

Avaliação da Interferência de Três Espécies Cultivadas em Solo Proveniente de Três Sistemas de Rotação no Uruguai. I. Trigo (*Triticum aestivum*).¹

AMALIA RIOS² y MARCO ANTONIO OLIVA³

Resumo. O efeito do solo de tres sistemas de rotação na capacidade de interferência do trigo associado a duas plantas daninhas, *Raphanus raphanistrum* e *Lolium multiflorum*, foi estudado em condições de casa de vegetação. Os sistemas foram estabelecidos no INIA La Estanzuela, Uruguai, no ano de 1963, e consistem de uma rotação agrícola contínua de cultura de grãos sem adubação e de duas rotações com pastagens, sendo uma mistura de leguminosas e gramíneas, na proporção de 50% do tempo da rotação, e a outra com leguminosas, em 33% do tempo. Na seqüência de tempo, nas duas rotações são semeadas culturas de grãos. As espécies foram semeadas consorciadas, em vasos com solo dos três sistemas de rotação. Os consórcios consistiram do crescimento do trigo isoladamente, de duas 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 trigo, o acúmulo de matéria seca total, das raízes, da parte aérea, das folhas, e as taxas respectivas incrementaram com aumento na fertilidade dos sistemas, evidenciando, ao mesmo tempo, os efeitos de interferência, especialmente na combinação aos pares com as invasoras. Nos consórcios o trigo apresentou menores razões parte aérea:sistema radical que quando cresceu solteiro. Considerando que as relações de interferência se apresentaram a partir da segunda coleta, os menores valores nessa razão ocorreram no consórcio com a gramínea. A área foliar específica declinou quando o trigo cresceu solteiro, da primeira para a terceira coleta, nos três sistemas, sendo a queda mais brusca no sistema de leguminosas, de maior fertilidad. A produção relativa do trigo foi afetado pela competição a partir da quarta semana. A maior redução no rendimento ocorreu no sistema de leguminosas. Em geral, o trigo teve mais força de competição no sistema com agricultura contínua, e as invasoras foram mais competitivas nos outros sistemas. O trigo mostrou ser um competidor mais forte que a dicotiledônea, nos sistemas de menor fertilidade, sendo ambos iguais no de leguminosas. Entretanto, na competição com *L. multiflorum*, com exceção do sistema de agricultura contínua, a invasora foi mais agressiva. Quando as três espécies cresceram juntas, no sistema de agricultura contínua, o trigo foi mais competitivo mas nos outros sistemas as relações de competição se modificaram. Assim, *R. raphanistrum* foi mais agressivo sobre o trigo, e este sobre *L. multiflorum*. **Nomenclatura:** *Lolium multiflorum* LAM., # LOLMU; *Raphanus raphanistrum* L., # RAPRA; trigo, *Triticum aestivum* L., 'Federal'.

Palavras chave: competição, LOLMU, RAPRA.

Abstract. Studies were conducted in the greenhouse to understand the effect of soil coming from three rotational systems on the interference capacity of wheat associated with two weeds, *Raphanus raphanistrum* and *Lolium multiflorum*. These systems were established in 1963, at INIA La Estanzuela, Uruguay, and they consist in a continuous grain crop agricultural rotation without fertilization and of two pasture rotation: one with 50% of the time covered with a mixture of legumes and grasses, and the other one only legumes during 33% of the time. Each of these being covered by grain crops the rest of

¹Parte da tesis de Doutorado do primeiro autor.

²INIA 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, consorcio; T, trigo; R, *Raphanus raphanistrum*; L, *L. multiflorum*; COL, coletas; A_f, área foliar; W_t, produção de matéria seca total; W_{pa}, da parte aérea; W_f, da folha; W_{pr}, da raiz; C_t, taxas de crescimento médio da planta; C_{pa}, da parte aérea; C_r, do sistema radical; C_A, da área foliar; PA:SR, razão parte aérea:sistema radical; S_A, área foliar específica; PRT, produção relativa do trigo.

