

# DESENVOLVIMENTO DAS RAÍZES DO MILHETO (*Pennisetum glaucum* L.) CULTIVADO COM ADIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

SILVA, Ricardo M. da<sup>1</sup>, JABLONSKI, André<sup>1</sup>, SIEWERDT, Lotar<sup>2</sup> & SILVEIRA JÚNIOR, Paulo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EE - DEMIN - PPGEMM - UFRGS - <sup>2</sup> UFPEL/FAEM - Depto. Zootecnia - <sup>3</sup> UFPEL/IFM - Depto. de Matemática Estatística e Computação - Campus Universitário - Caixa Postal, 354 - CEP 96001 - 970 - Telefone: (0-XX-53) 2757270 e 2757346 - Pelotas/RS - Brasil.

(Recebido para publicação em 13/03/2000)

## RESUMO

Este experimento com milheto foi realizado em casa de vegetação, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, utilizando o desenho experimental de blocos casualizados em parcelas divididas com seis repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis determinadas nas raízes desta planta forrageira: matéria seca, comprimento, raio médio e superfície ocupada. O milheto foi cultivado em areia irrigada com uma solução nutritiva completa com quatro doses (0, 10, 20 e 30mg.L<sup>-1</sup>) de substâncias húmicas, extraídas a partir dos carvões das minas do Capané (Palermo CE-4.200 e Palermo CE-4.700), Leão (Leão CE-5.200) e Candiota (Candiota Camada Superior, Candiota Camada Superior, Candiota CE-3.300 e Candiota CE-4.700). As substâncias húmicas influenciaram o desenvolvimento das raízes do milheto e que as distintas fontes de substâncias húmicas agiram de forma diferente sobre os parâmetros das quatro variáveis avaliadas.

Palavras-chave: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, carvão, forragem, raízes.

## ABSTRACT

PEARL MILLET (*Pennisetum glaucum* L.) ROOTS DEVELOPMENT WITH HUMIC COMPOUNDS ADDED TO A COMPLETE NUTRIENT SOLUTION. An experiment was carried out to study pearl millet under greenhouse conditions at Faculdade de Agronomia-UFRGS using a split-plot design with treatments arranged in randomized complete blocks design, with six replications, to evaluate: total dry matter, length, mean radius, and roots surface. Pearl millet plants were grown in pots with irrigated sand and with four levels of humic compounds (0, 10, 20, and 30mg.L<sup>-1</sup>) added to a complete nutrient solution. Humic substances were extracted from Capané (Palermo coals EC-4,200 and EC-4,700), Candiota (Candiota coals superior layer, inferior layer, EC-3,300 and EC-4,700) and Leão (Leão coal EC-5,200). Results demonstrated that humic compounds had positive effect on roots growth. Humic compounds from different raw materials influenced diversely the four variables that were analysed.

Key words: coal, forage, fulvic acid, humic acid, roots.

## INTRODUÇÃO

A resposta das plantas aos ácidos húmicos e fúlvicos depende da matéria-prima original, da espécie vegetal avaliada, das substâncias húmicas utilizadas, da concentração, grau de purificação do material e das condições em que foram realizados os experimentos. Matérias-primas orgânicas diferentes apresentam em sua composição ácidos húmicos e ácidos fúlvicos diversos. Fontes de substâncias húmicas distintas apresentam concentrações diferentes de ácidos húmicos e fúlvicos (BRUN, 1993). O uso de substâncias húmicas extraídas de carvão da mina do Capané (Palermo CE-4.200) elevou as produções de matéria seca das

