguminosas. Nomenclatura: *Lolium multiflorum* LAM., # LOLMU; *Raphanus raphanistrum* L., # RAPRA; trigo, *Triticum aestivum* L., 'Federal'.

Palavras chave: competição, LOLMU, RAPRA.

Abstract. During 1963, a long term rotation system experiment was established at INIA La Estanzuela, Uruguay. Variants in sequences and length of crop and pasture, cultural practices intensities and fertilization result in different physical, chemical, and biological soil characteristics. The objective of this study was to determine differences in interference capacity of *Rhaphanus raphanistrum* L. and wheat, during crops critical period of competence, induced by alterations of the soil of the rotational system. The species were sown together in pots with soil coming from the three rotational systems. The consorts consisted in the growing *R. raphanistrum* alone, associated to wheat, to *L. multiflorum*, and the three grown together. Three successive plant harvest were done, at weekly intervals starting at the fourth week from emergence. *R. raphanistrum* accumulates of total dry matter, of the roots, of the upper plant part, of the leaves and their respective rates, increased with fertility raises in the systems. Interference effects were seen, specially in the consort with wheat and soil from the pasture system. Interference of *L. multiflorum* went against wheat when the three species were grown together, liberating the dicotyledon from the competition. So production of *R. raphanistrum* was similar when it grew alone and when associated to *L. multiflorum*. Similar growth rates were obtained in these treatments and decrease when combined with wheat. Specific foliar area decreased from the first to the third harvest when *R. raphanistrum* grew alone, on the three systems, although major reductions were quantified on the legume system.

¹Parte da tesis de Doutorado do primeiro autor. - ² INIA La Estanzuela, 70000, Colonia, Uruguay. - ³Dpto. Biología Vegetal, Univ. Fed. Viçosa, 36570, Viçosa, Brasil. - ⁴As letras após do símbolo pertencem ao código do computador aprovado pela WSSA, tomado da Composite List of Weeds, 1989, disponível em WSSA, 1508 West University Avenue, Champaign, IL 61821-3133. - ⁵Abreviaturas: S1, sistema 1; S2, sistema 2; S3, sistema 3; CONS, consórcio; R, *Raphanus raphanistrum*; T, trigo; Lo, *Lolium multiflorum*; COL, coletas; A_f, área foliar; W_p, produção de matéria seca total; W_{pa}, da parte aérea; W_r, da raiz; C_p, taxas de crescimento médio da planta; C_{pa}, da parte aérea; C_{pr}, do sistema radical; C_A, da área foliar; S_A, área foliar específica.

Nomenclature: *Lolium multiflorum* LAM.,# LOLMU; *Raphanus raphanistrum* L.,# RAPRA; trigo, *Triticum aestivum* L.,# TRZAX.

Additional index words: **competition, LOLMU, RAPRA.**

INTRODUÇÃO

A composição florística dos ecossistemas está determinada pela capacidade adaptativa das espécies às mudanças das condições do ambiente; conseqüentemente, estão compostos por aquelas espécies que se adaptam mais rapidamente a essas mudanças. Nos ecossistemas naturais as variações são mais lentas e menos drásticas quando comparadas com as dos agrícolas, em especial aqueles de maior freqüência de rotação. Nos sistemas de rotação os fatores abióticos como luz, água etc., dentre outros, parecem adquirir uma importância relevante com as modificações do solo. O conjunto de alterações físicas e químicas do solo, submetido a diversos tipos de manejo, pode ser determinado mediante análise direta do substrato ou pelas respostas da planta às condições edáficas. Essas respostas resultam tanto das variações na fertilidade do solo como de modificações químicas e microbiológicas residuais das culturas, que podem ser projetadas na dinâmica do crescimento das populações (3,5,7,10,11). O objetivo desse estudo foi o de determinar as diferenças na capacidade de interferência de *Raphanus raphanistrum* L., induzidas pelas alterações no solo dos sistemas de rotação, no período crítico de competição da cultura de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela, está situado a 34° 20' de Latitude, 57° 41' de Longitude e a 81 m acima do nível do mar. Nesta Estação Experimental, no ano de 1963, foi iniciado um experimento visando à avaliação de sete sistemas de rotação, em solo que apresentava um uso agrícola de 60 anos. O solo é um Brunosol Eutrício típico, de suave a moderadamente ondulado (2-4% de declividade). O perfil nos primeiros 0,25 m (varia entre 0,18 a 0,30 m) apresenta cor parda muito escura (10 YR 2/2), textura franco-argilossiltosa, estruturado em blocos subangulares, médios, moderados, de transição clara (9).

