

COMPOSIÇÃO MINERAL E CONCENTRAÇÃO CRÍTICA DE POTÁSSIO EM FOLHAS DE RAMI CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA¹

Vicente de Paulo Campos Godinho²
Pedro Henrique Monnerat²
Marley Marico Utumi²
Paulo César Rezende Fontes²
Paulo Roberto Gomes Pereira²

1. INTRODUÇÃO

O rami (*Boehmeria nivea* Gaud.), planta da família Urticaceae, originária da China (14), foi introduzido no Brasil no final do século passado e sua cultura se concentra, hoje, basicamente no norte do Estado do Paraná (4).

É uma cultura que responde à adição de K, em solos deficientes, produzindo mais matéria seca e fibras (6). São escassos os trabalhos com a cultura, sendo necessários estudos que caracterizem a concentração crítica de potássio em suas folhas, visando subsidiar futuros programas de adubação potássica para a cultura. O presente trabalho objetivou determinar a concentração crítica de potássio em folhas de rami e quantificar os efeitos de níveis de K na solução nutritiva sobre a composição mineral da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, nos meses

¹ Parte da tese de MS do primeiro autor. Aceito para publicação em 25.05.1994.

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

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 µmol/L; B = 25 µmol/L; Cu = 0,5 µmol/L; Mn = 2,0 µmol/L; Mo = 0,5 µmol/L; Zn = 2,0 µmol/L; e Cl = 50 µmol/L. Utilizou-se água desionizada e sais p.a.

Para a produção de mudas promoveu-se o enraizamento de estacas parcialmente desfolhadas com aproximadamente 15 cm de comprimento, em 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 +/- 0,2. O nível da água foi mantido constante, adicionando-se água desionizada.

O enraizamento das estacas teve início em 8 de abril de 1991 e após sete dias foi efetuada a troca de solução. Após 15 dias, as estacas já enraizadas (raízes +/- 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 Coleta do Rami

O experimento I foi instalado em parcelas subdivididas em dois níveis de potássio: K₀ = solução com exclusão total de potássio e K₁ = solução completa 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 para 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 +/- 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, que foi dividida em seis partes. Considerou-se como folha um a primeira folha expandida com largura aproximada de 5 cm, do ápice para a base.

A amostra F₁ foi constituída das folhas um, dois e três e as demais acima da folha um; a amostra F₂, das folhas quatro e cinco; a amostra F₃, das folhas seis e sete; a amostra F₄, das demais folhas; a amostra C, do caule; e a amostra R, do sistema radicular.

As amostras foram secas em estufa a 70°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 M para elevar o nível para 30%, pois a concentração do elemento decrescia rapidamente.

As plantas colhidas foram separadas em amostras F₁, F₂, F₃, F₄, C e R e a amostra de caule (C) 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 F₁, F₂, F₃, F₄ e R foram secas em estufas 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 Químicas

Para as análises químicas, o material seco foi moído e passado através de peneira de número 20 (ABNT). A mineralização do material foi por via úmida, utilizando-se uma mistura nitroperclórica de acordo com JOHNSON e ULRICH (9). As determinações químicas de Ca, Mg e K

foram feitas a partir deste extrato mineral, para todas as amostras, em separado.

Os teores de cálcio e magnésio foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica e o potássio foi determinado em fotômetro de chama, conforme recomendação da AOAC (3). Os resultados foram expressos em percentagem.

Determinaram-se, ainda, a relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz, a relação entre a matéria seca das folhas e a matéria seca das raízes e a relação entre a matéria seca das folhas e a matéria seca do caule.

2.4. Concentração Crítica

Para a determinação da concentração crítica de potássio em plantas de rami, adotou-se a definição proposta por ULRICH e HILLS (17), ou seja, a concentração do nutriente no tecido da planta associada com 90% do crescimento máximo da planta crescida em solução 2 mmol/L de potássio.

Considerou-se crescimento máximo a produção de matéria seca do caule de plantas de rami não-submetidas à deficiência de potássio, em cada época de coleta. O crescimento relativo foi obtido expressando-se a produção de matéria seca do caule das plantas submetidas à deficiência de potássio em percentagem do crescimento máximo, em cada época de coleta.

Esse crescimento relativo foi relacionado, na forma gráfica e isoladamente, com os teores de potássio na matéria seca das quatro porções em que as folhas foram divididas. Obtiveram-se, portanto, concentrações críticas em quatro porções da planta de rami.

2.5. Análises Estatísticas

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão. As médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste F, adotando-se os níveis de 1 e 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição Mineral

3.1.1. Potássio

No experimento I, os teores de potássio decresceram em todas as partes da planta, em função do tempo (Figura 1, Quadro 1). Contudo, esse decréscimo foi proporcionalmente menor nas plantas onde havia presença

de potássio na solução.