the time. The three species mentioned above were sown in pots with soil coming from the three different rotational systems. Treatments consisted in growing wheat by itself, with one and with the two weeds together. Three successive plant harvest were done, at weekly intervals starting at the fourth week from emergence. Accumulates of total dry matter, roots, aerial plant part, leaves and their respective growing rates in wheat increased with fertility raises in the systems. Interference effects were seen, specially when wheat was associated with both weeds. Aerial part:root system relation was reduced in the mixtures compared to when wheat grew alone. Considering that interference relations are present since the second harvest, least values for this account occurred in the consort with the grass. Specific leaf area declined when wheat was grown alone, from the first to the third harvest, in the three systems, although the most abrupt drop was in the most fertil legume system. Relative wheat production was affected by competence since the fourth week and greatest yield reductions occurred in the legume system. Generally, wheat exerted more competence in the continuous agricultural system, by the contrary weeds did in the other two. In less fertil systems, wheat exhibited better competence abilities than that of the dicotyledonean, being equally competitive in the legume system. *L.multiflorum* was more aggressive than the latter, except on the continuous agricultural system. In the last system wheat exerted best competence when the three species grew together, in the other systems competence relations were modified. So *R.raphanistrum* was more aggressive than wheat, and the latter over *L.multiflorum*. Nomenclature: *Lolium multiflorum* LAM., #LOLMU; *Raphanus raphanistrum* L., #RAPRA; trigo, *Triticum aestivum* L., «Federal».

Additional index words: competition, LOLMU, RAPRA.

INTRODUÇÃO

No Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela, Uruguai, foi estabelecido, em 1963, um experimento de longo prazo de sistemas de rotação de culturas e pastagens, com objetivo de avaliar mudanças nos fatores abióticos e bióticos que afetam a produtividade. As alterações na fertilidade do solo foram objeto de contínuos estudos, desde o estabelecimento do sistema de rotações até avaliações recentes feitas por Morón (29); García e Morón (10). Parece difícil, no entanto, estabelecer uma metodologia única, que permita avaliar os efeitos, positivos ou negativos, das diversas rotações de culturas. Estudar apenas as alterações do solo é uma análise unilateral do problema, considerando que o objetivo final é a planta.

Uma metodologia que se proponha avaliar as modificações introduzidas pelos diversos manejos culturais, com enfoque ecofisiológico, tendo como principal elemento de avaliação a planta, deve considerar o tempo necessário para a avaliação, a repetibilidade, as condições de simulação, o custo, o suporte estatístico, a facilidade de manejo, a homogeneidade genética, a análise fisiológica dos problemas e a possibilidade de projeção e modelação. Tentando conjugar todos esses aspectos, estudos de germinação, crescimento inicial, competição, efeitos alelopáticos e estresses nutricionais parecem ajustar-se ao tipo de avaliação proposta.

Neste trabalho propõe-se determinar as alterações induzidas pelas rotações culturais, por intermédio do comportamento ecofisiológico das plantas. Considerando que o período crítico de competição acontece nos estádios iniciais do crescimento das culturas, o objetivo do trabalho foi determinar o efeito do solo sob três sistemas de rotação, na capacidade de interferência do trigo associado a duas plantas daninhas.

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 (37).

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 (7). Assim, a semeadura de linho foi substituída pela de cevada e semeadura direta de girassol.

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)

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* L. 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.

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 (31). 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 do trigo isoladamente, de duas e das três espécies juntas: trigo solteiro (T)⁵, trigo + *R. raphanistrum* (T/R)⁵, trigo + *L. multiflorum* (T/Lo)⁵, e trigo + *R. raphanistrum* + *L. multiflorum* (T/R-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 (28), 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 ($t_2 - t_1$):

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

Determinou-se a razão da parte aérea:sistema radical (PA:SR).

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 (28).

Determinou-se, também, a produção relativa do trigo (PRT), com base na fórmula proposta por Patterson (25):

$$PRT = \frac{\text{Rendimento do Trigo Associado}}{\text{Rendimento do Trigo Isolado}}$$

Para determinar a agressividade do trigo foi adaptada a fórmula proposta por Trenbath (1974):

$$\text{AGRESSIVIDADE} = \frac{\text{Trigo associado}}{\text{Trigo isolado}} - \frac{\text{Planta daninha com trigo}}{\text{Planta daninha isolada}}$$

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 trigo estão representados na Figura 1. A baixa fertilidade do sistema um, quando comparado com o sistema sete, não permitiu manifestação das interferências de *R. raphanistrum* e *L. multiflorum* em relação ao trigo. W_t do trigo incrementou com aumento na fertilidade dos sistemas, evidenciando, ao mesmo tempo, os efeitos competitivos, especialmente nos consórcios T/Lo e T/R. Efeitos da interferência se manifestaram a partir da segunda coleta. As reservas da semente de trigo refletiram-se em W_t no primeiro mês, impedindo a manifestação tanto do estresse nutricional quanto do competitivo.