raízes da alface em 240%, quando a dosagem utilizada de substâncias húmicas passou de 0 para 30 mg de C.L<sup>-1</sup> (SILVA & JABLONSKI, 1995). Já o uso de substâncias húmicas de sete diferentes fontes orgânicas (carvões), promoveram um aumento de 49,23% na produção de matéria seca de raízes do azevém, de 100,87% no comprimento das raízes e de 68,00% na superfície ocupada pelas raízes. Já o raio médio das raízes diminuiu 22,99% após quatro cortes (SILVA *et al.*, 1998a) e em 10,15% a produção de raízes frescas; em 16,79% a produção de raízes secas; em 104,40% o comprimento das raízes; em 46,69% a superfície ocupada pelas raízes e diminuíram em 30,93% o raio médio das raízes da aveia preta, após quatro cortes (Silva *et al.*, 1998b). Com o cultivo de milho, a produção de matéria seca de raízes aumentou em 133,79%; o comprimento em 225,14%; a superfície ocupada em 196,34%, diminuindo porém em 19,47%, o raio médio das raízes desta gramínea (SILVA *et al.*, 1999). De acordo com AYUSO *et al.* (1996), o crescimento da cevada, por exemplo, e a absorção de nutrientes são estimulados por substâncias húmicas originadas de diferentes fontes orgânicas (lodo de esgoto, composto orgânico, leonardita, turfa e ácidos húmicos comerciais), em níveis de até 10 mg de carbono por litro, sendo que em dosagens elevadas o crescimento foi deprimido. FURTER *et al.* (1996), testaram cinco dosagens de ácidos fúlvicos (0, 20, 50, 100 e 200mg.L<sup>-1</sup>) e obtiveram os seguintes aumentos na produção de raízes frescas: 164,71% para a beterraba cultivar Crimson Globe; 133,98% na abóbora variedade Sugar Loaf; 45,41% para o melão da variedade Honeydew; 89,59% para a cebola cultivar Texas Grano e 58,93% para o tomate da variedade Rossol. No ano seguinte FURTER *et al.* (1997), testaram cinco dosagens diferentes (0, 50, 100, 200 e 300mg.L<sup>-1</sup>) e obtiveram os seguintes aumentos na produção de raízes frescas: 100,56% para o tomate cultivar Moneymaker; 146,06% para o tomate cultivar Roma; 102,49% para o tomate cultivar Rossol; 67,69% para o tomate cultivar Floradade; 89,52% para a abóbora cultivar Drumhead; 152,59% para a abóbora cultivar Glory of Enkhuizen; 166,56% para a abóbora cultivar Cape Spitz e 193,02% para a abóbora cultivar Sugar Loaf.

SENESI *et al.* (1990) obtiveram um pequeno crescimento no comprimento de raízes e na produção de matéria seca medida em raízes e plantas de ervilha cv. Progress 9, quando sementes germinadas cresceram por 8 dias em condições de ambiente controlada, com a solução nutritiva de Nitch com adição de 10mg.L<sup>-1</sup> de ácido húmico do solo. A concentração de 100mg.L<sup>-1</sup> de ácidos húmicos reduziu a produção de matéria seca da parte aérea das plantas. O mecanismo de estimulação de ácidos húmicos e fúlvicos sobre o alongamento das raízes não foi investigado neste estudo. Entretanto, outros trabalhos têm sugerido a possibilidade da existência de diversos mecanismos. MAGGIONI *et al.* (1987) indicaram que os ácidos húmicos e fúlvicos podem influenciar

a absorção de nutrientes via um efeito enzimático, através da atividade de ATPase dependente de K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. SAMSON & VISSER (1989) demonstraram que a permeabilidade da membrana plasmática pode ser alterada por estes ácidos. PINTON *et al.* (1992) demonstraram que estas substâncias húmicas afetam a atividade da ATPase microsomal e do tonoplasto confirmando as observações feitas por MAGGIONI *et al.* (1987). Em quantidades de até 0,5 µg de C por cm<sup>3</sup> as substâncias húmicas estimularam estas enzimas em aveia sendo que, em dosagens superiores a esta o efeito foi deletério. O objetivo foi avaliar o desenvolvimento das raízes da planta forrageira milheto (*Pennisetum glaucum*.) usando como substrato areia lavada e cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de quatro níveis de substâncias húmicas, provenientes de sete fontes de matéria orgânica (carvões).

