

INTERAÇÃO ENTRE ALUMÍNIO E FÓSFORO, EM DUAS
VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum Vulgare* L.)
CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA¹

A.D.Cruz²
H.P.Haag³
J.R.Sarruge³
E.Malavolta³

RESUMO

Plântulas de trigo da variedade Piratiní suscetível ao "crestamento" e da variedade Colônias, considerada resistente, foram cultivadas em solução nutritiva empregando-se a técnica das raízes divididas.

Estas variedades foram submetidas aos tratamentos correspondentes às concentrações de 0,2 a 6,0 ppm de alumínio, sendo aplicados 25 microcuries de fósforo radioativo que foram retirados posteriormente a fim de que fosse determinada a sua translocação.

Em ambas variedades observou-se que a concentração de alumínio nas folhas não influiu na translocação do fósforo (³²P) para as folhas novas.

Entretanto, as relações entre os teores de alumínio nas folhas e os teores de fósforo nas folhas, hastes e raízes foram diferentes nas variedades estudadas.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade do trigo, em algumas áreas de solos do Rio Grande do Sul é o fenômeno denominado de "crestamento" cuja causa tem sido atribuída

¹Parte de uma tese de um dos autores (A.D.C.) para obtenção do título "Magister Scientiae", ESALQ. Recebido para publicação em 28 de agosto de 1967.

²Eng^o Agr^o do IPEAS, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Depto. de Química da E.S.A.L.Q., U.S.P. - Piracicaba, S.P.

ao elevado teor de alumínio trocável do solo (ARAÚJO, 1949).

Inúmeros têm sido os trabalhos que procuram atribuir ao alumínio um papel indireto, relacionando seus efeitos com outros elementos notadamente com o fósforo.

RAGLAND e COLEMAN (1962), estudaram o efeito do alumínio na absorção do fósforo (^{32}P) em raízes destacadas de feijoeiro e constaram que o alumínio em baixas concentrações aumenta a absorção do fósforo e em altas concentrações (10^{-2}M) diminui.

WRIGHT e DONAHUE (1953), cultivaram plântulas de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em solução nutritiva com e sem alumínio e, empregado fósforo marcado, concluíram que o alumínio interfere no metabolismo do fósforo inativando-o dentro das raízes.

RANDALL e VOSE (1963), trabalhando com soluções nutritivas contendo fósforo marcado (^{32}P) e empregando azevem (*Lolium perene* L.) sugerem que posteriormente ao processo de absorção o fósforo fica ligado ao alumínio, dentro da planta, causando sintomas de deficiência de fósforo características da toxidez de alumínio.

CLARKSON (1966), empregando a técnica das raízes destacadas em cevada (*Hordeum vulgare* L.), afirma que o alumínio não enaltece a absorção do fósforo e que a reação superficial não interfere no transporte deste último.

O presente estudo tem por objetivo, verificar ocorrências de interação entre alumínio e fósforo, em variedades de trigo que são cultivadas em solos que apresentam o problema do "crestamento".

MATERIAL E MÉTODOS

Plântulas de trigo da variedade Piratini considerada suscetível ao "crestamento" e da variedade Colônias considerada resistente, foram transferidas para copos de laboratório, colocados em estufa.

Os copos com capacidade de 250 ml, foram dispostos aos pares para o emprego da técnica das raízes divididas.

Esta técnica consiste em dividir o sistema radicular em duas porções aproximadamente iguais.

Uma das porções radiculares é mergulhada na solução nu

tritativa com alumínio e sem adição de fosfato, a outra porção é mergulhada na solução nutritiva completa, sem acréscimo de alumínio.

As concentrações de alumínio empregadas foram: 0,2 0,4 0,8 2,0 e 6,0 ppm preparadas a partir de uma solução estoque de $AlO_3 \cdot 6H_2O$.

Na porção correspondente aos fosfatos, foram aplicados 25 microcuries de fósforo radioativo três dias após o acréscimo dos tratamentos com alumínio e no quinto dia renovamos todas as soluções omitindo a aplicação de fosfatos.