Dos sete sistemas de rotação, selecionaram-se três: sistema um (S1)⁵, sistema cinco (S5)⁵ e sistema sete (S7)⁵, com base nas culturas e pastagens predominantes em cada ano no ciclo da rotação, considerados extremos no contexto do complexo solo-planta (Quadro 1).

No ano de 1983 modificaram-se várias seqüências, que se ajustaram às mudanças tecnológicas e de mercado acontecidas nos primeiros 20 anos (2). Assim, a semeadura de linho foi substituída pela de cevada e semeadura direta de girassol.

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e simularam uma situação agrícola simplificada. A cultura de referência foi o trigo e as invasoras foram a dicotiledônea *R. raphanistrum* e a monocotiledônea *L. multiflorum*. Selecionou-se o trigo, por ser a única cultura que sempre esteve presente nos três sistemas. As invasoras foram selecionadas por serem fisiologicamente diferentes e com hábitos contrastantes de crescimento, apresentando alta freqüência nos solos agrícolas uruguaios.

Quadro 1 - Descrição dos Três Sistemas de Rotação.

SISTEMA	DESCRIÇÃO
1	Agricultura contínua com culturas de grãos (trigo, sorgo, cevada, semeadura direta de girassol), sem adubação.
5	Rotação de pastagem formada por mistura de leguminosas (<i>Lotus corniculatus</i> e <i>Trifolium repens</i>) e gramínea (<i>Festuca arundinacea</i>) durante 50% do período e culturas do grãos (sorgo, cevada, semeadura direta de girassol e trigo consorciado com pastagem)
7	Rotação de leguminosas forrageiras bianuais (<i>Trifolium pratens</i>), durante 33% do tempo, e culturas de grãos (trigo, cevada, semeadura direta de girassol, e trigo em consórcio com a leguminosa forrageira)

As características químicas do solo nos três sistemas de rotação são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Características Físicas e Químicas do Solo nos Três Sistemas de Rotação.

CARACTERÍSTICAS	S1	S5	S7
Densidade Aparente (g.cm ⁻³)	1,25	1,16	1,27
pH (H ₂ O)	6,0	6,0	6,0
Matéria Orgânica (%)	2,3	3,4	3,8
Nitrogênio Total (%)	0,12	0,18	0,20
P (ug g ⁻¹)	3,4	12,2	23,0

As amostras de solo foram tomadas quando estava plantado, no sistema um, girassol de semeadura direta, no sistema cinco, pastagem, em seu terceiro ano, e no sistema sete, trevo vermelho, no segundo ano. A amostragem do solo foi feita segundo a metodologia proposta por Sabbe e Marx (8). As amostras foram tomadas com um trado de 19 mm de diâmetro, até 0,2 m de profundidade, obtendo-se uma amostra composta, a qual foi homogeneizada, e a partir da qual foram tomadas as subamostras para as unidades experimentais de cada experimento.