## MATERIAL E MÉTODOS.

Foram coletadas amostras representativas de carvão de minas em funcionamento no estado do Rio Grande do Sul. As amostras de carvão foram secas ao ar livre e acondicionadas em sacos plásticos e, posteriormente, moídas até uma granulometria inferior a 0,025mm. Os carvões gaúchos foram caracterizados, no LAGEAMB-PPGEM-UFRGS (análise imediata) determinando-se: teores de cinza (ABNT NBR 8289); umidade (ABNT NBR 8293); enxofre nas formas pirítico, sulfático e orgânico (ABNT NBR 8297) e enxofre total (ISO 334-1975); matéria volátil (ABNT NBR 8290) e carbono fixo (ABNT NBR 8289). Os resultados destas análises foram semelhantes aos de SILVA *et al.* (1997), além de comprovarem a grande heterogeneidade entre os materiais utilizados. A seguir as amostras foram rehidratadas e lavadas com solução de HCl 0,5M, para extração de carbonatos e íons metálicos. As substâncias húmicas foram extraídas de vários carvões coletados em três minas do Rio Grande do Sul: Candiota (Camada superior, Camada Inferior, CE-3.300 e CE-4.700); Capané (Palermo CE-4.200, CE-4.700) e Leão (CE-5.200), no LAGEAMB-PPGEM-UFRGS utilizando KOH 1M após tratamento prévio com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,5M e centrifugação a 3.000rpm (de acordo com o esquema da Figura 1). Após a extração foi feita a caracterização do extrato quanto a pH, densidade, concentração em g.L<sup>-1</sup>, acidez titulável da matéria seca do extrato, teor de carbono e teor de nitrogênio e teor de cinzas (TEDESCO *et al.*, 1995). Os resultados obtidos foram semelhantes aos de SILVA *et al.* (1997b).

O experimento foi iniciado em 28.02.98 sendo utilizada a cultivar milheto comum semeada na base de quarenta sementes por vaso plástico com 3,6 litros de capacidade, enchidos com areia lavada até 1 cm da borda dos vasos. O desenho experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas divididas com seis repetições, sendo alocadas nas parcelas as sete matérias-primas utilizadas e nas subparcelas as dosagens das substâncias húmicas.

A solução nutritiva completa utilizada apresentava as mesmas concentrações de nutrientes que a solução nutritiva descrita em SILVA *et al.* (1990). Os quatro tratamentos foram os seguintes: T1= Solução nutritiva + 0mg.L<sup>-1</sup> de substâncias húmicas. T2 = Solução nutritiva + 10mg.L<sup>-1</sup> de substâncias húmicas. T3 = Solução nutritiva + 20mg.L<sup>-1</sup> de substâncias húmicas. T4 = Solução nutritiva + 30mg.L<sup>-1</sup> de substâncias húmicas. As mg.L<sup>-1</sup> de substâncias húmicas são equivalentes em mg/litro de carbono do extrato obtido a partir da determinação do teor de carbono pelo método de Walkley

Black segundo TEDESCO *et al.* (1995). O material colhido em 20.04.98, foi separado entre parte aérea e raízes. O material foi pesado sendo a parte aérea e 75% das raízes secos em estufa com ar forçado a 65° C, sendo moído e a matéria total seca determinada em estufa a 105° C por uma hora. Uma parcela equivalente a 25% das raízes frescas foi utilizada para a determinação do comprimento (L) pelo método de TENNANT (1975), utilizando quadrículas de 1 cm e a fórmula =  $11/14 \cdot 1 \cdot n^\circ$  de internódios. matéria verde. O raio médio das raízes foi obtido pela fórmula  $R^2$  (raio elevado ao quadrado) = volume de raízes = (matéria verde) /  $\pi \cdot L$  (comprimento das raízes). A superfície ocupada pelas raízes (S) foi calculada por meio da fórmula:  $S = 2\pi \cdot R \cdot L$ . Os resultados das variáveis avaliadas foram analisadas pelo programa SANEST para microcomputadores (ZONTA & MACHADO, 1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de matéria seca das raízes.

