

# SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIA DE POTÁSSIO, ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS DE RAMI EM RESPOSTA A NÍVEIS DE POTÁSSIO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA<sup>1</sup>

Vicente de Paulo Campos Godinho<sup>2</sup>  
Pedro Henrique Monnerat<sup>2</sup>  
Marley Marico Utumi<sup>2</sup>  
Paulo César Rezende Fontes<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Gomes Pereira<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O rami (*Boehmeria nivea* Gaud.) é uma planta da família Urticaceae, originária da China (7, 14). Introduzida no Brasil no final do século passado, a cultura do rami se concentra, hoje, basicamente ao norte do Estado do Paraná (2), propiciando de 3 a 4 cortes por ano (4).

É uma cultura que responde à adição de K, em solos deficientes, produzindo mais matéria seca e fibras (3). O K melhora a resistência ao acamamento de muitas culturas, provavelmente devido à aceleração de lignificação de células esclerenquimáticas e desenvolvimento de sistemas radiculares mais vigorosos (16). Sendo o acamamento do rami um fator de

---

<sup>1</sup> Parte da tese de MS do primeiro autor. Aceito para publicação em 25.05.1994.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG (o quarto autor é bolsista do CNPq).

perdas de caules, além de dificultar a colheita, são necessários estudos que caracterizem os sintomas de deficiência de K na planta, visando à adequada correção dos mesmos pela adubação potássica. Assim, por causa da falta de informação específica sobre o rami, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos de níveis de K na solução nutritiva na produção e no acúmulo de matéria seca e nas características das fibras e, também, caracterizar os sintomas de deficiência de K em plantas de rami, variedade 'IAPAR-11', cultivada em solução nutritiva.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nos meses de abril e maio de 1991. Foram conduzidos dois ensaios em solução nutritiva aerada com a seguinte composição básica: N = 5,2 mmol/L (15% N amoniacal); P = 0,4 mmol/L; K = 2,0 mmol/L; Ca = 2,0 mmol/L; Mg = 0,6 mmol/L; S = 0,6 mmol/L; Fe = 35  $\mu$ mol/L; B = 25  $\mu$ mol/L; Cu = 0,5  $\mu$ mol/L; Mn = 2,0  $\mu$ mol/L; Mo = 0,5  $\mu$ mol/L; Zn = 2,0  $\mu$ mol/L; e Cl = 50  $\mu$ mol/L. Utilizou-se água desionizada e sais p.a.

Para a produção de mudas promoveu-se o enraizamento de estacas com aproximadamente 15 cm de comprimento e estas foram parcialmente desfolhadas. Para isso, foram utilizadas bandejas plásticas pretas (37 x 30 x 14 cm) contendo 13 litros de solução nutritiva e 24 estacas por bandeja. A variedade de rami utilizada foi a 'IAPAR-11'.

O arejamento da solução nutritiva foi efetuado por compressor automático mediante tubos plásticos. O pH, durante o enraizamento, foi corrigido diariamente com acréscimo de NaOH 0,1 mol/L ou HCl 0,1 mol/L, mantendo-o em 5,3  $\pm$  0,2. O nível da água foi mantido constante, adicionando-se água desionizada.

O enraizamento das estacas iniciou-se em 8 de abril de 1991 e após sete dias foi efetuada troca de solução. Após 15 dias, as estacas já enraizadas (raízes  $\pm$  7,0 cm) foram transferidas para os recipientes definitivos e permaneceram por 12 dias, quando foram impostos os tratamentos.

### 2.1. Experimento I - Efeito da Supressão de Potássio em Seis Épocas de Coletas do Rami

O experimento I foi instalado em parcelas subdivididas com dois níveis de potássio: K<sub>0</sub> = solução com exclusão total de potássio e K<sub>1</sub> = solução completa (composição básica) nas parcelas; e seis épocas de coleta com intervalos de três dias nas subparcelas. O delineamento utilizado foi

em blocos casualizados com quatro repetições.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos, recobertos por tinta aluminizada, com capacidade de 9,5 litros, fechados por tampa plástica provida de orifício central. Cada vaso, que se constituía numa unidade experimental, recebeu uma planta, que foi fixada por um disco de isopor, ficando aproximadamente 5,5 cm da estaca imersa na solução nutritiva.

O nível das soluções nos vasos foi mantido a cerca de 1,5 cm da borda superior e mantido com acréscimo de água desionizada. O arejamento foi contínuo.

O pH das soluções foi ajustado diariamente para  $5,8 \pm 0,5$  com NaOH 0,1 mol/L ou HCl 0,1 mol/L. A troca de solução foi feita a cada oito dias.

Foram feitas observações diárias no sentido de caracterizar o aparecimento e a evolução de sintomas de deficiência de potássio.

Com intervalo de três dias após a imposição dos tratamentos foi colhida uma planta de cada parcela, a qual foi dividida em seis partes. Considerou-se como folha um a primeira folha expandida com largura aproximada de 5 cm, do ápice para base.

A amostra  $F_1$  foi constituída das folhas um, dois e três e as demais acima da folha um. A amostra  $F_2$ , pelas folhas quatro e cinco; a amostra  $F_3$ , pelas folhas seis e sete; a amostra  $F_4$ , das demais folhas; a amostra C, pelo caule; e a amostra R, pelo sistema radicular.

As amostras foram secas em estufa a  $70^\circ\text{C}$ , com ventilação forçada durante 48 horas, e pesadas.

## *2.2. Experimento II – Níveis de Potássio em Solução Nutritiva para o Cultivo do Rami*

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Utilizaram-se as concentrações iniciais de 0,1 mmol/L, 1,0 mmol/L, 2,0 mmol/L, 4,0 mmol/L e 6,0 mmol/L de potássio, sendo a unidade experimental constituída de uma planta por vaso de 9,5 litros de solução. A troca da solução foi efetuada com intervalos de oito dias e a coleta aos 21 dias, após a imposição dos tratamentos. A condução do experimento II foi igual à do experimento I.