Após permanecerem oito dias nos tratamentos as plantas foram colhidas, sendo assinaladas as folhas omitidas após a omisão dos fosfatos (folhas novas).

O ensaio constou de seis tratamentos com três repetições, sendo uma destas utilizada para o preparo de radioautógrafos segundo a técnica citada por Bergamim Filho (1959).

As análises de alumínio foram feitas pelo método de aluminon, conforme CATANI e BITTENCOURT (1965)*, em extrato nítrico perclórico.

As determinações do fósforo radioativo foram feitas em alíquota de 1 ml dos extratos obtidos para determinação do alumínio, que após secagem por meio da luz infra vermelha foram submetidas a um sistema de detecção e contagem (Geiger-Müller).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1, mostra os teores de alumínio nas folhas novas e velhas, e os teores de fósforo nestas mesmas folhas, nas hastes e nas raízes, além da porcentagem de fósforo nas folhas novas em relação ao total absorvido pela planta (translocação).

O exame do Quadro 2 demonstra que não houve um efeito significativo do alumínio, contido nas folhas, na translocação do fósforo para as folhas novas.

Observa-se ainda, a existência de uma correlação negativa, entre o teor de alumínio nas folhas velhas e o teor de fósforo nas raízes mergulhadas na solução com fósforo marcado, indicando um efeito depressivo do alumínio na fixação do fósforo nas raízes.

* Não publicado.

QUADRO 1 - Teores de alumínio nas folhas novas e velhas, teores percentuais de fósforo translocado (P% total), teores de fósforo (ppm) nas folhas novas, velhas e nas hastes, nas raízes, mergulhadas na solução com alumínio (c/ Al), nas raízes mergulhadas na solução com fósforo marcado (s/ Al).
Variedade Piratini.

Teor de elemento na matéria seca										
Alumínio (ppm) folha		P (% do total)		P (ppm) folha		P (ppm) haste		P (ppm) raiz		
Nova	Velha	Folha nova	Folha nova	Nova	Velha	Haste	Haste	s/Al	c/Al	
52	55	26,2		84	10	17		113		28
89	57	8,1		93	14	6		288		31
95	67	6,0		91	16	18		233		27
109	156	3,5		84	90	274		103		1
148	209	5,7		68	15	19		100		17
91	239	6,7		57	8	122		140		29
530	295	5,7		83	18	22		34		162
68	305	19,7		89	16	19		211		4
75	413	31,5		88	11	29		87		318
32	437	22,2		155	26	9		150		45
95	470	4,7		60	15	19		92		27
70	516	17,9		53	8	12		12		31
261	516	24,3		239	6	7		70		21
62	535	33,0		118	17	24		5		27
190	598	38,0		33	12	17		156		51
475	660	6,8		72	15	18		60		27

Se êste efeito fôsse responsabilizado apenas pelo mecanismo de absorção, as outras partes (hastes e fôlhas) apresentariam correlações negativas entre as concentrações de fôsforo e alumínio, na mesma ordem de grandeza que a correlação anterior, o que não foi verificado.

QUADRO 2 - Correlação entre os teores de alumínio (ppm) nas fôlhas novas e velhas com os teores de fôsforo (ppm) nas mesmas, hastes, raiz ^c/Al e teores percentuais de fôsforo nas fôlhas novas em relação ao total absorvido pela plantas. Variedade Piratiní.