A análise de variância apresentou significância para o efeito da interação entre matérias-primas x doses ( $P < 0,01$ ), com CV (A) = 6,07% e CV (B) = 6,24%. A análise de regressão polinomial apresentou significância para o efeito quadrático para todas as matérias-primas e os pontos de máxima foram calculados, assim como as doses correspondentes (Tabela 1). Os dados médios desta variável em função das doses e das diversas matérias-primas encontram-se na Figura 1. Os coeficientes de determinação obtidos ( $R^2$ ) foram  $> 0,95$ . Os resultados deste ensaio sugerem o uso de doses superiores a 20mg.L<sup>-1</sup>. A utilização de substâncias húmicas aumentaram a produção de matéria seca das raízes em 112,85%, quando a dose utilizada passou de 0 para 30mg.L<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos foram inferiores aos resultados obtidos por SILVA *et al.* (1995), que obtiveram um aumento de 402,59% no peso seco das raízes de alfaca e inferiores aos de SILVA *et al.* (1999), que obtiveram um aumento de 162,86% em milho. Os resultados no entanto, superaram aos obtidos por SILVA *et al.* (1998a), que obtiveram um aumento de 49,23% em azevém e aos de SILVA *et al.* (1998b), que obtiveram um aumento de 16,79% em aveia preta.

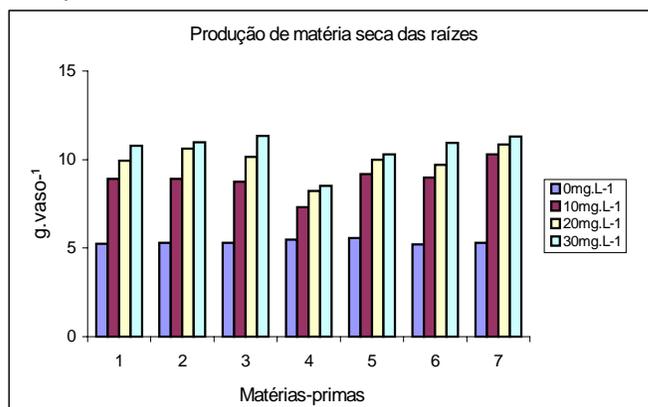


Figura 1. Variação na produção de matéria seca das raízes do milheto após 4 cortes em função das doses de substâncias húmicas utilizadas e da fonte utilizada para a extração (1 Palermo CE- 4.200; 2- Candiota CE-4.700; 3 Leão CE-5.200; 4 Candiota Camada Inferior; 5 Candiota Camada Superior; 6- Palermo CE-4.700 e 7- Candiota CE-3.300).

**TABELA 1.** Equações de regressão para doses de substâncias húmicas das diversas matérias-primas para as variáveis: produção de matéria seca das raízes, raio médio e superfície ocupada pelas raízes, pontos de máxima e a dose calculada nestes pontos.