O tratamento 0,1 mmol/L de potássio em solução foi monitorado diariamente e quando atingia níveis inferiores a 10% da concentração inicial adicionava-se potássio na forma de KCl 1,0 mol/L para elevar o nível para 30%, pois a concentração do elemento decrescia rapidamente.

As plantas colhidas foram separadas em amostras  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ , C

e R; e a amostra de caule foi utilizada para avaliações das fibras. O entrenó correspondente ao intervalo entre a quarta e a quinta folha foi utilizado para estudos anatômicos. As amostras F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub> e as raízes foram secas em estufa a 70°C, por 48 horas, e pesadas.

O diâmetro do caule foi determinado a 15 cm acima da base das plantas.

### *2.3. Análises Microscópicas*

As amostras de caule correspondentes ao intervalo entre a quarta e a quinta folha foram fixadas em F.A.A. (mistura fixadora constituída de formol, ácido acético e álcool) e após um período mínimo de 12 horas foram desidratadas, utilizando-se a série álcool/xilol e subseqüentemente infiltradas e emblocadas de acordo com o método usual da parafina (9). Seções transversais de 15 a 20 micrômetros foram coloridas com safranina e verde-rápido e montadas em "Entelan".

Foram feitas observações de uma repetição de cada tratamento, sendo observadas três lâminas por tratamento, três cortes de cada lâmina e quatro campos de cada corte, perfazendo 36 observações por nível de potássio.

Determinou-se o número de células iniciais fibriformes com um microscópio de luz polarizada.

Para avaliar a espessura das fibras, as amostras do caule de 30 cm de comprimento a partir da base foram descorticadas manualmente. As fibras foram secas ao ar, degomadas, branqueadas e amaciadas de acordo com a metodologia desenvolvida no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Viçosa (dados não-publicados).

Houve um pré-tratamento das fibras brutas, com a fervura do material por 15 minutos em água na relação de banho de 1:15 (p/v). Posteriormente, a degomagem foi feita em uma solução aquosa de NaOH 4 g/l, por um período de 15 minutos após o início da fervura, usando uma relação de banho de 1:15 (p/v). O branqueamento consistiu na imersão das fibras em Prestogen (produto comercial BASF) 3 g/l e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30% e 10 ml/l a 90° por 30 minutos e posterior lavagem, imersão em KIERALON QLS (produto comercial BASF) 2g/l a 60° C por 10 minutos e posterior lavagem. Foi feita imersão em Siligen HS (produto comercial BASF) 10g/l, pH 4,5-5,0 a 90°C, por 30 minutos e secagem em estufa a 70°C.

Destas fibras foram retiradas amostras, montadas em lâminas com glicerina e seladas com esmalte. Foi observada uma lâmina por unidade experimental.

Foram feitas 20 observações por lâmina e a largura foi determinada com auxílio de um microscópio provido de ocular micrométrica com filamento móvel (1).

## 2.4. *Análises Estatísticas*

Realizaram-se análises de variância para todas as características estudadas, procedendo-se também ao ajuste de equações de regressão. Utilizaram-se os níveis de significância de 1 e 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. *Sintomas Visuais de Deficiência*

Os sintomas visuais de deficiência de potássio na parte aérea das plantas de rami surgiram após seis dias da supressão de potássio no experimento I e aos 10 dias, no tratamento 0,1 mmol/L de potássio, no experimento II. Os sintomas iniciaram-se nas folhas do terço médio da planta e evoluíram para as inferiores. A intensidade dos sintomas tornou-se, então, mais severa nas folhas mais velhas.

Estes sintomas iniciaram-se como faixas cloróticas entre as nervuras principais e, posteriormente, entre as nervuras secundárias. As nervuras e uma estreita faixa adjacente a elas permaneceram verdes. O centro dessas manchas pode necrosar, principalmente, próximo à margem do limbo. Houve necrose dos bordos das folhas e encarquilhamento do limbo, sintomas semelhantes são descritos na literatura (12, 15, 17).