As espécies foram semeadas consorciadas, em vasos, com solo dos três sistemas de rotação, em condições de casa de vegetação. Os consórcios (CONS)⁵ consistiram do crescimento *R.raphanistrum* solteira (R)⁵, *R.raphanistrum* + trigo (R/T)⁵, *R.raphanistrum* + *L.multiflorum* (R/Lo)⁵, *R.raphanistrum* + trigo + *L.multiflorum* (R/T-Lo)⁵;

Foram realizadas três coletas (COL)⁵ sucessivas das plantas, com três repetições, a intervalos regulares de sete dias, sendo a primeira feita na quarta semana após a emergência. A parte aérea foi cortada rente ao solo e o sistema radical lavado em peneiras. A área foliar (A_f)⁵, foi estimada por comparação da área conhecida de papel com o peso dos recortes dos perímetros das folhas. A matéria seca foi determinada após secagem do material vegetal em estufa de ventilação forçada, a 75 °C, até peso constante. A partir da matéria seca das partes aérea e radical das três espécies, foram calculadas a produção de matéria seca total (W_t)⁵, da parte aérea (W_{pa})⁵, da folha (W_f)⁵, e da raiz (W_{pr})⁵. Os dados foram submetidos à análise de variância.

Conforme Radford (6), foram calculadas taxas de crescimento médio da planta (C_t)⁵, da parte aérea (C_{pa})⁵, do sistema radical (C_{pr})⁵ e da área foliar (C_A)⁵. As equações empregadas foram do tipo usado para calcular a taxa de crescimento médio da planta no intervalo de tempo (t₂ - t₁):

$$C = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}, \text{ em que } W_2 \text{ e } W_1 \text{ são as matérias secas nos tempos } t_2 \text{ e } t_1, \text{ respectivamente.}$$

A área foliar específica (S_A)⁵ foi determinada a partir de valores instantâneos de A_f e W_f, e empregadas na equação S_A = A_f/W_f, de acordo com Radford (6).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial de três sistemas de rotação, quatro combinações de competição e três épocas de coleta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. A comparação de médias foi realizada segundo o teste de MDS, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis avaliadas, à exceção de S_A, mostraram comportamento semelhante. A significância das interações de primeira e segunda ordem foi determinada além dos efeitos principais, indicando a mudança na intensidade das respostas. Os resultados são apresentados para os efeitos isolados.

Os efeitos da competição e da fertilidade dos diferentes sistemas sobre *R.raphanistrum* estão representados na Figura 1. A baixa fertilidade do sistema um, quando comparado com o sistema sete, não permitiu manifestação das interferências do trigo e *L.multiflorum* em relação ao *R.raphanistrum*. A matéria seca total

(W_i) de *R. raphanistrum* incrementou com aumento na fertilidade dos sistemas. A competição do trigo afetou *R. raphanistrum* quando cresceram juntos, determinando para este, nos sistemas cinco e sete, menores valores de W_i e da razão S7:S1 (Quadro 3). No entanto, quando as três espécies cresceram juntas, a interferência *L. multiflorum* afetou o trigo, liberando a dicotiledônea da competição, e os valores de W_i de *R. raphanistrum* foram semelhantes aos do solteiro ou do consórcio R/Lo.

Ct de *R. raphanistrum* aumentou com a fertilidade dos sistemas, foi semelhante nos tratamentos de R e R/Lo. No entanto, a maior inibição aconteceu na presença do trigo e a menor no consórcio R/T-Lo. Conseqüentemente, a razão S7:S1 cresceu na seqüência R/T; R; R/Lo e R/T-Lo (Quadro 3).

Quadro 3 - Taxas de Crescimento do *R. raphanistrum*, no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

CONS.	Taxas de Crescimento			
	S1	S5	S7	S7:S1
	— mg.planta ⁻¹ .semana ⁻¹ —			
R	94	237	322	3,4
R/T	54	116	126	2,3
R/Lo	88	230	312	3,5
R/T-Lo	60	309	372	6,2

W_i do *R. raphanistrum* aumentou com a fertilidade dos sistemas (Figura 2). Os efeitos da competição na combinação R/T foram evidentes no S5, na terceira coleta e no sistema sete já a partir da segunda coleta.