Carvões	Equações****	P***	P <sub>max</sub> **	Dose*
Matéria seca (g.vaso <sup>-1</sup> )				
Palermo CE-4700	Y = 5,396 + 0,366X - 0,00624X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,96)	**	10,76	29,34
Candiota CE-4700	Y = 5,479 + 0,494X - 0,01054X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,97)	**	11,26	23,42
Leão CE-5200	Y = 5,402 + 0,365X - 0,00568X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,99)	**	-	32,12
Candiota C. Inferior	Y = 5,483 + 0,218X - 0,00392X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =1)	**	8,50	27,77
Candiota C. Superior	Y = 5,698 + 0,397X - 0,00825X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,98)	**	10,46	24,03
Palermo CE-4200	Y = 5,360 + 0,389X - 0,00708X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,96)	**	11,26	23,42
Candiota CE-3300	Y = 5,536 + 0,524X - 0,01129X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,96)	**	11,60	23,18
Comprimento (m.vaso <sup>-1</sup> )				
Palermo CE-4700	Y = 44,22 + 2,826X - 0,02152X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =1)	**	-	65,68
Candiota CE-4700	Y = 45,02 + 3,553X - 0,05401X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =1)	**	-	32,89
Leão CE-5200	Y = 43,29 + 2,333X (R <sup>2</sup> =0,99)	**	-	-
Candiota C. Inferior	Y = 45,49 + 1,163X (R <sup>2</sup> =0,98)	**	-	-
Candiota C. Superior	Y = 47,34 + 3,223X - 0,04595X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,98)	**	-	35,07
Palermo CE-4200	Y = 41,57 + 2,376X (R <sup>2</sup> =1)	**	-	-
Candiota CE-3300	Y = 43,99 + 4,000X - 0,05366X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =1)	**	-	37,27
Superfície ocupada (m <sup>2</sup> .vaso <sup>-1</sup> )				
Palermo CE-4700	Y = 0,117 + 0,0063X - 0,000072X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,99)	**	-	43,73
Candiota CE-4700	Y = 0,119 + 0,0085X - 0,000156X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =1)	**	0,2351	27,28
Leão CE-5200	Y = 0,117 + 0,00454X (R <sup>2</sup> = 0,99)	**	-	-
Candiota C. Inferior	Y = 0,125 + 0,00201X (R <sup>2</sup> = 1)	**	-	-
Candiota C. Superior	Y = 0,126 + 0,00707X - 0,01241X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> = 1)	**	0,2263	28,47
Palermo CE-4200	Y = 0,117 + 0,00446X (R <sup>2</sup> = 0,99)	**	-	-
Candiota CE-3300	Y = 0,117 + 0,0093X - 0,00016X <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0,99)	**	0,2526	29,06

\*Dose calculada = em mg.L<sup>-1</sup>.\*\*P<sub>max</sub> = ponto de máxima.

\*\*\*P &gt; 0,01 = \*\*

\*X = Doses de substâncias húmicas (0, 10, 20 e 30mg.L<sup>-1</sup>).

#### Comprimento das raízes.

Houve significância devido ao efeito da interação matérias-primas x doses (P < 0,01), com CV (A) = 7,13% e CV (B) = 8,30. Os resultados médios das matérias-primas em cada nível de dose encontram-se na Figura 2. A análise de regressão mostrou significância para o efeito linear para as matérias-primas Leão CE-5.200, Candiota Camada Inferior e Palermo CE-4.200 (Tabela 1). Para as equações quadráticas foram calculadas as doses necessárias para sua obtenção, mas como estas doses superaram a dose máxima utilizada, os pontos de máxima não foram obtidos (Tabela 1). Os coeficientes de determinação obtidos (R<sup>2</sup>) foram > 0,98. Os resultados indicam o uso da dose 30mg.L<sup>-1</sup> e a realização de novos experimentos com doses mais elevadas (Tabelas 1 e Figura 2). Estas dosagens aumentaram o comprimento das raízes em 162,28% quando a dose utilizada passou de 0 para 30mg.L<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos foram inferiores aos obtidos por SILVA & JABLONSKI (1995), que obtiveram um aumento de 402,59% no comprimento das raízes do alfaca "Baba de Verão", com a utilização de substâncias húmicas extraídas do carvão Palermo CE-4.200 e aos de SILVA *et al.* (1999), que obtiveram 246,94% de aumento no comprimento das raízes do milho. Os resultados foram superiores aos de SILVA *et al.* (1998a), que obtiveram um aumento de 100,87% com azevém após quatro cortes, com a utilização de substâncias húmicas extraídas de sete carvões e, aos de SILVA *et al.* (1999b), que obtiveram um aumento de 104,40% com aveia após quatro cortes e utilizando as mesmas sete matérias-primas utilizadas neste trabalho como fonte de substâncias húmicas.