Alumínio x Fôsforo	r
F. nova x P (% do total)	- 0,18
F. nova x F. nova	0,13
F. nova x F. velha	- 0,07
F. nova x Haste	- 0,11
F. nova x Raiz ^s /Al	- 0,33
F. nova x Raiz ^c /Al	0,16
F. nova x P (% do total)	- 0,18
F. velha x P (% do total)	0,43
F. velha x F. nova	0,07
F. velha x F. velha	- 0,25
F. velha x Haste	- 0,28
F. velha x Raiz ^s /Al	- 0,57
F. velha x Raiz ^c /Al	0,11
Limite (5%)	0,50
Limite (1%)	0,62

O Quadro 3 mostra os teores de alumínio nas fôlhas novas e velhas, teores percentuais de fôsforo translocado, P(% do total), teores de fôsforo nas fôlhas novas, nas fôlhas velhas, nas raízes mergulhadas na solução com o alumínio (^c/Al) e nas raízes mergulhadas na solução com fôsforo marcado (^s/Al).

O exame do Quadro 4, indica que o comportamento da variedade resistente foi semelhante a variedade suscetível, quan-

QUADRO 3 - Teores de alumínio nas folhas novas e velhas, teores percentuais de fósforo translocado (P% total), teores de fósforo (ppm) nas folhas novas, velhas e nas hastes, nas raízes mergulhada na solução com alumínio (c/ Al) e nas raízes mergulhadas na solução com fósforo marcado (s/ Al). Variedade Colonias

Teor do elemento na matéria seca										
Alumínio (ppm) folha		P (% do total)		P (ppm) folha		P (ppm)		P (ppm)		Raiz
Nova	Velha	Folha nova	Nova	Velha	Haste	s/Al	c/Al			
713	36	6,8	103	27	42	37	29			
10	39	17,9	71	3	12	183	25			
35	42	2,2	66	11	20	10	147			
58	49	43,7	73	12	24	63	31			
150	79	14,4	81	21	12	9	32			
14	176	10,3	82	15	23	233	77			
39	207	23,7	101	21	22	8	22			
86	209	15,8	55	7	16	119	13			
22	239	29,5	59	14	19	42	59			
26	269	12,4	27	10	13	20	30			
77	299	13,5	66	12	26	153	18			
60	332	20,4	52	9	15	67	2			
75	440	37,9	98	14	18	49	29			
124	447	23,4	97	19	25	185	13			
63	450	19,9	41	6	10	21	24			
124	456	31,5	94	24	21	159	24			

to a translocação do fósforo para as folhas novas, porquanto, as correlações entre os teores de alumínio nas folhas e os teores percentuais de fósforo, também não foram significativas.

Verifica-se ainda, a existência de uma correlação significativa, entre os teores de alumínio nas folhas novas e os teores de fósforo, nas folhas velhas (5%) e nas hastes (1%). Estes resultados indicam que o fósforo, acumulado nas folhas velhas e nas hastes, estimulou a absorção ou permitiu a translocação do alumínio para as folhas novas.

Possivelmente, esteja este fato ligado às condições de maiores disponibilidades de compostos ricos em energia.

O fato de não se observar uma correlação significativa entre o teor de alumínio nas folhas e o teor de fósforo nas raízes com alumínio, dá maior validade a nossa hipótese de que o alumínio não aumenta a fixação de fósforo dentro das raízes.

QUADRO 4 - Correlações entre os teores de alumínio nas folhas novas e velhas com os teores de fósforo nas folhas novas, nas folhas velhas, hastes, raiz (c/Al), raiz raiz (s/Al) e teor percentual de fósforo translocado. Variedade Colonias.

Alumínio x Fósforo	r
F. nova x F. nova	0,43
F. Nova x F. velha	0,61 †
F. nova x Haste	0,75 †††
F. nova x Raiz ^s /Al	- 0,16
F. nova x P (% do total)	0,27
F. velha x P (% do total)	0,37
F. velha x F. nova	0,07
F. velha x F. velha	0,0009
F. velha x Haste	0,22
F. velha x Raiz ^s /Al	0,17
F. velha x Raiz ^c /Al	0,42
Limite (5%)	0,50
Limite (1%)	0,62
Limite (1%)	0,74

Esta observação sugere que qualquer fenômeno de não disponibilidade de alumínio e fósforo, oriundos da formação de compostos incluindo os dois elementos, é de natureza externa, ocorrendo na solução ou no espaço livre aparente (ELA).