No sistema um, para as três coletas não houve diferenças de W_t entre consórcios. Provavelmente, as limitações nutricionais e alelopáticas foram de tal magnitude que não permitiram manifestação dos efeitos. Conseqüentemente, em todos os consórcios do sistema um, o trigo apresentou menores C_t em relação aos sistemas cinco e sete (Quadro 3). No trigo solteiro, C_t foi superior ao dos consórcios nos sistemas cinco e sete, e reduzida 6,2 vezes do sistema cinco em relação ao sistema um. Nos tratamentos de competição, entretanto, esse efeito foi diluído, e as diferenças foram drasticamente reduzidas. O menor C_t no sistema sete foi determinado no consórcio T/Lo, seguido de T/R e T/R-Lo. O efeito de *L. multiflorum* no maior retardo em C_t do trigo provavelmente foi em razão do crescimento radical e da presença de substâncias alelopáticas próprias da invasora (22, 23).

Quadro 3 Taxas de Crescimento do Trigo, 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 —			
T	86	222	536	6,2
T/R	104	146	219	2,1
T/Lo	93	155	179	1,9
T/R-Lo	99	170	277	2,8

Definida a competição como a tendência de plantas vizinhas utilizarem mesmas quantidades de luz, nutrientes minerais, água e espaço (11), em habitats com fertilidade decrescente, as espécies competitivas, de rápido crescimento, acusariam prontamente sintomas de deficiência (4, 12, 18, 38). Isso se manifestaria sob a forma de reduções na capacidade de absorção da raiz (14), na respiração (27), e na fotossíntese (30) e incrementos na susceptibilidade a patógenos.

W_r no trigo aumentou com a fertilidade dos sistemas (Figura 2). As diferenças entre consórcios são maiores no sistema sete na segunda e terceira coletas. Entretanto, a razão S7:S1 mostrou que o efeito da interferência na C_r de trigo é marcante no consórcio T/Lo, menor em T/R-Lo e intermediário em T/R (Quadro 4). A competição entre sistemas radicais não afeta apenas a produção de raízes, mas também sua espessura e seu comprimento como resultado das secreções que afetam o crescimento (19).

W_{pa} e os efeitos da interferência no trigo aumentaram com a fertilidade dos sistemas e são significativos a partir da segunda coleta, nos sistemas cinco e sete (Figura 3). As limitações nutricionais do sistema cinco foram equivalentes aos efeitos competitivos exercidos sobre o trigo pelas duas invasoras, pois não se detectaram diferenças entre W_{pas} entre T no sistema cinco e T/R-Lo no sistema sete.

Menores C_{pa} foram determinadas nos consórcios T/Lo e T/R em relação a T/R-Lo (Quadro 4). No consórcio T/R-Lo, o efeito depressivo de *R. raphanistrum* sobre *L. multiflorum* liberou o trigo da competição da gramínea. O efeito de sombreamento do *R. raphanistrum* sobre as gramíneas pode se manifestar, tanto reduzindo a fotossíntese pelo sombreamento parcial de folhas como diminuindo o perfilhamento pelo sombreamento dos meristemas apicais. Estes, quando sombreados, recebem maior concentração de luz vermelha distante, que determina maior concentração da forma inativa de fitocromo, inibindo o perfilhamento (35).

Quadro 4 Taxas de Crescimento da Parte Aérea e Radical do Trigo, no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

CONS.	Taxas de Crescimento							
	PARTE AÉREA				PARTE RADICAL			
	S1	S5	S7	S7:S1	S1	S5	S7	S7:S1
	— mg planta ⁻¹ semana ⁻¹ —							
T	49	125	318	6,5	37	97	217	5,9
T/R	64	76	108	1,7	41	70	111	2,7
T/Lo	40	66	83	2,1	53	89	96	1,8
T/R-Lo	60	90	148	2,5	39	79	130	3,3

W_i do trigo (Figura 4) seguiu o mesmo modelo de acúmulo na parte aérea (Figura 3). Entretanto, a ordem crescente de C_i foi T/Lo, T/R, T/R-Lo e T, nos sistemas cinco e sete (Quadro 5).

Quadro 5 Taxas de Crescimento da Folha e Área Foliar do Trigo Crescendo no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

Taxas de Crescimento								
CONS.	FOLHA				ÁREA FOLIAR			
	S1	S5	S7	S7:S1	S1	S5	S7	S7:S1
	mg ² planta ⁻¹ semana ⁻¹				cm ² planta ⁻¹ semana ⁻¹			
T	39	105	230	5,9	12	24	44	3,7
T/R	56	65	86	1,5	14	20	21	1,5
T/Lo	34	56	64	1,9	7	8	11	1,5
T/R-Lo	51	72	118	2,3	10	16	41	4,1

A área foliar depende do número de primórdios foliares, do comprimento e da largura das folhas, da taxa de senescência e abscisão foliar. O desenvolvimento foliar no trigo foi afetado tanto pela fertilidade como pela competição, ocasionando diferenças a partir da segunda coleta entre as combinações para os sistemas cinco e sete (Figura 5).