Esse resultado sugere que a eficiência do sistema radicular do rami em absorver potássio e transportá-lo para a parte aérea não atendeu à grande demanda durante o período. Portanto, houve decréscimo na concentração deste nutriente em todas as partes da planta, principalmente no caule e nas raízes (Figura 1, Quadro 1).

A supressão de potássio na solução reduziu o teor desse nutriente em todas as partes da planta. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por TINKER e LAUCHLI (16), em que a supressão de potássio, durante oito dias, reduziu o teor deste nutriente na raiz para 20% e na parte aérea para 90% do controle.

O decréscimo na concentração de potássio em função do tempo, provocado pela supressão desse nutriente da solução nutritiva, foi mais evidente nas raízes, caules e folhas mais velhas (Figuras 1 D a F, Quadro 1), demonstrando a alta mobilidade do potássio nas plantas e que essas partes se comportam como reservatórios para as folhas mais novas.

O acúmulo de potássio foi linear nas plantas onde o nutriente estava presente na solução (Figura 2, Quadro 1).

O aumento do nível de potássio em solução nutritiva promoveu aumento linear no teor deste nutriente nas folhas F₂ e F₃. Nas folhas F₄, esse aumento foi mais intenso e seguiu um modelo quadrático com máximo fora do espaço experimental. Nas folhas mais novas (F₁), o teor diminuiu linearmente, embora em pequeno grau, com aumento de potássio na solução (Figura 3, Quadro 2).

Na raiz, houve grande aumento no teor de potássio até 4,4 mmol/L, decrescendo a seguir, indicando um possível efeito negativo nos níveis superiores deste nutriente (Figura 3, Quadro 2).

3.1.2. Cálcio

O aumento do teor de potássio na solução não afetou o teor de cálcio nas folhas F₁, do ápice da planta, as quais apresentaram, em média, 39 g/kg de cálcio na matéria seca (Figura 4, Quadro 2).

Nas folhas mais velhas (F₃ e F₄), houve decréscimo linear do teor de cálcio na matéria seca em decorrência do aumento do nível de potássio na solução. Nas folhas intermediárias (F₂), houve decréscimo do teor de cálcio até o nível de 3,0 mmol/L de K e posterior aumento nos níveis mais elevados. Nas raízes o resultado foi semelhante, mas o teor de cálcio decresceu até 2,85 g/kg no nível de 2,7 mmol de K/l de solução (Figura 4, Quadro 2).

O rami é uma planta que apresenta elevado teor de cálcio no tecido foliar (Figura 4, Quadro 2) e antagonismo entre potássio e cálcio,