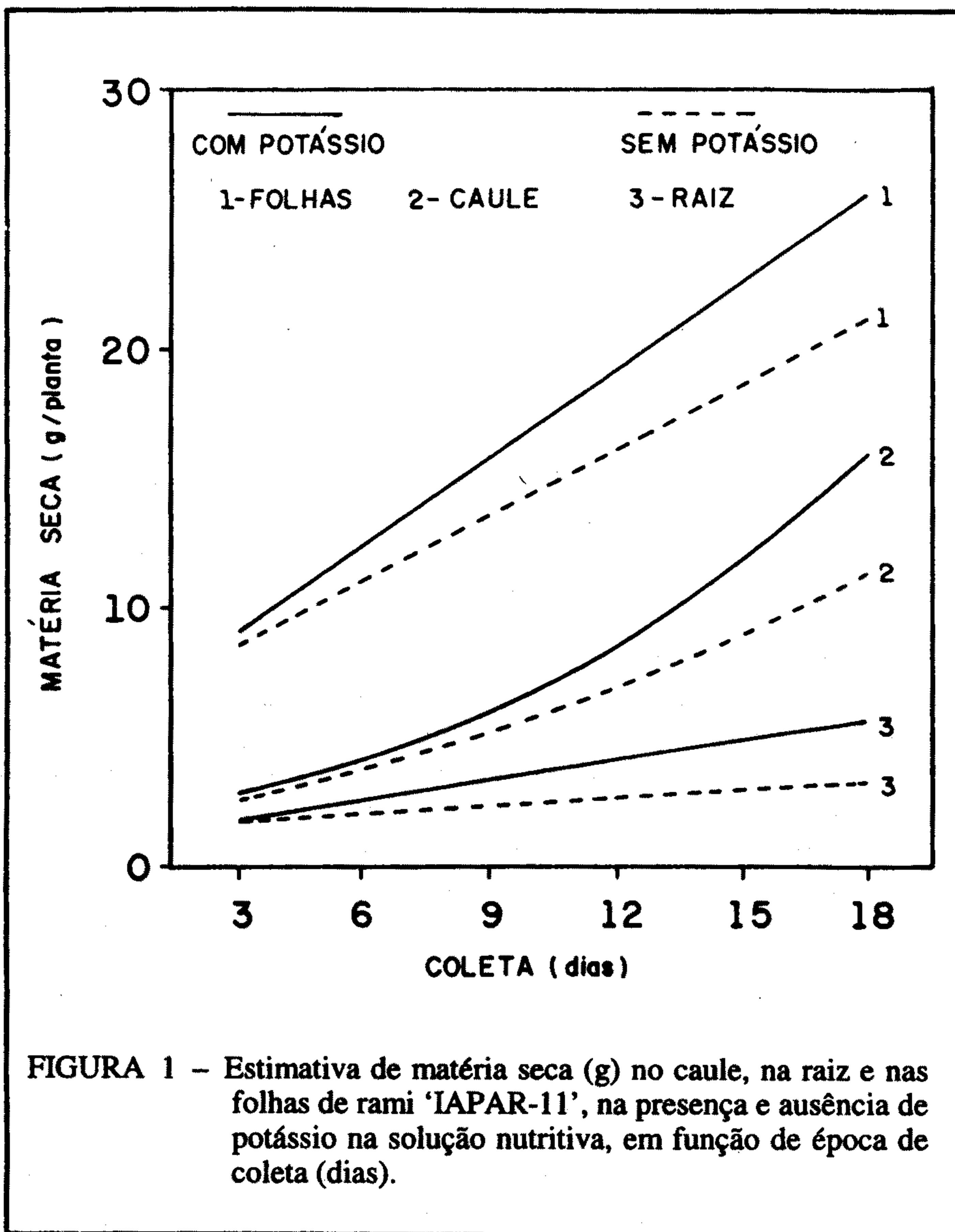
O aparecimento de sintomas primeiramente em folhas do terço médio da planta conflita, aparentemente, com a alta mobilidade do potássio nas plantas (5, 12, 13, 15). Esse fato pode, entretanto, ser atribuído a metodologia empregada nos ensaios em que se cortou, repentinamente, o suprimento de potássio de plantas que estavam bem supridas deste nutriente. A retranslocação de potássio não foi suficientemente rápida para atender à elevada taxa de crescimento das folhas do terço médio.

O sistema radicular tornou-se mais escuro, mas sem necrose aparente e seu crescimento foi proporcionalmente mais prejudicado que o da parte aérea. UTUMI (17), trabalhando com estévia em solução nutritiva, também observou um reduzido desenvolvimento do sistema radicular em plantas que apresentavam sintoma de deficiência de K.

### 3.2. *Produção e Acúmulo de Matéria Seca*

A deficiência de potássio promoveu redução na produção de matéria seca de folhas, caule e raízes. Esta redução foi tanto maior quanto mais tempo a planta ficou submetida à deficiência (Figura 1, Quadro 1).

As relações entre matérias secas da parte aérea/raízes e folhas/raízes aumentaram, linearmente, em função do tempo, nas plantas



deficientes de potássio e permaneceram constantes nas plantas supridas com este nutriente (Figura 2, Quadro 1). Isso indica que, proporcionalmente, a raiz foi o órgão da planta de rami mais prejudicado pela deficiência de potássio. Esses resultados estão em aparente contradição com as informações de LAUCHLI e BIELESKI (10) e MARSCHNER (13): em geral, deficiências minerais prejudicam mais a parte aérea que as raízes, indicando que as raízes tornaram-se o dreno dominante dos fotoassimilados produzidos pelas folhas.

**QUADRO 1 – Equações de regressão ajustadas para características apresentadas nas figuras 1 e 2 em função das épocas de coletas (D) (dias), na presença (K<sub>1</sub>) e na ausência de potássio (K<sub>0</sub>)**