No consórcio T/Lo, nos três sistemas, o trigo apresentou os menores valores de A_p , sem acréscimos entre a segunda e a terceira coleta, conseqüentemente as menores C_A . Portanto, *L. multiflorum* influenciou a expansão foliar ou a taxa de aparecimento de novas folhas de trigo (Quadro 5). Maiores decréscimos, na razão S7:S1, ocorreram nesse tratamento e em T/R. No sistema sete, a maior C_A ocorreu no consórcio T/R-Lo. O sombreamento aumenta a razão superfície:volume, a lâmina sombreada maximiza a absorção de luz e minimiza a alocação em matéria seca estrutural (3). Assim, plantas de cevada apresentam A_f similar sob vários níveis de radiação solar, pois o aumento da área de cada folha compensa o decréscimo do número de folhas nas plantas sombreadas (34). Na presente situação, entretanto, a resposta não se restringe ao estresse de radiação, mas ao somatório de estresses implicados na interferência, como luz, nutrição, efeitos alelopáticos etc.

A distribuição de assimilados entre o sistema radical e a parte aérea depende das espécies, condições ambientais e da etapa do crescimento. O modelo geral é que o sistema radical se alonga primeiro que a parte aérea durante o processo de emergência (16). Esse crescimento preferencial do sistema radical na fase de plântula permite a obtenção de água e nutrientes, assim como a pressão de turgor necessária para a expansão das células (17).

Nos consórcios o trigo apresentou menores razões PA:SR que quando cresceu solteiro (Quadro 6). Aparentemente, a rapidez na ocupação do solo é um mecanismo de sobrevivência ligado à presença de exsudatos radicais que, de alguma forma, impedem o crescimento de outras plantas na vizinhança (13). Assim, a manutenção de tecidos radicais já existentes tem prioridade na translocação de fotoassimilados em relação a tecidos novos da parte aérea (33). Esse mecanismo é mais acentuado em situações de fertilidade limitada (2).

Com base nas relações de interferência, os menores valores da razão PA:SR do trigo ocorreram no consórcio T/Lo, a partir da segunda coleta. Possivelmente, esse comportamento está relacionado com suas características alelopáticas (20, 22, 23). O trigo foi mais influenciado pela pressão de competição no sistema radical que na parte aérea. Comportamento similar já foi observado para outras espécies (1, 8, 15, 29).

S_A , quociente entre área e peso de folha, permite detectar diferenças na distribuição de fotoassimilados como resposta ao estresse da luz. Quando o trigo cresceu solteiro, nos três sistemas, houve declínio de valores S_A da primeira para a terceira coleta (Figura 6). A maior fertilidade do S7 provocou uma queda mais brusca em S_A .

Quadro 6 Razão Parte Aérea:Sistema Radical no Trigo no Solo dos Três Sistemas de Rotação e Quatro Combinações de Competição.

Razão Parte Aérea:Sistema Radical									
COL. CONS.	S1			S5			S7		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T	0,81	0,95	1,09	0,77	1,17	1,17	1,29	1,21	1,45
T/R	0,50	0,96	1,05	0,60	0,84	0,94	0,70	0,84	0,90
T/Lo	0,63	0,59	0,71	0,72	0,51	0,73	0,70	0,60	0,81
T/R-Lo	0,47	0,78	0,95	0,59	0,99	0,96	0,79	0,98	1,05

Folhas expostas à plena luz são mais espessas, por apresentar maior número e tamanho das células palissádicas e do mesófilo (6). Além disso, o decréscimo de S_A durante o crescimento indica que as folhas não se expandem às mesmas taxas à medida que o crescimento progride (32). Entretanto, no sistema sete, maiores teores de nutrientes permitiram a expressão da competição por luz e, conseqüentemente, ocorreram acréscimos em S_A . Resultados semelhantes de S_A foram obtidos em alfafa e cornichão com a redução da radiação solar (5). O aumento de S_A com o sombreamento nas leguminosas está associado com mudanças na morfologia da folha e no conteúdo de clorofila (6). Isso resulta do acréscimo da superfície de células do mesófilo por unidade de área foliar (24), que ocasiona alta razão superfície:volume dentro das folhas (9). Tais modificações diminuem a resistência do mesófilo ao fluxo de CO_2 (24), possibilitando a obtenção de maiores taxas fotossintéticas (9, 26). Assim, o aumento de S_A pode ser um mecanismo adaptativo que aumentou a eficiência de captação de luz. Entretanto, os efeitos alelopáticos do *L.multiflorum* no trigo possivelmente interviram na expansão foliar, provocando diminuição de S_A nos três sistemas.