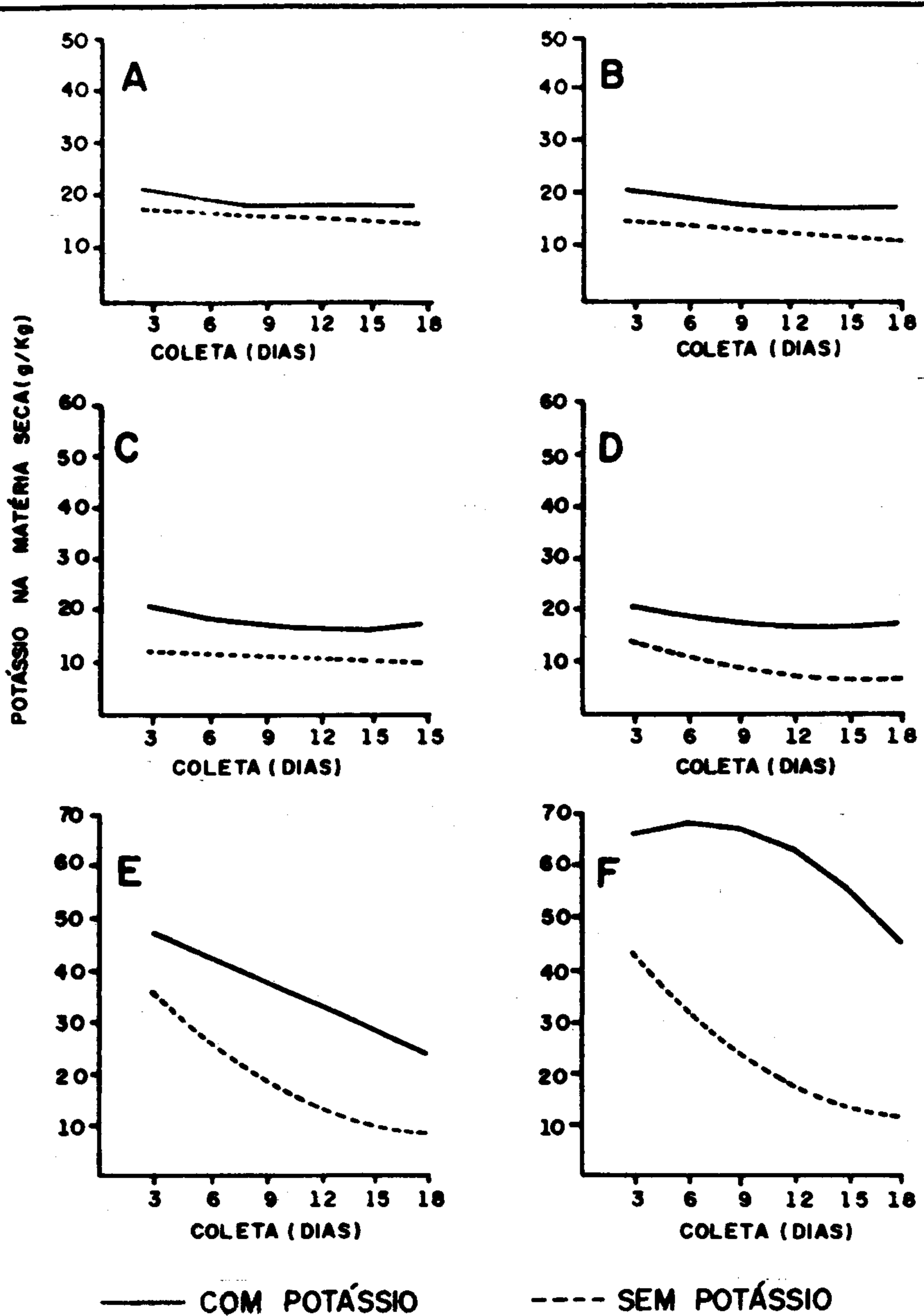


FIGURA 1 – Estimativa dos teores de potássio nas amostras F₁(A), F₂(B), F₃(C), F₄(D), no caule (E) e na raiz (F), na matéria seca de plantas de rami 'IAPAR-11', na presença e ausência de potássio na solução nutritiva em função de épocas de coletas (dias).