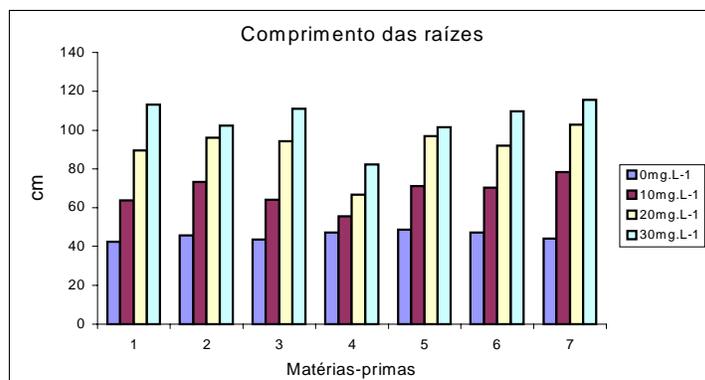


Figura 2. Variação no comprimento das raízes do milheto após 4 cortes em função das doses de substâncias húmicas utilizadas e da fonte utilizada para a extração (1- Palermo CE-4.200; 2- Candiota CE-4.700; 3- Leão CE-5.200; 4- Candiota Camada Inferior; 5- Candiota Camada Superior; 6- Palermo CE-4.700 e 7- Candiota CE-3.300).

#### Raio médio das raízes.

Houve significância para o efeito de doses (P < 0,01) e matérias-primas (P < 0,05), com um CV (A) = 1,39% e um CV (B) = 2,57%. A Figura 3 apresenta os resultados médios das matérias-primas avaliadas. Foi aplicada a análise de regressão para doses sendo obtido significância para o efeito

quadrático ( $P < 0,05$ ) com a seguinte equação:  $Y = 0,041945 - 0,0001758X - 0,00000174X^2$  ( $R^2 = 0,92$ ) (o ponto de máxima  $0,41945\text{mm}$  foi obtido na dose  $0\text{mg.L}^{-1}$  e o ponto de raio mínimo não foi obtido no intervalo das doses utilizadas, devido aos termos de  $X$  e  $X^2$  apresentarem sinal de subtração). O resultado do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), para as sete matérias-primas apresentou o seguinte resultado: Candiota Camada Inferior  $0,3932a$ ; Candiota CE-4.700  $0,3914ab$ ; Palermo CE-4.200  $0,3881ab$ ; Leão CE-5.200  $0,3850ab$ ; Candiota CE-3.300  $0,3843ab$ ; Candiota Camada Superior  $0,3837ab$  e Palermo CE-4.700  $0,3834b$ . Os resultados sugerem o uso da dose  $30\text{mg.L}^{-1}$ , quando o objetivo for a produção de raízes com o menor raio (Tabela 1 e Figura 4). Estas dosagens diminuíram o raio médio em  $16,62\%$ , superando os resultados obtidos por SILVA *et al.* (1999), que obtiveram uma redução de  $14,62\%$  no raio médio das raízes, mas foram inferiores aos obtidos por SILVA *et al.* (1995), que obtiveram uma diminuição de  $30,92\%$  no raio médio das raízes de alfaca e menores que os de SILVA *et al.* (1998a), que obtiveram uma redução de  $22,99\%$  em azevém e aos resultados de SILVA *et al.* (1998b), que obtiveram uma diminuição de  $30,93\%$  em aveia preta, comprovando a produção de raízes com um menor raio médio com a adição de substâncias húmicas.