As figuras 1 e 2 mostram radioautógrafos e as plantas de trigo, das variedades Piratini.

Os radioautógrafos e as plantas correspondentes foram identificados numericamente. O número 1, corresponde a testemunha, o número 2 ao tratamento com 0,2 ppm de alumínio.

As folhas novas são indicadas por uma seta (\rightarrow) e as porções representativas do sistema radicular identificadas por $^{32}\text{P}/\text{Al}$ (raízes mergulhadas na solução com fósforo marcado) e $^{27}\text{Al}/\text{Al}$ (raízes mergulhadas na solução com alumínio).

Pelo exame das figuras citadas, constatamos que o fósforo se distribuiu por toda a planta, tanto na planta testemunha como nas correspondentes aos tratamentos considerados.

Quanto às folhas, houve translocação do fósforo marcado para as folhas novas oriundo predominantemente, das folhas velhas.

Nas hastes, a distribuição do fósforo foi uniforme.

As raízes mergulhadas na solução com fósforo marcado ($^{32}\text{P}/\text{Al}$) mostraram marcante retenção de fósforo. No entanto, as raízes mergulhadas na solução com alumínio ($^{27}\text{Al}/\text{Al}$), registraram menor quantidade de fósforo.

Os radioautógrafos da variedade Colônias, mostraram comportamento idêntico ao da variedade Piratini.

CONCLUSÕES

1. Não há efeito do teor de alumínio nas folhas, na translocação do fósforo para as folhas novas, tanto na var. Piratini (suscetível) como na variedade Colônias (resistente).
2. A ocorrência de correlação significativa, entre os teores de alumínio nas folhas e as concentrações de fósforo nas folhas, hastes e raízes, distinguem a variedade Piratini da variedade Colônias.