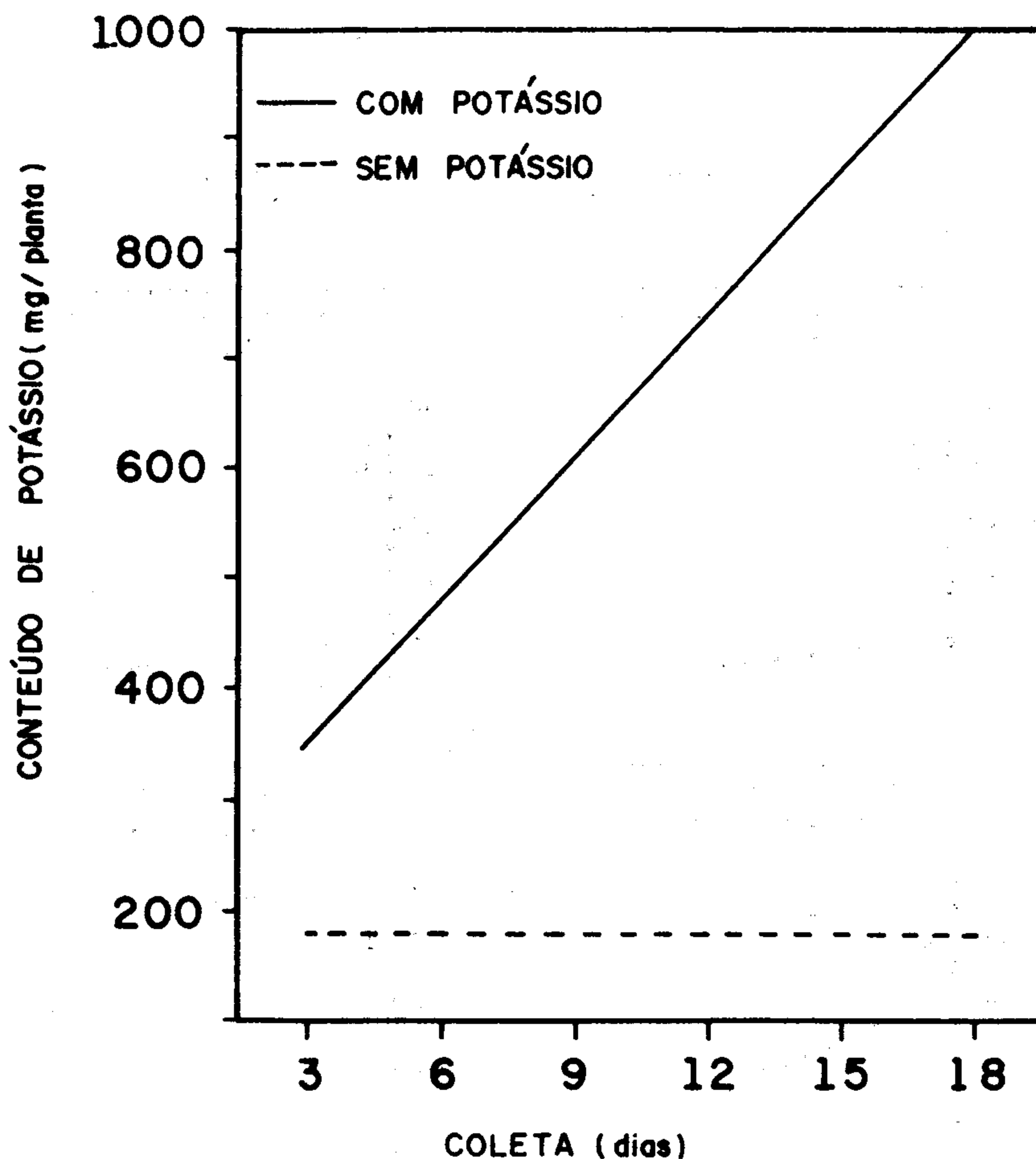


FIGURA 2 – Estimativa do conteúdo de potássio em plantas de rami 'IAPAR-11' na presença e na ausência de potássio na solução nutritiva, em função de épocas de coletas (dias).

mencionado por diversos autores (7, 8, 12, 15), que foram pouco intensos nessa planta, a despeito do grau de variação no suprimento de potássio. ARANTES (2) observou que altos teores de K em plantas de milho são acompanhados por menores teores de Ca, atribuindo este fato ao antagonismo entre o Ca e K (1, 2, 5, 7, 8, 11, 13, 15).