A razão S7:S1 mostra que o maior efeito de interferência foi no consórcio R/T, intermediário em R ou R/Lo e maior em R/T-Lo (Quadro 4).

R. raphanistrum mostrou aumento de W_{pa} e maior interferência com incremento na fertilidade. Nos três sistemas, os maiores decréscimos de W_{pa} foram ocasionados pelo trigo (Figura 3). Nos outros dois consórcios, entretanto, W_{pa} não diferiu daquele apresentado pela dicotiledônea solteira. Nas combinações ocorreu atraso no processo de desenvolvimento reprodutivo da dicotiledônea, que refletiu em menores C_{pas} em relação a *R. raphanistrum* solteiro (Quadro 4). No consórcio R/T, foi registrado menor C_{pa} dentre as combinações de competição.

W_f de *R. raphanistrum* aumentou com incremento na fertilidade e as diferenças entre consórcios foram significativas a partir da segunda coleta nos sistemas cinco e sete (Figura 4).

Quadro 4 - Taxas de Crescimento da Parte Aérea e Radical em *R. raphanistrum*, no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

CONS.	Taxas de Crescimento							
	PARTE AÉREA				PARTE RADICAL			
	S1	S2	S7	S7:S1	S1	S5	S7	S7:S1
	— mg planta ⁻¹ semana ⁻¹ —							
R	76	164	238	3,1	17	73	85	4,9
R/T	24	81	84	3,4	29	35	42	1,4
R/Lo	63	169	234	3,7	25	61	79	3,1
R/T-Lo	34	201	263	7,8	27	108	110	4,1

Menores C_i foram obtidas na combinação R/T, entretanto, na razão S7:S1 determinaram-se valores maiores nos consórcios R/Lo e R/T-Lo em relação a R e R/T (Quadro 5).

R. raphanistrum apresentou aumentos em A_f com incremento na fertilidade dos sistemas e com a pressão de competição (Figura 5). Nos três sistemas, o trigo exerceu maior efeito depressivo na expansão foliar da invasora. Conseqüentemente, determinou o menor valor de C_A e da razão S7:S1, sendo que o consórcio R/T apresentou valores similares aos de R e R/T-Lo (Quadro 5).

O ambiente sendo favorável, as invasoras apresentam maiores taxas relativas do crescimento, de fotossíntese e quantidade de fotoassimilados para produção da área foliar, no estágio de plântula (4).

Quadro 5 Taxa de Crescimento da Folha e Área Foliar do *R. raphanistrum* Crescendo no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

CONS.	Taxa de Crescimento							
	FOLHA				ÁREA FOLIAR			
	S1	S5	S7	S7:S1	S1	S5	S7	S7:S1
	mg ² planta ⁻¹ semana ⁻¹				cm ² planata ⁻¹ semana ⁻¹			
R	68	115	196	2,9	10	18	26	2,5
R/T	19	56	56	2,9	7	9	8	1,1
R/Lo	36	115	148	4,1	3	23	19	6,3
R/T-Lo	50	170	191	3,8	9	20	26	2,9

Em alguns dos tratamentos, A_p , entre a segunda e a terceira coleta, manteve-se constante ou diminuiu, como conseqüência da diferenciação reprodutiva. Assim, onde ocorreu maior pressão de competição (R/T-Lo em sistema sete) ou deficiência nutritiva (R/T-Lo, R/T em sistema cinco) houve atraso do desenvolvimento reprodutivo da dicotiledônea. Nessa fase do desenvolvimento, a translocação de assimilados das folhas adultas favoreceu a reprodução da espécie.

R. raphanistrum apresentou queda em S_A , em virtude de seu hábito de crescimento em roseta, e do início da etapa reprodutiva (Figura 6). Com a idade, muitas espécies caracterizam-se por apresentarem menores S_A nas folhas novas (1).