O rendimento relativo do trigo permitiu a comparação do desempenho da cultura em diferentes ambientes, em função da competição, do solo, bem como da evolução do ciclo da cultura (Quadro 7). Os agroecossistemas são formados de modo que a cultura domine e, para isso, devem-se maximizar os mecanismos que determinam seu maior tamanho e, portanto, seu predomínio na comunidade florística.

A partir da quarta semana, a competição influenciou o rendimento do trigo. O maior efeito ocorreu no sistema de maior fertilidade, em virtude da queda brusca dos valores determinados para os consórcios de trigo com *R.raphanistrum* e com *L.multiflorum*. O índice de agressividade permite comparar competitividade relativa da cultura em relação às invasoras em diferentes ambientes (Quadro 8).

Quadro 7 Rendimento Relativo do Trigo em Dois Sistemas de Rotação.

Rendimento Relativo						
COL. CONS.	S5			S7		
	1	2	3	1	2	3
T/R	0,96	0,72	0,72	1,10	0,60	0,48
T/L	0,92	0,77	0,74	1,11	0,64	0,50
T/R-Lo	1,12	0,88	0,83	1,18	0,76	0,59

Quadro 8 - Índice de Agressividade0 do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

Índice de Agressividade			
	S1	S5	S7
CONSÓRCIO			
T/R	0.22	0.09	0.00
T/Lo	0.09	-0.03	-0.10
CONSÓRCIO T/R+Lo			
T/R	0.22	-0.19	-0.17
T/Lo	0.11	0.16	0.14

Em geral, o trigo teve mais força de competição no sistema mais deficiente em nutrientes, e as invasoras foram mais competitivas em solos mais férteis. Quando o trigo competiu com *R. raphanistrum*, apresentou-se como competidor mais forte nos sistemas um e cinco, e foram iguais no sistema sete. Entretanto, na competição com *L. multiflorum*, com exceção do sistema um, a invasora foi mais agressiva. Quando as três espécies cresceram juntas, no sistema um, o trigo foi mais competitivo, mas nos sistemas cinco e sete, o *R. raphanistrum* tornou-se mais agressivo sobre o trigo, que foi mais agressivo que *L. multiflorum*.

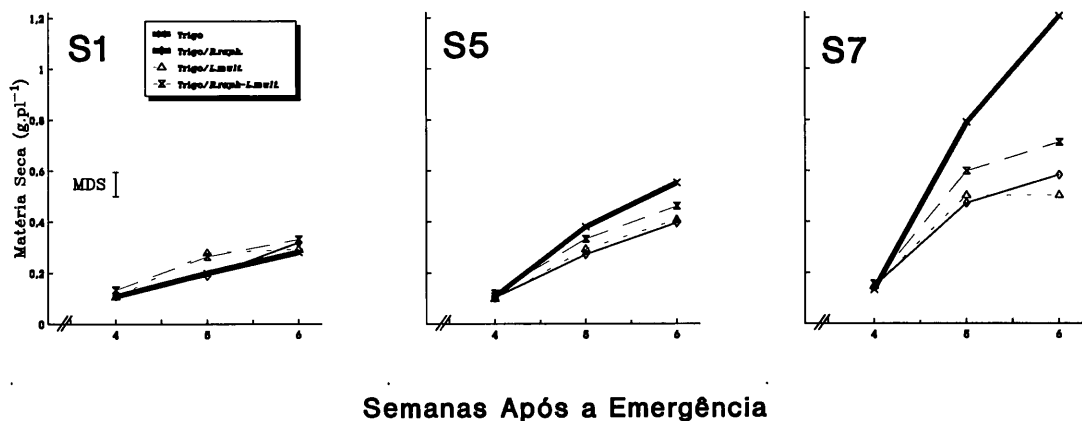


FIGURA 1 - Acúmulo de Matéria Seca Total do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