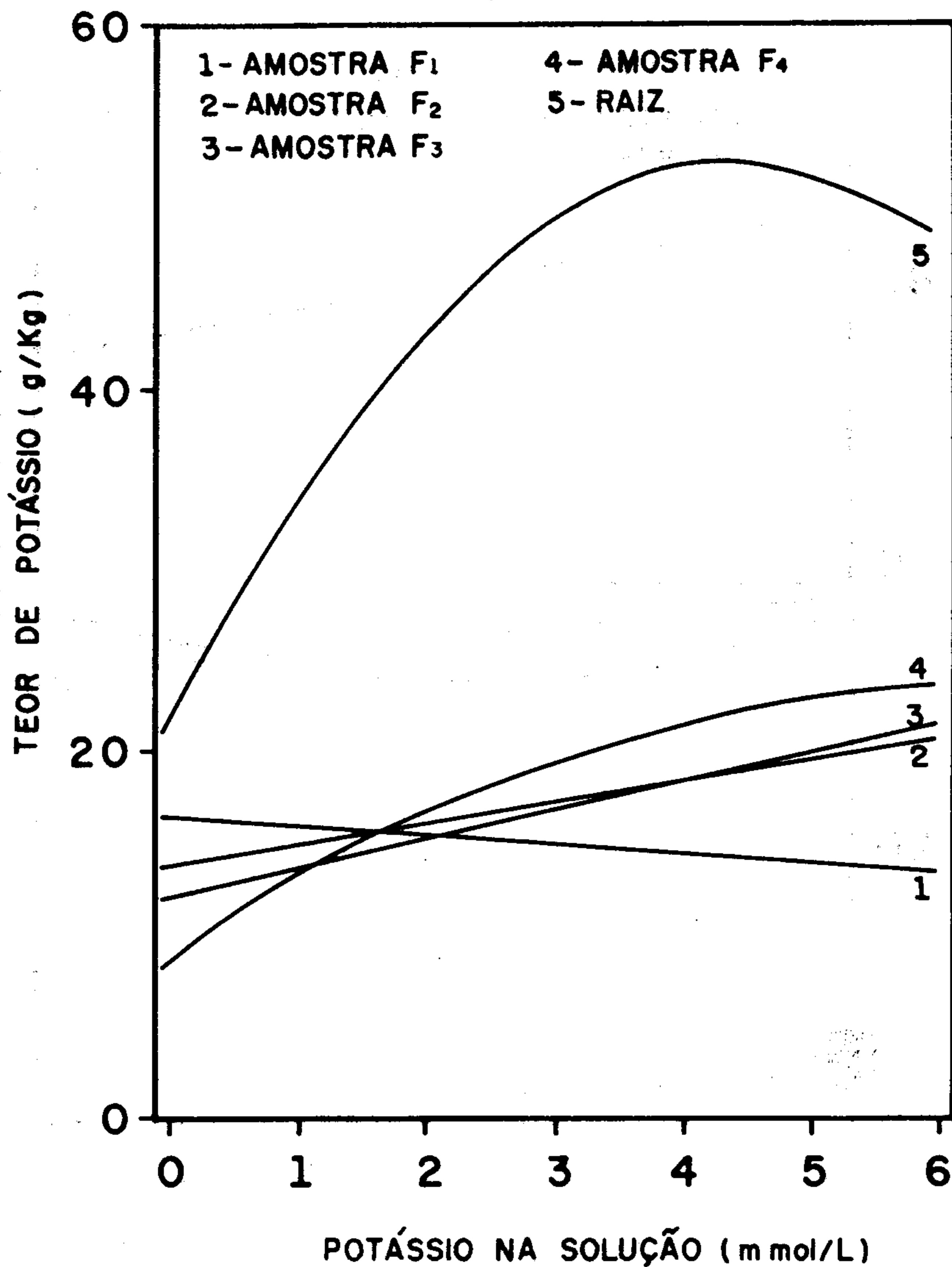


FIGURA 3 – Estimativa dos teores de potássio (g/kg) na matéria seca de plantas de rami 'IAPAR-11', função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

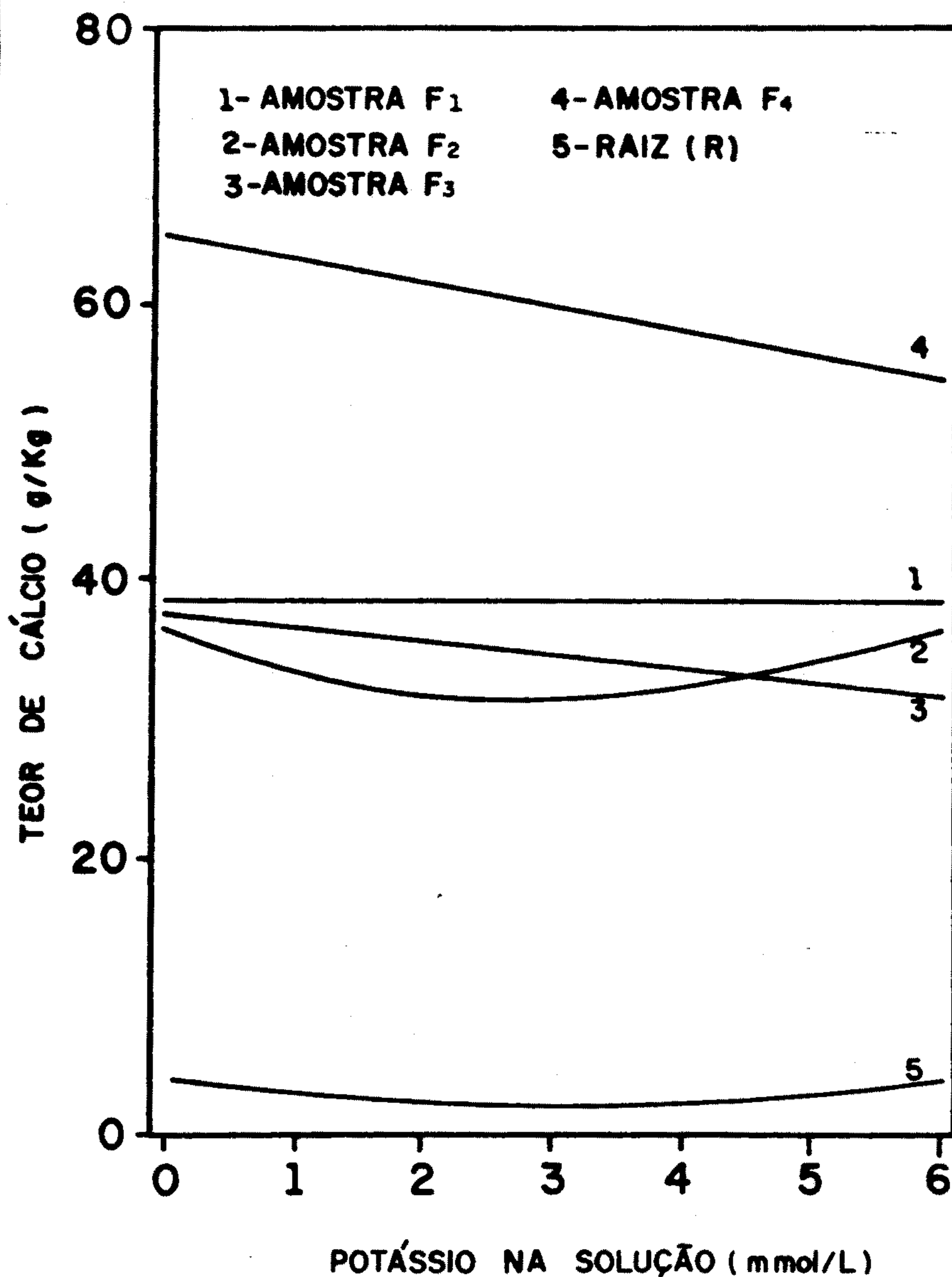


FIGURA 4 - Estimativa dos teores de cálcio (g/kg) na matéria seca de plantas de rami 'IAPAR-11', em função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