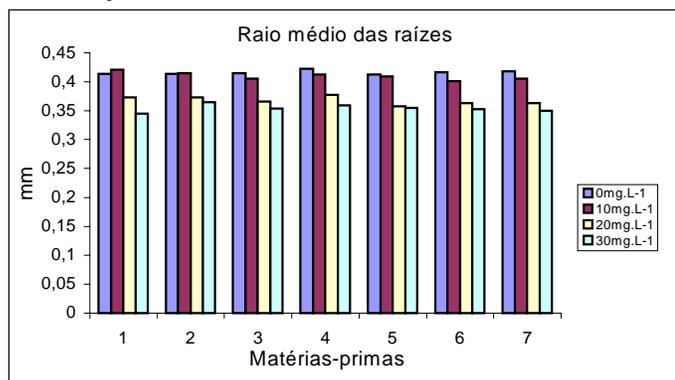


Figura 3. Variação no raio médio das raízes do milheto após 4 cortes em função das doses de substâncias húmicas utilizadas e da fonte utilizada para a extração (1- Palermo CE-4.200; 2- Candiota CE-4.700; 3- Leão CE-5.200; 4- Candiota Camada Inferior; 5- Candiota Camada Superior; 6- Palermo CE-4.700 e 7- Candiota CE-3.300).

#### Superfície ocupada pelas raízes.

O resultado da análise de variância detectou significância para a interação matérias-primas x doses ( $P < 0,01$ ), com um CV (A) =  $6,66\%$  e CV (B) =  $7,51\%$ . Os dados médios referentes às fontes de substâncias húmicas, em cada nível das doses, encontram-se na Figura 4. Os resultados das regressões polinomiais da interação encontram-se na Tabela 1, tendo sido obtida uma resposta linear para as dosagens nas matérias-primas Leão CE-5.200, Palermo CE-4.200 e Candiota Camada Inferior e significância para o efeito quadrático nas outras quatro matérias-primas. Para as equações quadráticas foram calculados os pontos de máxima (Tabela 1) e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram  $> 0,98$ . Os resultados deste experimento sugerem o uso de uma dosagem superior a  $20\text{mg.L}^{-1}$  (Tabela 1 e Figura 4). Estas dosagens aumentaram a superfície ocupada pelas raízes em  $119,76\%$ , quando a dosagem de substâncias húmicas foi elevada de 0 para  $30\text{mg.L}^{-1}$ . Estes resultados foram inferiores aos obtidos por SILVA *et al.* (1995), que obtiveram um

aumento de  $283,64\%$  com alfaca e, aos de SILVA *et al.* (1999), que obtiveram um aumento de  $196,34\%$  na superfície ocupada pelas raízes. Mas, superaram os resultados obtidos por SILVA *et al.* (1998a), que obtiveram um aumento de  $68\%$  com azevém e aos de SILVA *et al.* (1998b), que constataram um aumento de  $46,69\%$  com aveia preta. Comprovando os resultados de diversos trabalhos da bibliografia internacional, que demonstram que as substâncias húmicas possibilitam um maior desenvolvimento das raízes em cultivos em solução nutritiva que utilizem areia como substrato (BRUN, 1993; DAVID *et al.*, 1994; GOENEDI & SUDHARAMA, 1995; SILVA & JABLONSKI, 1995; AYUSO *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 1998a,b; SILVA *et al.*, 1999).

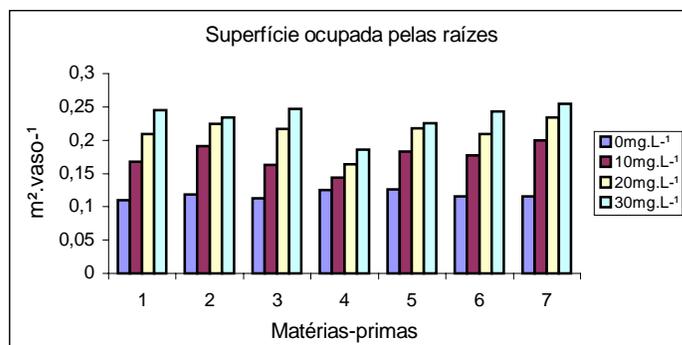


Figura 4. Variação na superfície ocupada pelas raízes do milheto, após 4 cortes em função das doses de substâncias húmicas e da fonte utilizada para a extração (1- Palermo CE-4.200; 2- Candiota CE-4.700; 3- Leão CE-5.200; 4- Candiota Camada Inferior; 5- Candiota Camada Superior; 6- Palermo CE-4.700 e 7- Candiota CE-3.300).