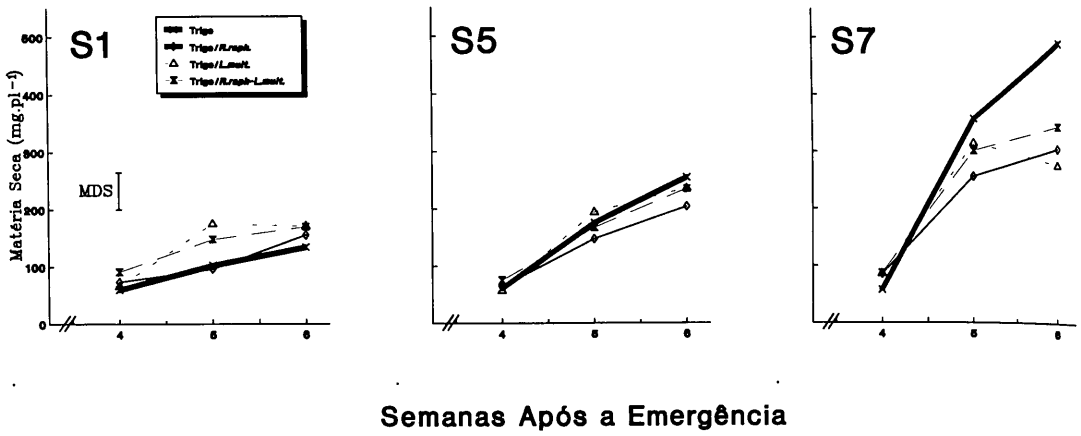


FIGURA 2 - Acúmulo de Matéria Seca nas Raízes do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

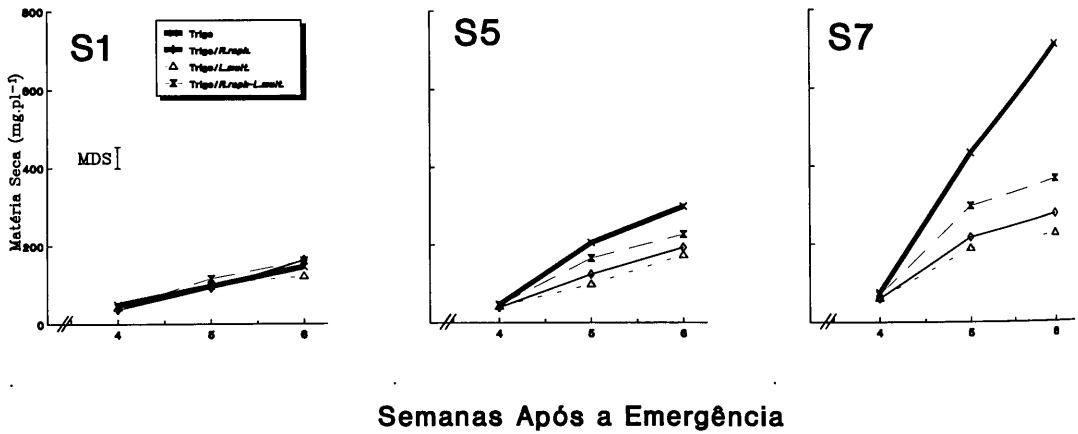


FIGURA 3 - Acúmulo de Matéria Seca na Parte Aérea do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

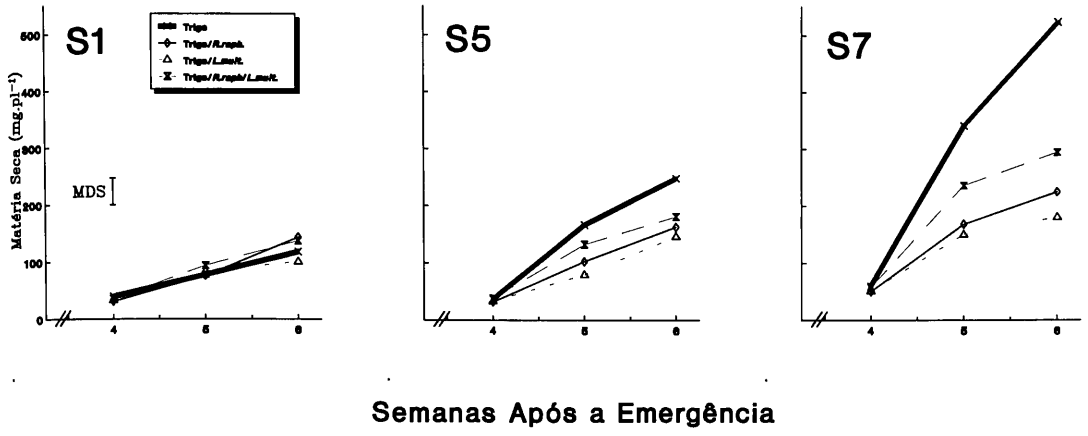


FIGURA 4 - Acúmulo de Matéria Seca nas Folhas do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