3.1.3. *Magnésio*

O teor de magnésio na matéria seca das folhas F₁ não se alterou a despeito da ampla variação dos níveis de potássio na solução (Figura 5, Quadro 2). Nas folhas F₂ e F₄, o teor de magnésio decresceu linearmente. Nas folhas F₃ e nas raízes (R), o decréscimo seguiu um

QUADRO 1 – Equações de regressão ajustadas para características apresentadas nas figuras 1 e 2 em função das épocas de coletas (D) (dias), na presença (K₁) e na ausência de potássio (K₀)

Variável dependente	Equação	R ²
Teores de K nas amostras (Fig.1)		
F1 (A)	K ₀ $\hat{Y} = 22,4400 - 0,5931 \cdot D + 0,0186 \cdot D^2$	0,99
	K ₁ $\hat{Y} = 18,0716 - 0,2099 \cdot D$	0,84
F2 (B)	K ₀ $\hat{Y} = 22,3400 - 0,6907 \cdot D + 0,0234 \cdot D^2$	0,92
	K ₁ $\hat{Y} = 15,2370 - 0,2388 \cdot D$	0,99
F3 (C)	K ₀ $\hat{Y} = 23,9500 - 1,1580 \cdot D + 0,0449 \cdot D^2$	0,92
	K ₁ $\hat{Y} = 12,5033 - 0,1805 \cdot D$	0,85
F4 (D)	K ₀ $\hat{Y} = 22,2350 - 0,6828 \cdot D + 0,0223 \cdot D^2$	0,98
	K ₁ $\hat{Y} = 16,8100 - 1,1504 \cdot D + 0,0319 \cdot D^2$	0,99
Caule (E)	K ₀ $\hat{Y} = 52,0849 - 1,5672 \cdot D$	0,94
	K ₁ $\hat{Y} = 48,2449 - 4,5152 \cdot D + 0,1289 \cdot D^2$	0,99
Raiz (F)	K ₀ $\hat{Y} = 60,0400 + 2,5345 \cdot D - 0,1872 \cdot D^2$	0,92
	K ₁ $\hat{Y} = 57,0100 - 5,2203 \cdot D + 0,1523 \cdot D^2$	0,98
Conteúdo de K (Fig.2)	K ₀ $\hat{Y} = 317,26200 + 43,26180 \cdot D$	0,98
	K ₁ $\hat{Y} = \bar{Y} = 177,43$	