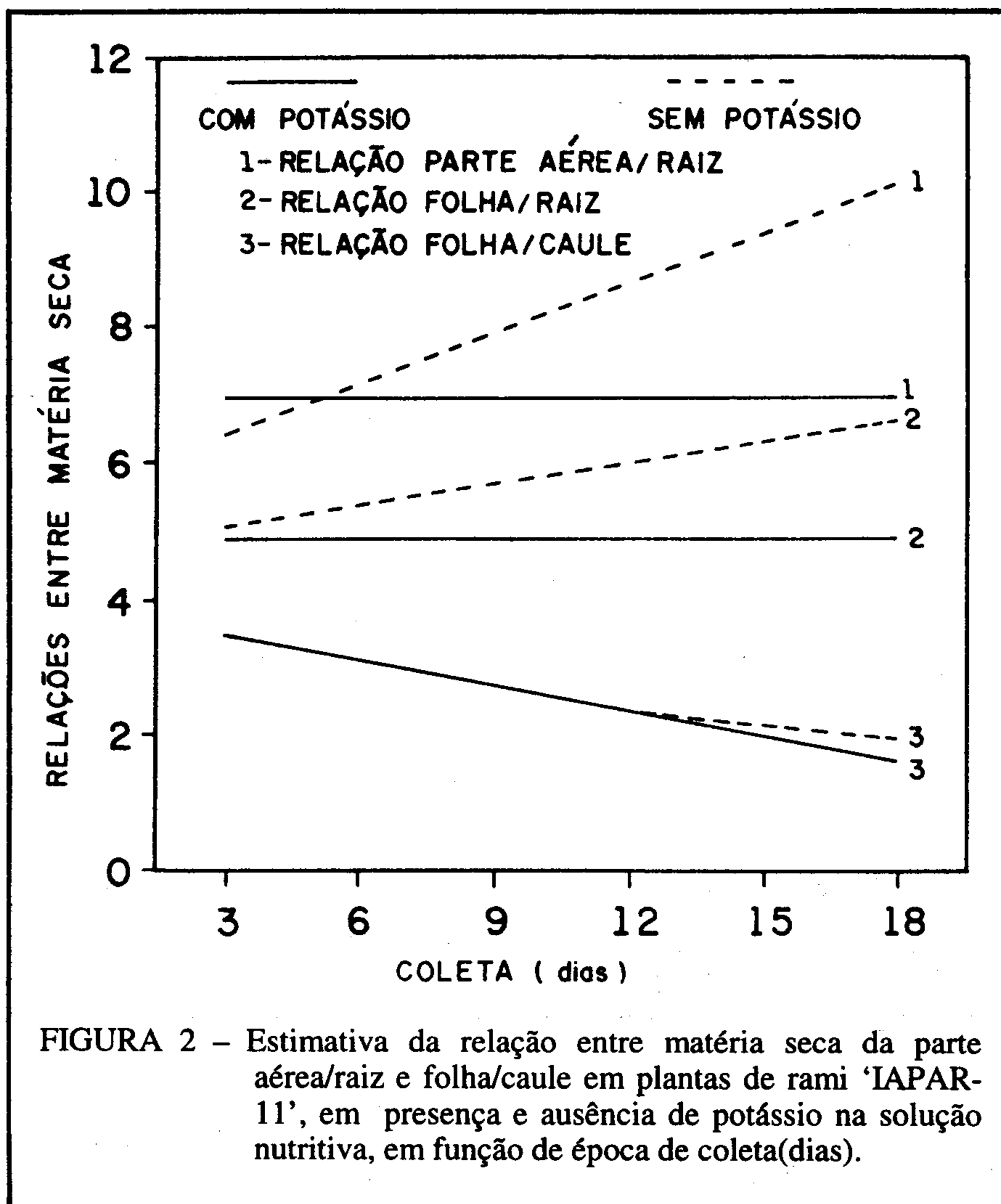
Variável dependente		Equação	R <sup>2</sup>
<b>Matéria seca(g) (Figura 1)</b>			
Caule	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 1,57128 + 0,24944*D + 0,01593*D^2$	0,99
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = 2,36909 - 0,00054*D + 0,04177*D^2$	0,99
Raiz	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 1,47183 + 0,10288*D$	0,86
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = 0,91884 + 0,26078*D$	0,99
Folhas	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 5,912650 + 0,84211*D$	0,99
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = 5,61817 + 1,12438*D$	0,85
<b>Relações (Figura 2)</b>			
Parte aérea raiz	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 5,70060 + 0,24347*D$	0,74
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,95$	
Folha/raiz	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 4,71343 + 0,10781*D$	0,48
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,89$	
Folha/Caule	K <sub>0</sub>	$\hat{Y} = 4,08037 - 0,20094*D + 0,00452*D^2$	0,97
	K <sub>1</sub>	$\hat{Y} = 3,82155 - 0,12320*D$	0,90

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

É provável, entretanto, que a planta de rami não obedeça a essa regra, pois resultados semelhantes foram obtidos por MONNERAT e PEREIRA (comunicação pessoal), também com rami.

Nas plantas supridas com potássio, a relação entre matéria seca de folha/caule decresceu, linearmente, em função do tempo, o que pode ser atribuído ao grande alongamento do caule verificado durante o período. Nas plantas deficientes de potássio observou-se efeito praticamente idêntico até 12 dias de deficiência. A partir do 15º dia, o caule tendeu a ser mais prejudicado do que as folhas.

No experimento II, em que se empregaram níveis crescentes de potássio, obtiveram-se respostas quadráticas para as produções de matéria seca de folhas e raízes, cujas produções máximas foram obtidas nas concentrações de 3,5 e 4,3 mmol/L de potássio na solução nutritiva (Figura 3, Quadro 2). A redução da produção pode ser atribuída à diminuição na



absorção de Ca e Mg, devido ao antagonismo com o K (5,10,11,12,13,15, 17)

A relação entre matérias secas folhas/raiz decresceu linearmente com o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva, indicando que com o aumento do suprimento de potássio as raízes aumentaram, proporcionalmente, mais que as folhas. Por outro lado, as raízes apresentaram maior tolerância a níveis altos de potássio que as folhas.

Esses resultados são consistentes com os obtidos no experimento I, pois, no nível 0,1 mmol/L de potássio, em que as plantas apresentaram sintomas de deficiência, a relação folha/raiz foi a mais alta.