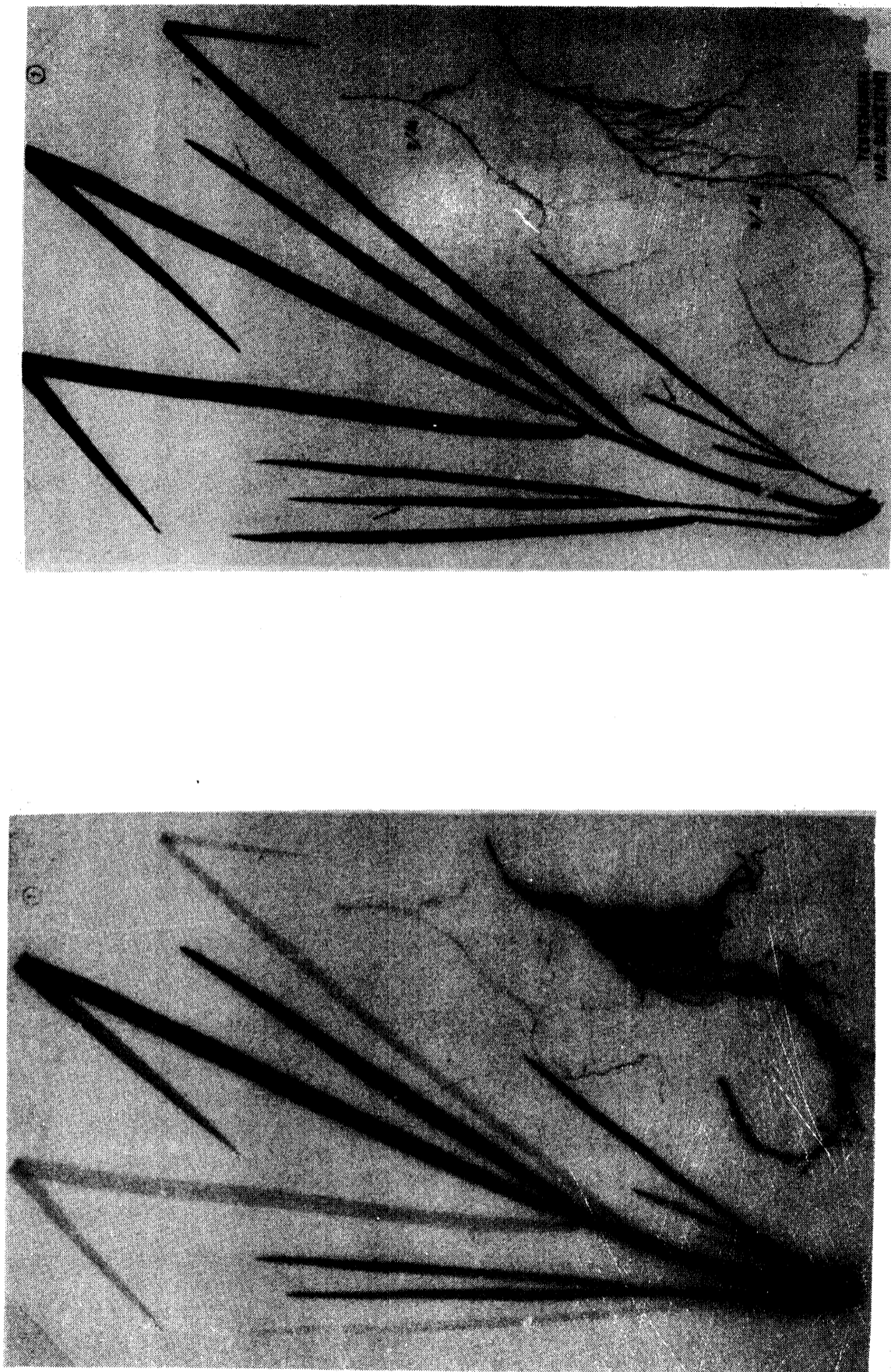


Fig. 2. Radioautógrafo (esquerda) e planta testemunha (direita) da variedade Piratini correspondente ao tratamento com 0,02 ppm do alúminio.