## CONCLUSÃO

As substâncias húmicas estimulam o desenvolvimento das raízes do milheto.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), a Fundação Banco do Brasil e a Empresa JOSAPAR pelo apoio financeiro a este trabalho.

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo apoio dado a este trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYUSO, M.; HERNANDEZ, T.; GARCIA, C.; PASCUAL, J. A. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. *Bioresources Technology*, Oxford, v. 57 n 3, p. 251-257, 1996.
- BRUN, G. *Pouvoir complexant des matieres humiques effets sur l'alimentation minerale des vegetaux*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, Spécialité: Traitement des matieres premieres vegetales, Toulouse, France, 1993, 139 p.
- DAVID, P. P.; NELSON, P. V.; SANDERS, D. C. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal Plant Nutrition*, New York, v. 17 n 1, p. 173-184, 1994.
- GOENADI, D. H.; SUDHARAMA, I. M., Shoot initiation by humic acids of selected tropical crops grown in tissue culture. Berlin, *Plant and cell response*, Berlin v. 15 n 1-2, p. 59-62, 1995.

- FURTER, M.; DEKKER, J.; HENNING, J. A. G. Stimulation of seedling growth by coal-derived oxifulvic acid. Part I. **Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences**, v. 6 n. 2, p. 95-96, 1996.
- FURTER, M.; DEKKER, J.; HENNING, J. A. G. Stimulation of seedling growth by coal-derived oxifulvic acid. Part II. **Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences**, v. 7 n. 1, p. 33-34, 1997.
- MAGGIONI, A.; VARANINI, Z.; NARDI, S.; PINTON, R. Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup>) ATPase activity. **Science of the Total Environment**, Boston, v. 62, p. 355-363, 1987.
- PINTON, R.; VARANINI, Z.; VIZZOTTO, G.; MAGGIONI, A. Soil humic substances affect transport properties of tonoplast vesicles isoated from oat roots. **Plant and soil**, Utrecht, v. 142, p. 203-210, 1992.
- SAMSON, G.; VISSER, S. A. Surface-active effect of humic acids on potato cell membrane properties. 1989. **Soil Biology Biochemistry**. Exeter, v. 21, p. 343-347.
- SENESI, N.; LOFFREDO, E.; PADOVANO, G. Effects of humic acid-herbicide interactions on the growth of *Pisum sativum* in nutrient solution. **Plant and Soil**, Utrecht, v. 127, p. 41-47, 1990.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A. . Uso de ácidos húmicos e fúlvicos em solução nutritiva na produção de alface. **EGATEA: Revista da Escola de Engenharia**, Porto Alegre, v. 23 n. 2, p. 71-78, 1995.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A.; TEIXEIRA LESSA, R. N.; VAHL, L. C. Production of humic and fulvic acids from different organic raw materials IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COAL SCIENCE, 9. **Proceedings...** ICCS: Essen, Germany. 1997a v. 1, p. 167-170.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A.; TEIXEIRA LESSA, R. N.; VAHL, L. C. FIGUEIREDO GAY, D. S. Características físico-químicas dos extratos e dos ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de carvões do Rio Grande do Sul. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6. **Anais...** Revista Brasileira de Geoquímica. 1997b, v. 1, p. 480-483.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Desenvolvimento do sistema radicular do azevém sob influência de diferentes fontes e dosagens de substâncias húmicas. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP-SBZ, 1998a. p. 357-359.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Desenvolvimento do sistema radicular da aveia sob influência de diferentes fontes e dosagens de substâncias húmicas. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP-SBZ, 1998b. p. 412-414.
- SILVA, R. M. da, JABLONSKI, A., SIEWERDT, L. SILVEIRA JÚNIOR, P. Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v. 5 n. 2, p. 101-110, 1999.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, planta e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS. Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos, **Boletim Técnico n° 5**, 2ª edição. 1995, 174p.
- ZONTA, E. P., MACHADO, A. D., SANEST. **Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores**, Pelotas, RS, 1984.