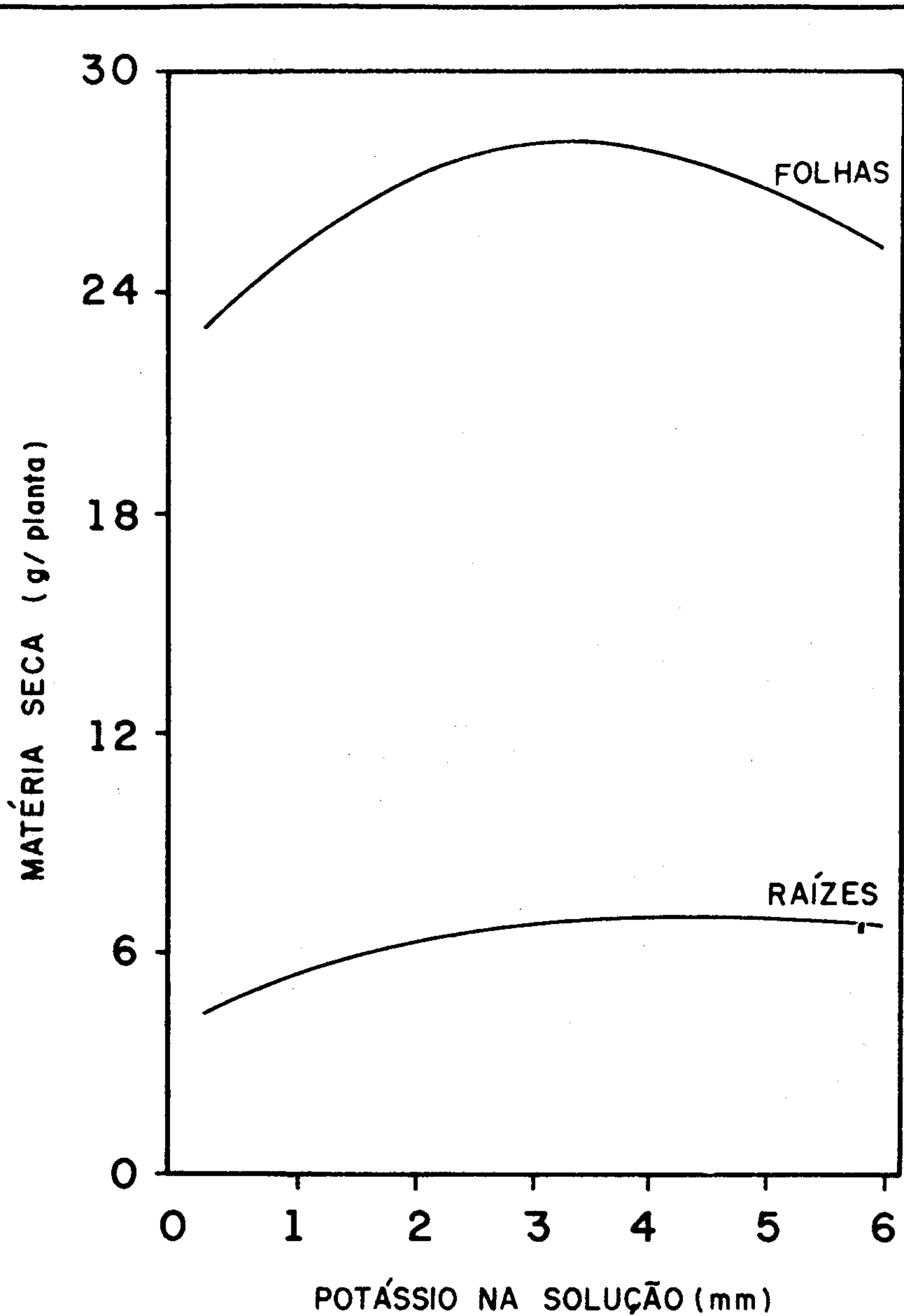


FIGURA 3 – Estimativa de matéria seca de folhas e de raízes de rami 'IAPAR-11', em função de níveis de potássio na solução nutritiva.

QUADRO 2 – Equações de regressão ajustadas para características apresentadas nas figuras 3, 4 e 5 em função dos níveis de potássio na solução nutritiva(K)

Variável dependente	Equação	R <sup>2</sup>
Matéria seca (g/planta)(Figura 3)		
Folhas	$\hat{Y} = 22,5600 + 3,15811 * K - 0,45493 * K^2$	0,63
Raízes	$\hat{Y} = 4,17145 + 1,39331 * K - 0,16056 * K^2$	0,72
Número de células (n°/mm <sup>2</sup> ) (Figura 4)	$\hat{Y} = 188,13200 + 40,2940 * K - 5,94211 * K^2$	0,91
Diâmetro de fibras (µm) (Figura 5)	$\hat{Y} = 48,40140 + 0,55654 * K - 0,07639 * K^2$	0,86
Diâmetro de caule (nm) (Figura 6)	$\hat{Y} = 1,09042 + 0,10083 * K - 0,10083 * K - 0,01100 * K^2$	0,95

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

HARTT (8) relatou que plantas deficientes de potássio translocam menos carboidratos das folhas que as bem supridas. Isso provavelmente se deve à redução do transporte de carboidratos das folhas para o caule e da parte aérea para as raízes. HARTT (8) e MARSCHNER (13) sugeriram que o potássio acelera o movimento de assimilados das folhas de cana-de-açúcar para as demais partes da planta. Até mesmo uma ligeira deficiência de potássio diminuía a translocação de assimilados antes de causar decréscimo na velocidade da fotossíntese.

Lang, citado por MARSCHNER (13), propôs que o potássio seja responsável pelo carregamento e descarregamento do floema, exercendo, assim, influência no controle do transporte de fotoassimilados no floema.

### 3.3. Número de Células Iniciais Fibriformes, Diâmetro de Fibra e Diâmetro de Caule

O aumento do nível de potássio na solução nutritiva afetou o número de células iniciais fibriformes (Figura 4, Quadro 2) e o diâmetro de fibra (Figura 5, Quadro 2), de modo análogo ao observado com a produção de matéria seca das folhas. O nível ótimo calculado situou-se na faixa de 3,4 a 3,6 mmol/L de K na solução nutritiva.

No experimento em que se suprimiu o potássio da solução nutritiva, verificou-se diminuição do número de células iniciais de fibras do caule (Quadro 3).

Os efeitos da deficiência de potássio sobre o número de células iniciais fibriformes e diâmetro das fibras podem ser atribuídos à restrição