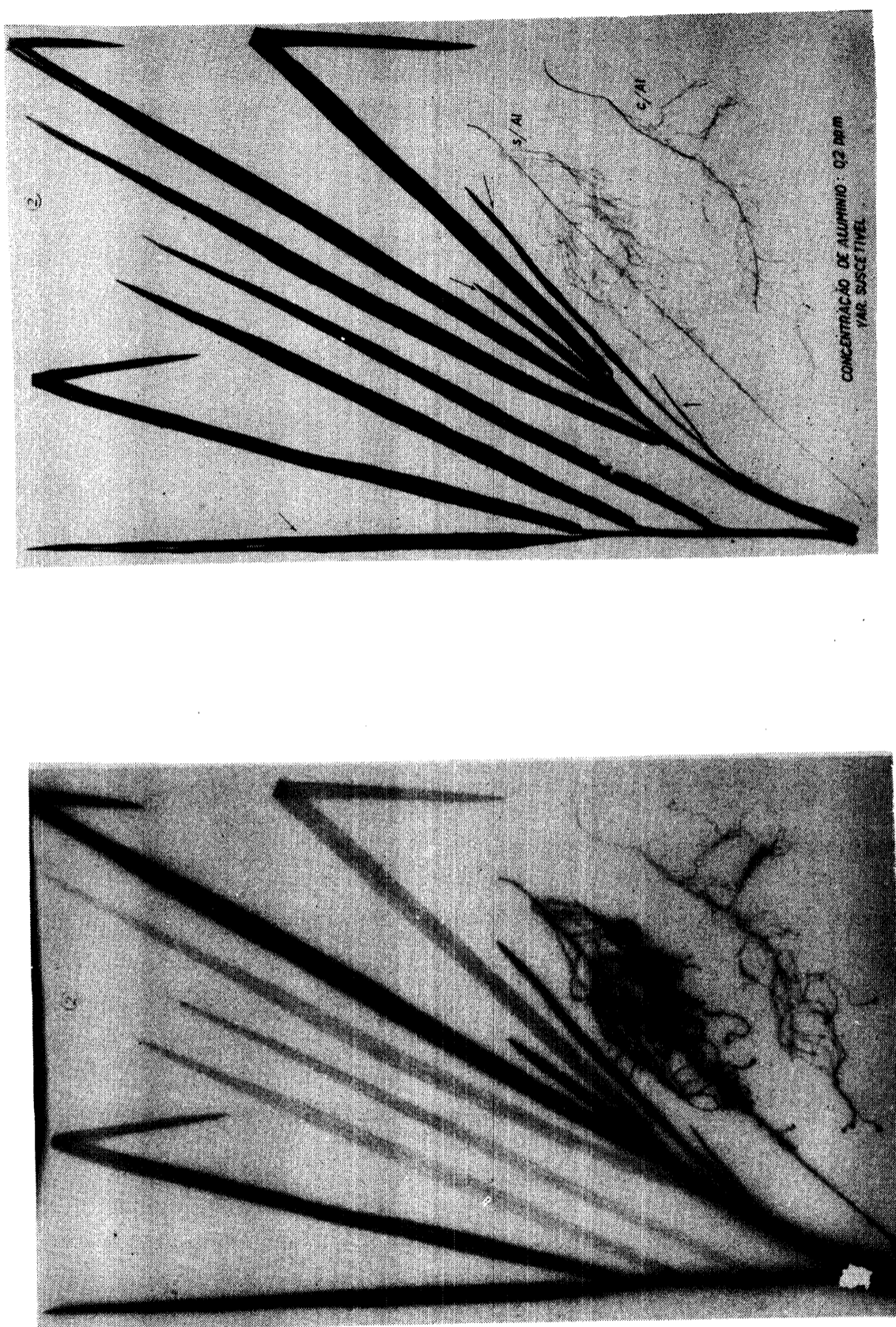


Fig. 1. Radioautógrafo (esquerda) e planta testemunha (direita) da variedade Piratini.

SUMMARY

Aluminium and phosphorus interaction in two wheat
Triticum vulgare L.) varieties

Wheat seedlings (*Triticum vulgare* L.) var. Piratini susceptible to aluminum toxicity (crestamento), and var. Colônias, tolerant to aluminum, were grown in nutrient solution with divided root system. One part of the roots were grown in nutrient solutions lacking phosphorus and containing from 0,0 at 6,0 ppm of aluminum, while the other part of the root system was grown in nutrient solutions containing all nutrients and 25 uCi of ^{32}P as tracer.

In both varieties, the aluminum concentration in leaves did not effect the translocation of phosphorus ^{32}P to the new leaves.

Both varieties showed a different P/Al relations in leaves, seem and roots.

LITERATURA CITADA

- ARAUJO, J.E.G. 1949 - O alumínio trocável. Possível causa do crestamento do trigo. Anais da Segunda Reunião Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, S.P.
- BERGAMIM FILHO, H. 1959 - Radioautografia de tecidos. Piracicaba. Revista de Agricultura 34: 41-49.
- CLARKSON, D.T. 1966 - Effect of aluminum on the uptake and metabolism of phosphorus by barley seedlings. Lancaster. Pl. Physiology 41: 165-212.
- RAGLAND, J.L., N.T. COLEMAN. 1962 - Influence of aluminum on phosphorus uptake by Snap Bean Roots. Ann. Arbor. Proc. Soil.Sci.Soc.Am. 26: 88-90.
- RANDALL, P.J., P.B. VOSE. 1963 - Effects of aluminum on uptake and translocation of phosphorus by perennial ryegrass. Lancaster Pl. Physiology 30: 403-409.
- WRIGHT, K.E., B.A.DONAHUE, 1953 - Aluminum toxicity studies with radioactive phosphorus. Lancaster. Pl. Physiology 28: 674-680.