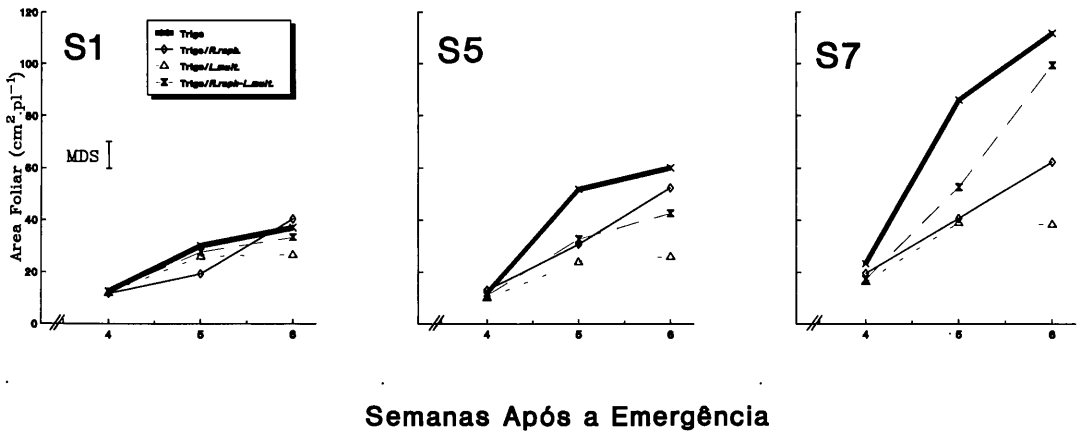


FIGURA 5 - Area Foliar do Trigo nos três Sistemas de Rotação.

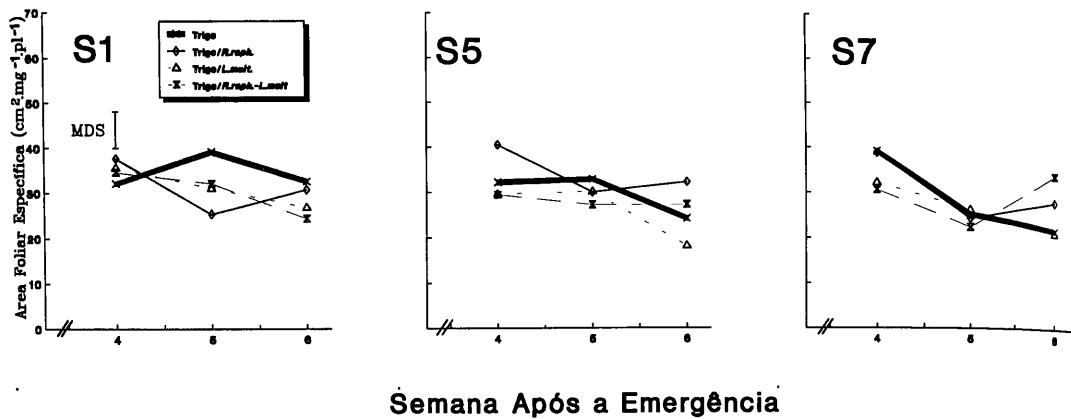


FIGURA 6 - Area Foliar Específica do Trigo nos três Sistemas de Rotação

LITERATURA CITADA

1. Aspinall, D. 1960. An analysis of competition between barley and white persicaria. II Factors determining the course of competition. *Ann. Appl. Biol.*, 48:637-54.
2. Chapin, F.S. III . 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11:233-60.
3. Charles-Edwards, D.A.; D. Doley and G.M. Rimmington. 1986. *Modelling plant growth and development*. Australia, Academic Press. 235p.
4. Clarkson, D.T.; J. Sanderson and C.B. Scattergood. 1978. Influence of phosphate-stress on phosphate absorption and translocation by various parts of the roots system of *Hordeum vulgare* L. (barley). *Planta*, 139: 47-53.
5. Cooper, C.S. 1966. Response of birdsfoot trefoil and alfalfa to various levels of shade. *Crop Sci.*, 6: 63-6
6. Cooper, C.S. and M. Qualls. 1967. Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. *Crop Sci.*, 7: 672-3.
7. Díaz, R. 1983. Propuesta de modificaciones a un experimento de rotaciones agrícola-ganadera. *Inv. Agr.*, 4: 76-8.
8. Donald, C.M. 1958. The interaction of competition for light and for nutrients. *Aust. J. Agric. Res.*, 9:421-32.
9. Dornhoff, G.M. and R.M. Shibles. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.*, 10: 42-5.
10. García, A. y A. Morón. 1992. Estudios de C, N y P en la biomasa microbiana del suelo en tres sistemas de rotación agrícola. *Inv. Agr. Simposio sustentabilidad de las rotaciones cultivo-pastura*. Montevideo, I:111-126.