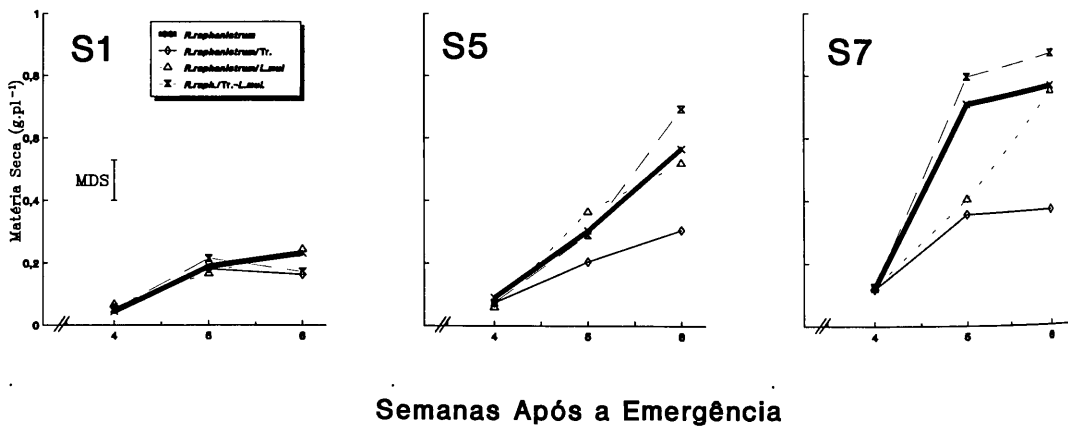


FIGURA 1 - Matéria Seca Total do *R. raphanistrum* nos três Sistemas de Rotação.

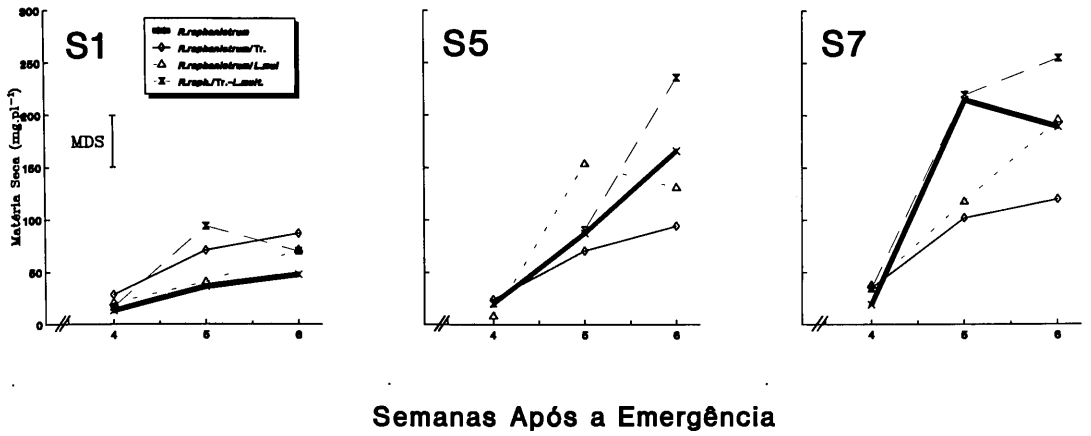


FIGURA 2 - Acúmulo de Matéria Seca nas Raízes do *R.raphanistrum* nos três Sistemas de Rotação.