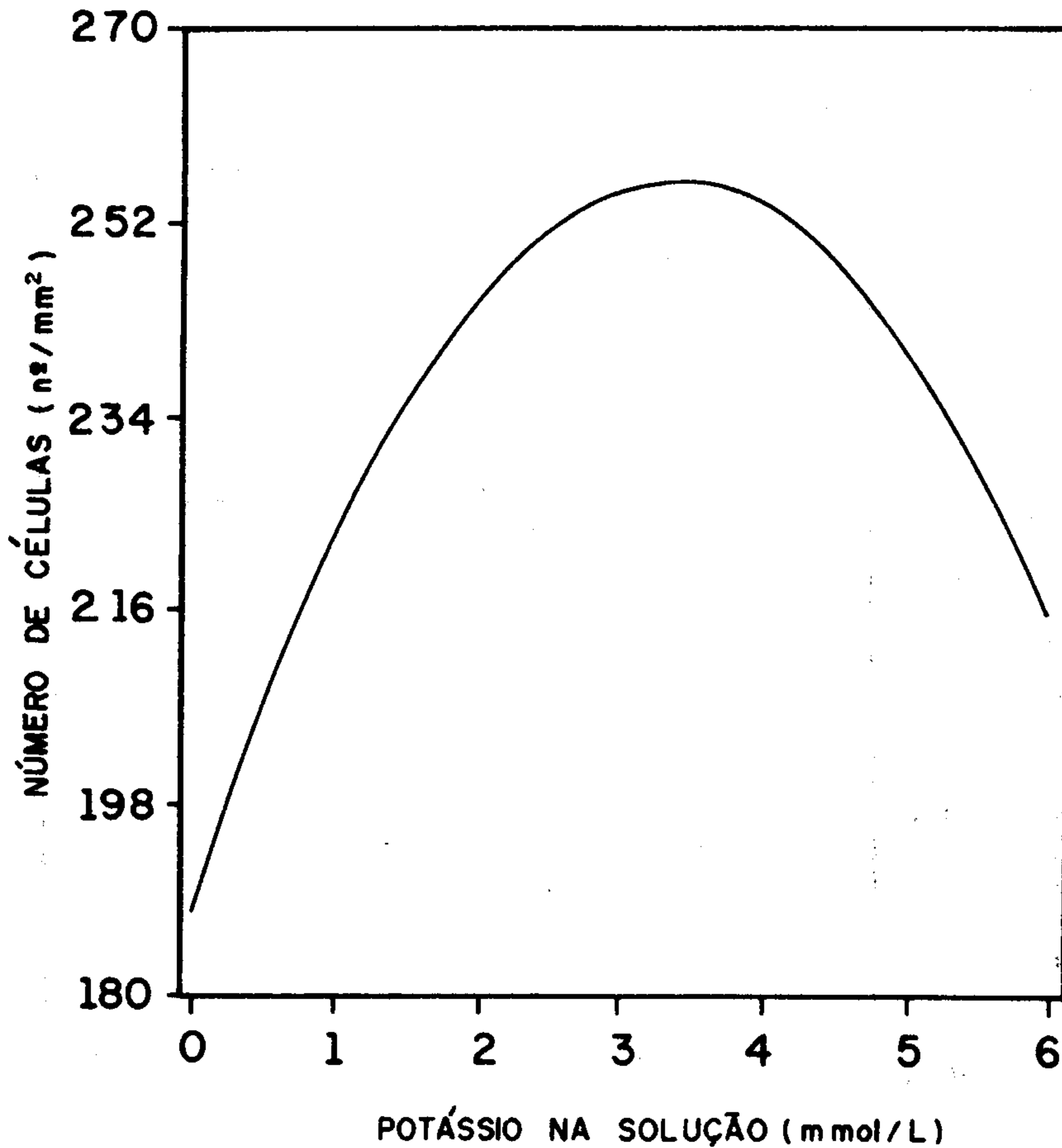


FIGURA 4 – Estimativa do número de células iniciais fibriformes em plantas de rami 'IAPAR-11', em função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

de crescimento do procâmbio e câmbio vascular (Pissarek, citado por MENGEL e KIRKBY (15) e MALAVOLTA (11)), os quais darão origem às células iniciais fibriformes e irão promover o crescimento do caule em diâmetro. O nível de potássio que propiciou maior diâmetro do caule foi de 4,6 mmol/L (Figura 6, Quadro 2), semelhante ao observado para matéria seca de raiz.