11. Grime, J.P. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation, a reply. *Nature*, 244:310-11.
12. Grundon, N.J. 1972. Mineral nutrition of some Queensland heath plants. *J. Ecol.*, 60:171-81.
13. Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. London, Academic Press. 892 p.
14. Harrison, A.F. and D.R. Helliwell. 1979. A bioassay for comparing phosphorus availability in soils. *J. Appl. Ecol.*, 16:497-505.
15. Idris, H. and F.L. Milthorpe. 1966. Light and nutrient supplies in the competition between barley and charlock. *Oecol. Plant.*, 1: 143-64.
16. Klepper, B.L. 1991. Root-Shoot Relationships. In: Y. Waisel; A. Eshel and U. Kafkafi, eds. *Plant roots: the hidden half*. New York, Marcel Dekker. p. 265-86.
17. Klepper, B.L.; R.W. Rickman and P.M. Chevalier. 1987. Wheat plant growth in conservation tillage. In: L.F. Elliot, ed. *Steep- conservation concepts and accomplishments*. Pullman, Washington State University. p. 93-107.
18. Loneragan, J.F. and C.J. Asher. 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: II Rate of phosphate absorption and its relation to growth. *Soil Sci.*, 103:311-8.
19. Milthorpe, F.L. and J. Moorby. 1982. *Introducción a la fisiología de cultivos*. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 259p.
20. Moore, D.R.E. and J.S. Waid. 1971. The influence of washings of living roots on nitrification. *Soil. Biol. Biochem.*, 3: 69-83.
21. Morón, A. 1990. Dinámica do fosforo em um molisol do Uruguai sob tres sistemas agrícolas e a longo prazo (1964-1989). (Tese D.Sc.). Piracicaba, ESALQ, USP, 196p
22. Naqvi, H.H. 1972. Preliminary studies of interference exhibited by Italian ryegrass. *Biologia (Lahore)*, 18:201-10.
23. Naqvi H.H. and C.H. Muller. 1975. Biochemical inhibition (allelopathy) exhibited by Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.). *Pak. J. Bot.*, 7:139-47.
24. Nobel, P.S.; L.J. Zaragoza and W.K. Smith. 1975. Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate, and illumination level during development of *Plectranthus parviflorus* Henckel. *Plant Physiol.*, 55:1067-70.
25. Patterson, D.T. 1985. Comparative ecophysiology of weeds and crops. In: DUKE, S.O., ed. *Weed physiology*. Boca Raton, Florida, CRC Press. v 1, Cap 4, p.102-29.
26. Pearce, R.B.; G.E. Carlson; D.K. Barnes; R.H. Hart and C.H. Hanson. 1969. Specific leaf weight and photosynthesis in alfalfa. *Crop Sci.*, 9:423-6.
27. Penning Vries, F.W.T. 1975. The cost of maintenance processes in plant cells. *Ann. Bot.*, 39:77-92.
28. Radford, R.J. 1967. Growth analysis formula their use and abuse *Crop Sci.*, 7:171-5.
29. Remison, S.U. and R.W. Snaydon. 1980. A comparison of root competition and shoot competition between *Dactylis glomerata* and *Holcus lanatus*. *Grass For. Sci.*, 35:183-7.
30. Ryle, G.J.A. and J.D. Hesketh. 1969. Carbon dioxide uptake in nitrogen-deficient plants. *Crop Sci.*, 9:451-4.
31. 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).
32. Scott, H.D. and J.T. Batchelor. 1979. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. *Agron. J.*, 71:776-82.
33. Simanton, J.R. and G.L. Jordan. 1986. Early root and shoot elongation of selected warm-season perennial grasses. *J. Range Manag.*, 39:63-9.
34. Singh, B.P. 1978. Effect of shade growth of spring barley. *Phyton.*, 36:53-60
35. Song, P.S. 1984. Phytochrome. In: 1984. M.B. Wilkins, ed. *Advances in plant physiology*. London, Pitman. Cap 16, p.354-79.
36. Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.*, 26:177-210.
37. Victoria, C.D.; J. Piñeyrua y R. Puentes. 1985. Relevamiento semidetallado de suelos de la Estación Experimental La Estanzuela. Colonia, Uruguay, CIAAB/MAP. 20 p.
38. White, R.E. 1973. Studies on mineral ion absorption by plants. II. The interaction between metabolic activity and the rate of phosphorus absorption. *Plant Soil*, 38:509-23.