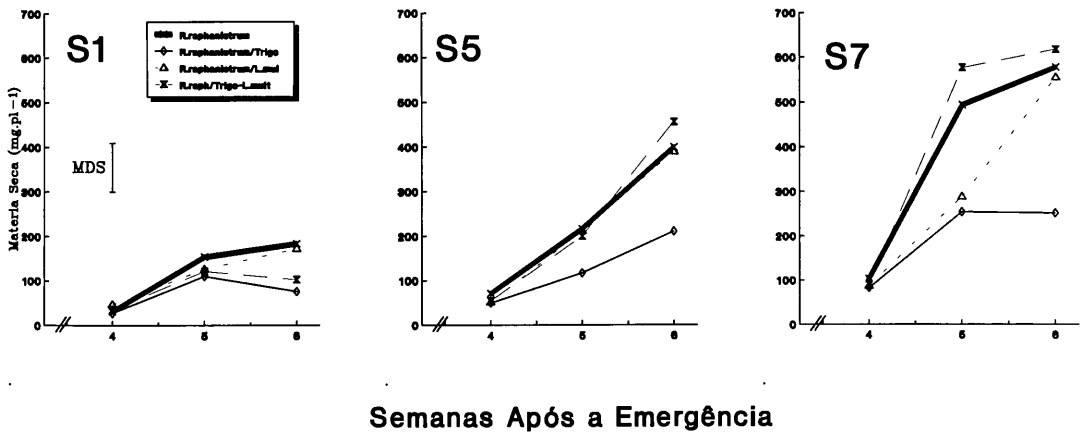


FIGURA 3 - Acúmulo de Matéria Seca na Parte Aérea do *R.raphanistrum* nos três Sistemas de Rotação.

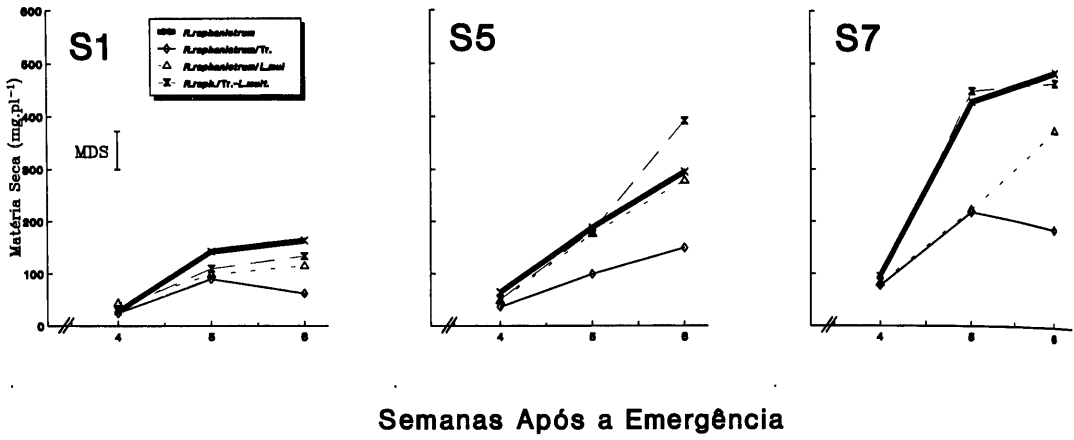


FIGURA 4 - Acúmulo de Matéria Seca nas Folhas do *R.raphanistrum* nos três Sistemas de Rotação.

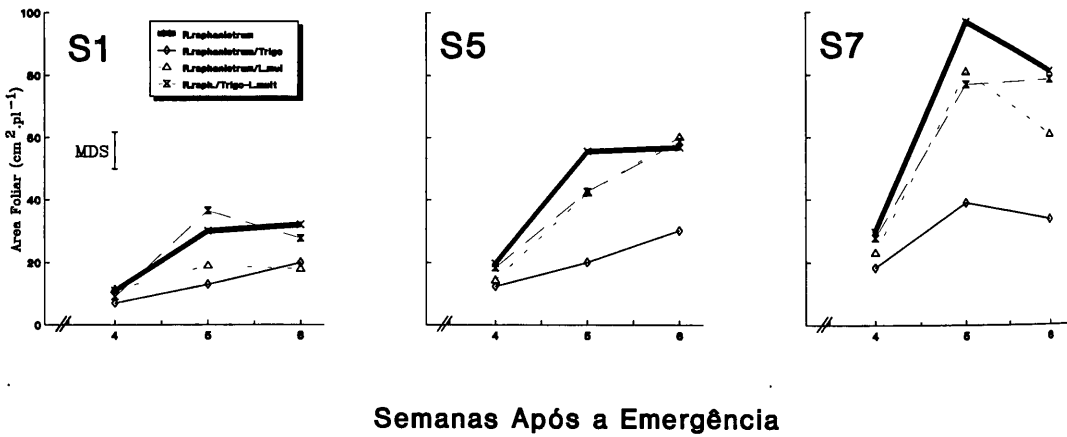


FIGURA 5 - Area Foliar do *R.raphanistrum* nos três Sistemas de Rotação.