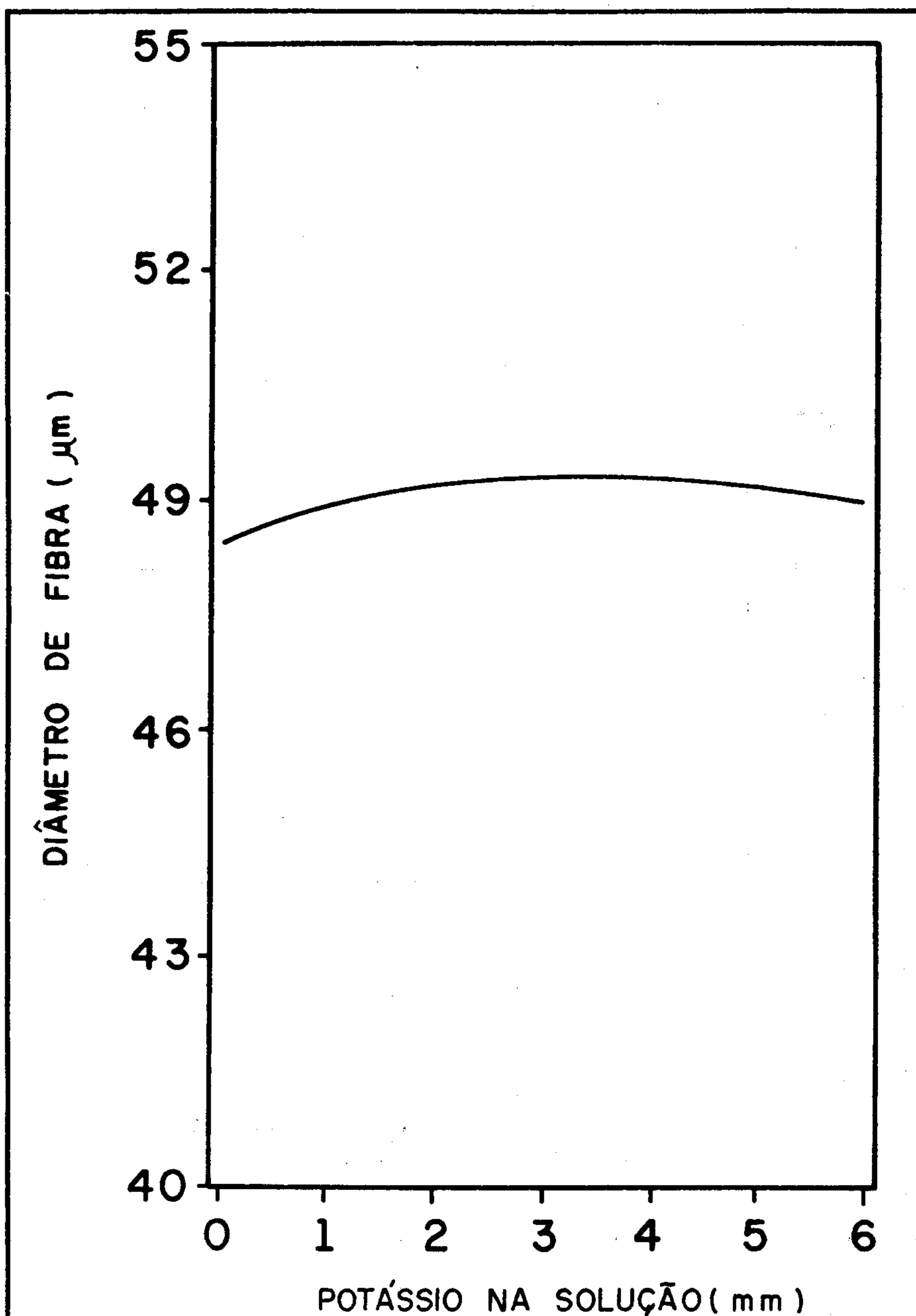


FIGURA 5 – Estimativa do diâmetro de fibras ( $\mu\text{m}$ ) em plantas de rami 'IAPAR-11', em função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

QUADRO 3 – Número de células iniciais fibriformes em caule de rami 'IAPAR-11', em presença e ausência de potássio, em duas épocas de coleta

	Coleta (dias)		Valores médios
	9	18	
Potássio			
	Células/mm <sup>2</sup> *		
Presença de K	180,8	249,7	215,1
Ausência	151,0	121,8	136,4

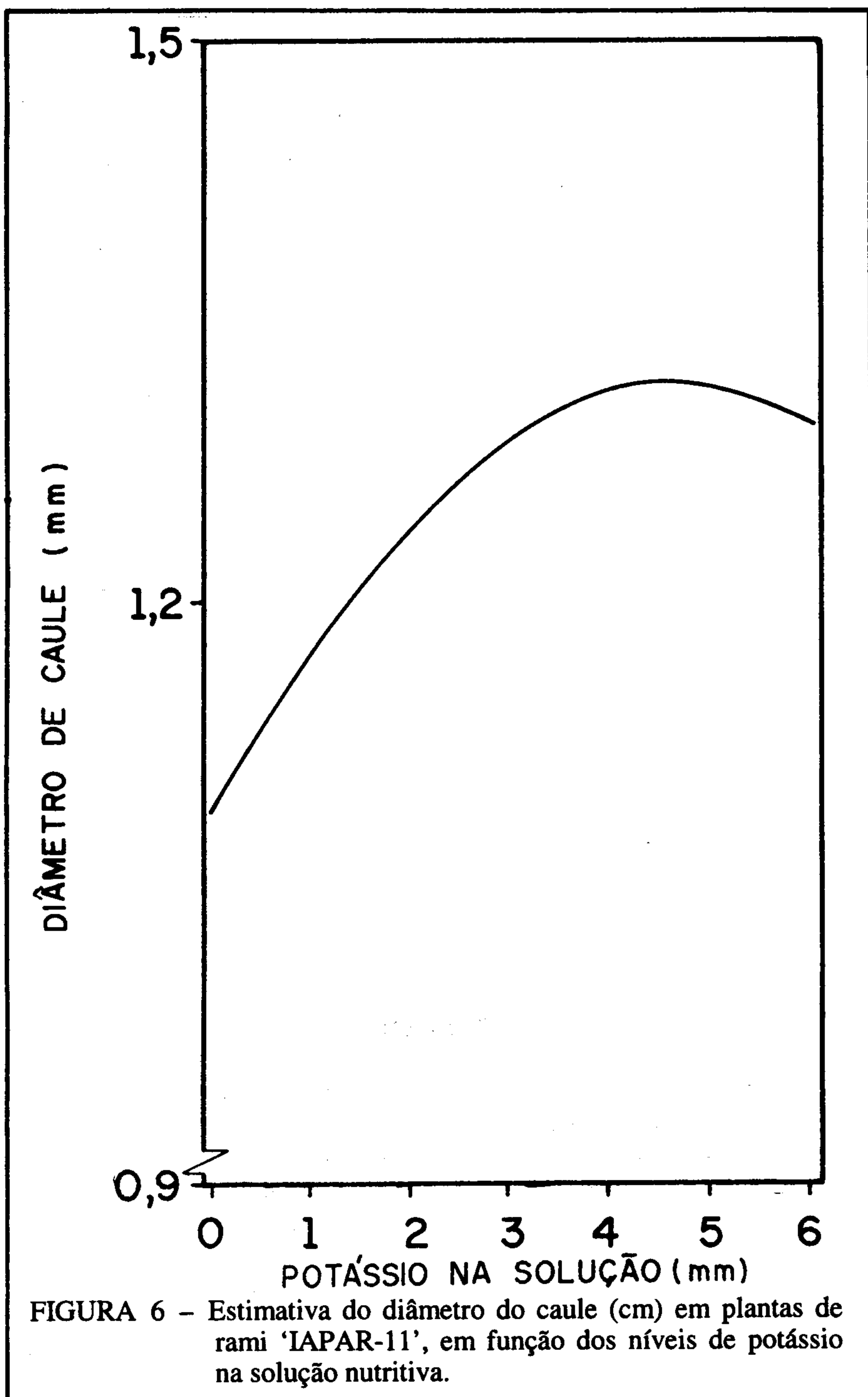
\* Médias de 36 observações de uma repetição.