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

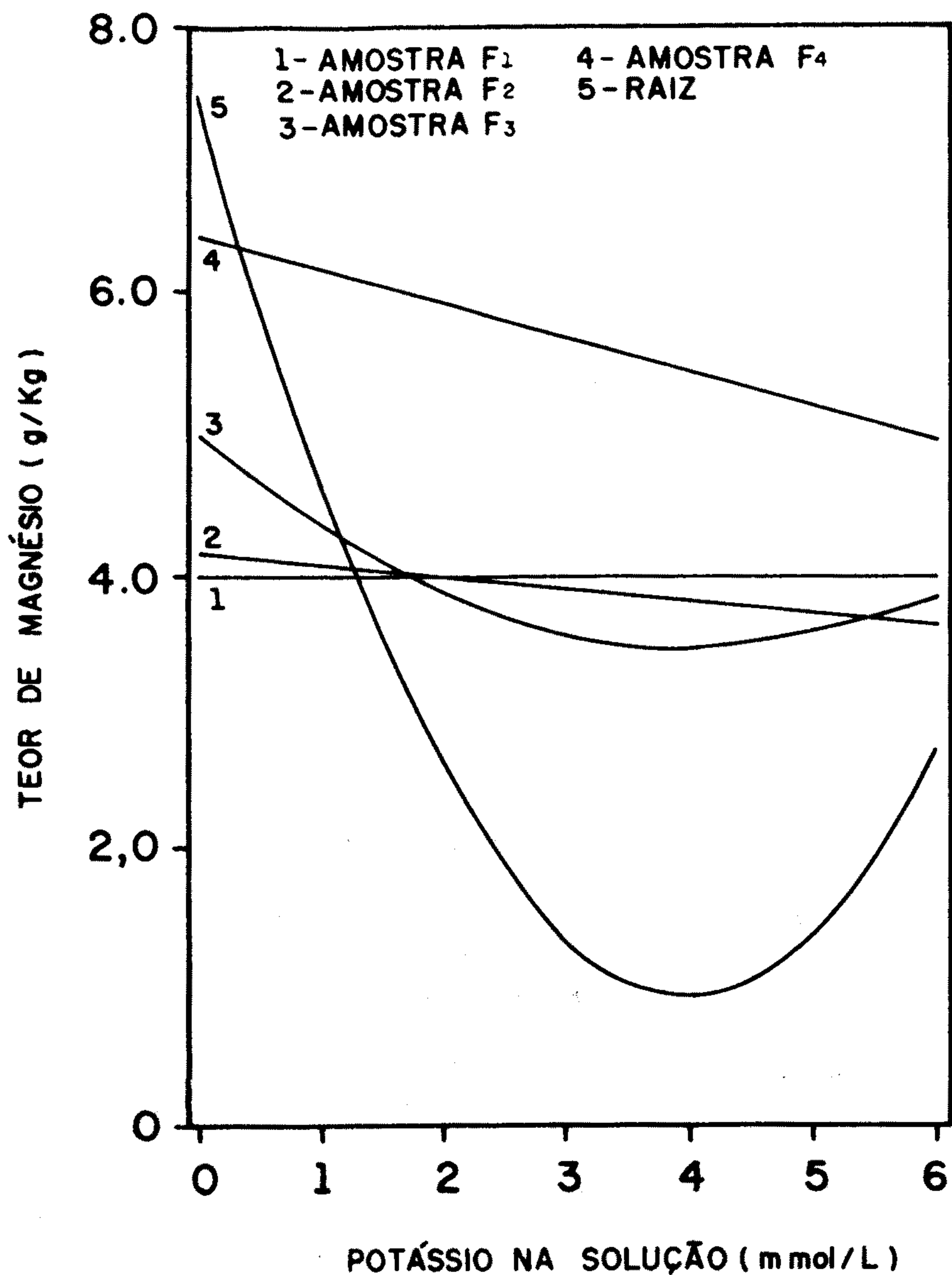


FIGURA 5 – Estimativa dos teores de magnésio (g/kg) na matéria seca de plantas de rami 'IAPAR-11', em função dos níveis de potássio na solução nutritiva.

modelo quadrático, sendo os teores mínimos observados a 4,0 mmol/L de K em solução. Esses resultados podem ser atribuídos ao antagonismo entre potássio e magnésio (7, 8, 12, 15).

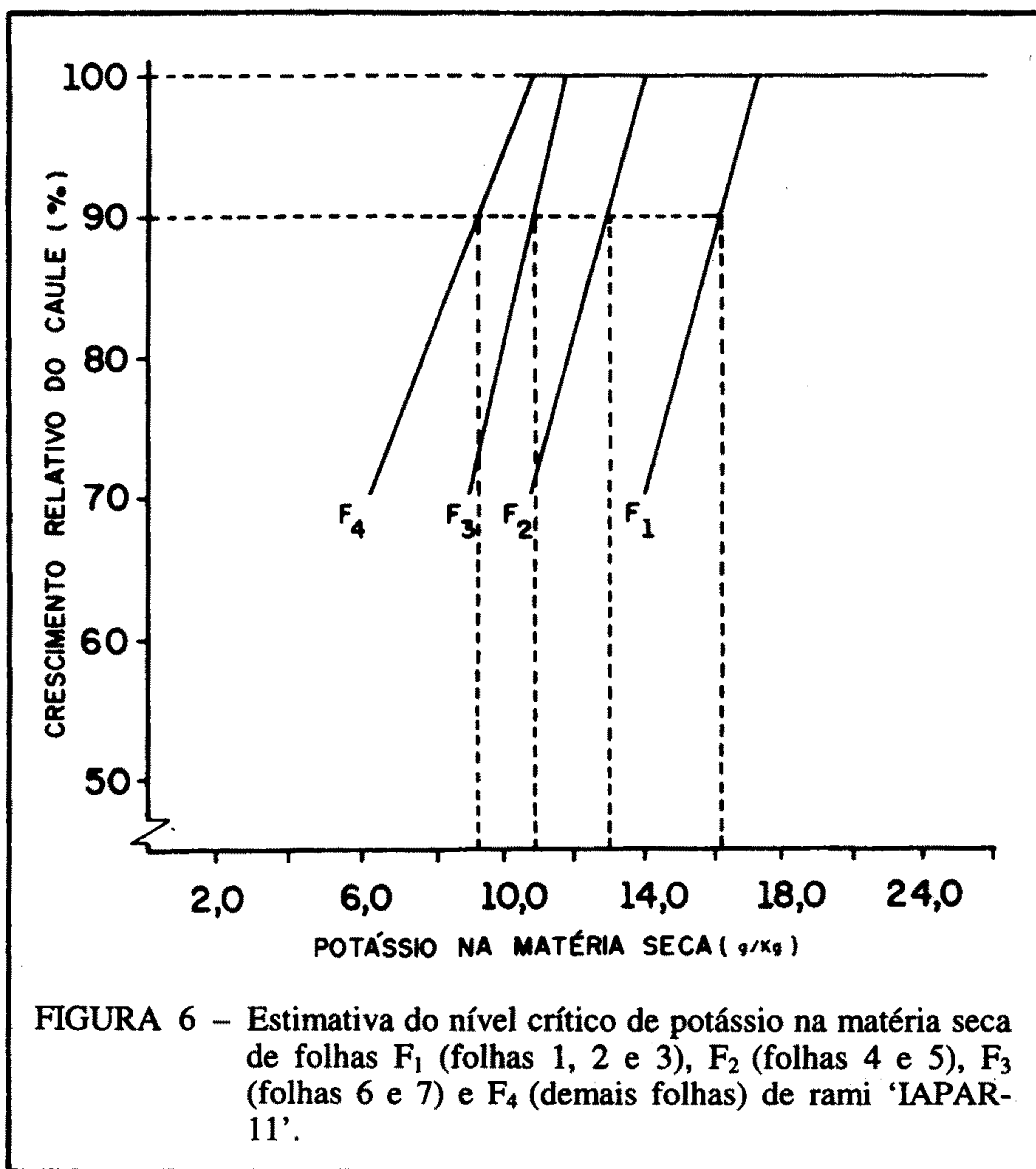
QUADRO 2 – Equações de regressão ajustadas para características apresentadas nas figuras 3, 4 e 5 em função dos níveis de potássio na solução nutritiva (K)