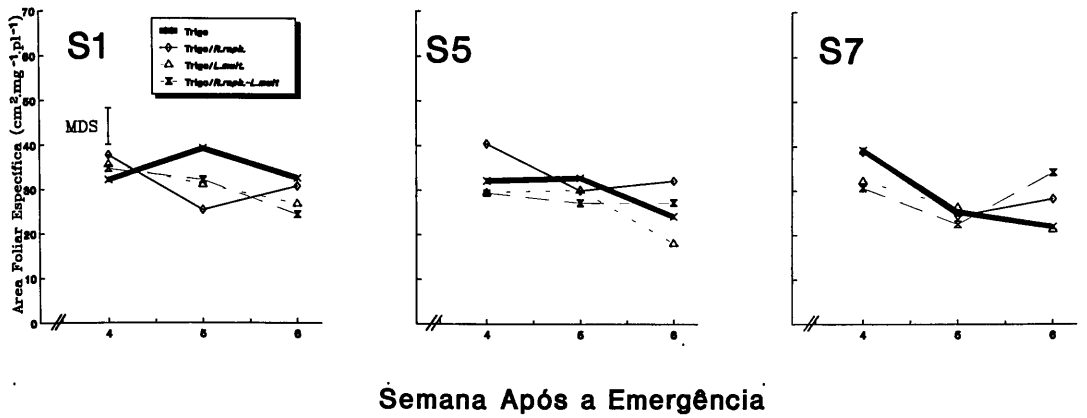


FIGURA 6 - Area Foliar Específica do Trigo nos três Sistemas de Rotação

LITERATURA CITADA

1. Charles-Edwards, D.A.; D. Doley and G.M. Rimmington. 1986. Modelling plant growth and development. Australia, Academic Press, 235p.
2. Díaz, R. 1983. Propuesta de modificaciones a un experimento de rotaciones agrícola-ganadera. Inv. Agr., 4: 76-8.
3. Patrick, Z.A.; T.A. Tousson and W.C. Snyder. 1963. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. Phytopathology, 53:152-61.
4. Patterson, D.T. 1985. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: 1985. S.O. Duke, ed. Weed physiology. Boca Raton, Florida, CRC Press. v 1, Cap 4, p.102-29.
5. Putnam, A.R. and W.B. Duke. 1974. Biological suppression of weeds: evidence for allelopathy in accessions of cucumber. Science, 185:370-72.
6. Radford, R.J. 1967. Growth analysis formula their use and abuse Crop Sci., 7:171-5.
7. Rice, E.L. 1984. Allelopathy. New York, Academic Press. 423p.
8. Sabbe, W.E. and D.B. Marx. 1987. Soil sampling: spatial and temporal variability. In: 1987. J.R. Brown, ed. Soil testing: sampling, correlation, calibration, and interpretation. s.l., SSSA. p. 1-14. (SSSA special publication, 21).
9. Victora, C.D.; J. Piñeyrua y R. Puentes. 1985. Relevamiento semidetallado de suelos de la Estación Experimental La Estanzuela. Colonia, Uruguay, CIAAB/MAP. 20 p.
10. Williams, R.D. and R.E. Hoagland. 1982. The effects of naturally occurring phenolic compounds on seed germination. Weed Sci., 30:206-9.
11. Wilson, R.E. and E.L. Rice. 1968. Allelopathy as expressed by *Helianthus annuus* and its role in old-field succession. Bull. Torrey Bot. Club, 95:432-8.