Estes resultados indicam menor expectativa de produção de fibras em culturas de rami deficientes em potássio, uma vez que esta deficiência restringe o crescimento do caule em diâmetro e reduz o número de células que darão origem às fibras de interesse comercial, bem como o diâmetro delas.

HARTT (8), trabalhando com cana-de-açúcar, observou decréscimo na translocação de fotoassimilados das folhas para o restante da planta, e essa seria uma possível razão da redução de crescimento do caule. As fibras do rami apresentam desenvolvimento intrusivo, complexo e lento, podendo durar meses (6); e qualquer fator limitante ao crescimento do caule, também o será ao desenvolvimento das fibras.

#### 4. RESUMO

Com o objetivo de verificar o efeito da nutrição potássica sobre a produção de matéria seca e fibras no rami (*Boehmeria nivea* Gaud), foram realizados dois experimentos em condições de casa de vegetação. O experimento I foi montado segundo o modelo em parcelas subdivididas. Os dois níveis de potássio (0 e 2 mmol/L) constituíram-se nas parcelas, dispostas no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As seis épocas de colheita constituíram-se nas subparcelas. No experimento II usou-se o mesmo delineamento usado em I, e os tratamentos se constituíram de cinco níveis de potássio (0,1; 1,0; 2,0; 4,0; e 6,0 mmol/L) e cinco repetições.



A supressão e o nível 0,1 mmol/L de potássio induziram sintomas visuais de deficiência de K; promoveram menor produção de matéria seca, menor número de células iniciais de fibras. O mesmo foi observado nos níveis mais elevados de potássio em solução nutritiva. A raiz foi a parte mais afetada pela deficiência de potássio. O máximo de matéria seca foliar, número de células iniciais fibriformes, diâmetro de fibra e diâmetro de caule foram obtidos nas concentrações de 3,50; 4,60; 3,40; e 3,60 mmol/L de K na solução nutritiva, respectivamente.

Os sintomas de deficiência de potássio surgiram primeiramente nas folhas do terço médio das plantas, evoluindo, posteriormente, para as folhas inferiores. Os níveis de potássio que induziram sintomas de deficiência e também os níveis mais elevados reduziram o diâmetro do caule, o número de células iniciais fibriformes, a matéria seca foliar, a matéria seca de caule e matéria seca de raiz.

## 5. SUMMARY

### (VISUAL SYMPTOMS OF K DEFICIENCY, ACCUMULATION OF DRY MATTER AND FIBER CHARACTERISTICS OF RAMIE AFFECTED BY LEVELS AND NUTRITIOUS SOLUTION)

Two experiments were undertaken to evaluate the K fertilizer effects on ramie plants (*Boehmeria nivea* Gaud.). In the first one plants were grow in two K levels (0 and 2mM) and harvested at 6 different dates. In the second one plants were grown in five K levels (0.1, 1.0, 2.0, 4.0, and 6.0mM). The treatments were repeated five times in both experiments. Potassium levels of 0 and 0.1 mM lead to visual symptoms of deficiency and roots were more affected by K deficiency than shoots. In the shoot, K deficiency symptoms occurred first in the upper part and then in basal leaves. Maximum shoot dry matter, libriform fiber numbers, fiber and stem diameters were observed at 3.5, 4.6, 3.4, and 3.6mM K, respectively.

## 6. LITERATURA CITADA

1. AZZINI, A.; SALGADO, A.; FILHO, A.S. & BANZATTO, N.V. Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima para celulose. *Bragantia*, 40:115-124, 1981.
2. BENATTI Júnior, R. *Rami-Planta têxtil e forrageira*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 77 p.
3. CASTRO, G. A. P.; FREIRE, E.S. & VENTURINI, W. R. Comportamento diferencial do rami nas fileiras internas e nas bordaduras de uma experiência de adubação com canteiros separados por corredores largos. *Bragantia*, 10:55-58, 1968.

4. COMISSÃO DE FINANCIAMENTO DA PRODUÇÃO - CFP. *Rami, projeto 2*. Brasília, 1972. 83 p.
5. EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas; princípios e perspectivas*. Trad. de Eurípedes Malavolta. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341 p.
6. FAHN, A. *Anatomia vegetal*. Trad. Fernando Garcia Arenal, Javier Fernandez Casas e Joaquim Fernandez Perez. Madrid, H. Blume Ediciones, 1974. p. 107-126.
7. GANGSTAD, E.O.; SEALE, C.C. & PATE, J.B. Preliminary study on the fiber qualities of ramie variets. *Turrialba*, 4:66-71, 1954.
8. HARTT, E.C. Effect of potassium deficiency upon translocation of  $^{14}\text{C}$  in attached blades and entire plants of sugar cane. *Plant Physiology*, 44:1461-1469, 1969.
9. JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York, MacGraw-Hill Book, 1940. 523 p.
10. LAUCHLI, A. & BIELESKI, R.L. Inorganic plant nutrition. In: *Encyclopedia of plant physiology*. N. York, Springer Verlag, 1983. v. 15B, p. 453-872.
11. MALAVOLTA, E. *O potássio e a planta*. 3.ed. Piracicaba, Instituto da Potassa EUA - Suíça, 1982. 60p. (Boletim técnico 1).
12. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações*. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 202 p.
13. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. New York, Academic Press, 1986. 674 p.
14. MEDINA, J.C. *Cultura do rami*. São Paulo, Melhoramentos s.d. 32 p. (ABC do Lavrador).
15. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 4. ed. Berna, International Potash Institute, 1987. 688 p.
16. PRETTY, K.M. O potássio na qualidade de produtos agrícolas. In: YAMADA, T. *et alii* (ed.) *Potássio na Agricultura Brasileira*. Piracicaba, Instituto da Patassa e do Fosfato. p. 177-194.
17. UTUMI, M. M. *Deficiências minerais em estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni): sintomas visuais, composição mineral, crescimento e produção de esteviosídeo*. Viçosa, UFV, 1994. 99p. (Tese M.S.).