Variável dependente	Equação	R ²
Teor de potássio (Fig. 3)		
F1	$\hat{Y} = 16,2337 - 0,5108 * K$	0,59
F2	$\hat{Y} = 13,6216 + 1,1291 * K$	0,94
F3	$\hat{Y} = 11,8831 + 1,5652 * K$	0,93
F4	$\hat{Y} = 8,7532 + 4,5003 * K - 0,3434 * K^2$	0,95
Raiz	$\hat{Y} = 20,9815 + 14,1467 * K - 1,5978 * K^2$	0,72
Teor de cálcio (Fig. 4)		
F1	$\hat{Y} = \bar{Y} = 38,4$	
F2	$\hat{Y} = 36,6605 - 3,0414 * K + 0,4978 * K^2$	0,42
F3	$\hat{Y} = 37,6616 - 0,9598 * K$	0,49
F4	$\hat{Y} = 64,9683 - 1,7223 * K$	0,95
Raiz	$\hat{Y} = 3,2857 - 0,4028 * K + 0,0707 * K^2$	0,24
Teor de magnésio (Fig. 5)		
F1	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,0$	
F2	$\hat{Y} = 4,1861 - 0,0863 * K$	0,68
F3	$\hat{Y} = 5,0961 - 0,812805 * K + 0,1019 * K^2$	0,67
F4	$\hat{Y} = 6,4868 - 0,2423 * K$	0,66
Raiz	$\hat{Y} = 7,6561 - 3,3717 * K + 0,4253 * K^2$	0,72

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

3.2. Concentração Crítica de Potássio

A concentração crítica de potássio na matéria seca das folhas de rami, ou seja, aquela associada com 90% da produção máxima de caule, variou de acordo com a posição da amostra foliar escolhida (Figura 6). Nas folhas F1, a concentração crítica obtida foi de 16 g/kg de K; nas folhas F2, 13 g/kg de K; nas folhas F3, 11 g/kg de K; e nas folhas F4, 9 g/kg de K. Esses resultados reforçam a importância de se caracterizar bem a amostra



foliar a ser tomada para análise, com propósito de se diagnosticar o estado nutricional da planta em termos de nutrição potássica.

De modo geral, recomenda-se usar folhas (1, 5, 10, 11) e dentre elas as mais novas, completamente ou quase completamente expandidas (12).

Embora a concentração crítica seja um dado importante para a diagnose do estado nutricional, é necessário considerar uma série de fatores que podem alterar a composição mineral da planta, independentemente da disponibilidade do nutriente no substrato. Assim, fatores como idade ou estágio de crescimento da planta, variedade, interações entre nutrientes e fatores ambientais têm sido relatados (13).

Um mesmo teor de potássio poderá ser adequado em uma planta em final de ciclo, mas deficiente em uma planta na fase inicial de crescimento. As concentrações críticas obtidas serão válidas para plantas jovens com idade entre 15 e 35 dias.

As amostras foliares para a diagnose da deficiência de potássio seriam F2 ou F3, uma vez que F4 engloba um número excessivo de folhas.

Segundo MARSCHNER (13), em plantas deficientes em nutrientes minerais facilmente retranslocáveis como o potássio, é observado um gradiente decrescente na concentração do elemento, das folhas apicais para as basais. Este gradiente é devido à retranslocação do potássio de regiões mais maduras para regiões em crescimento (16).

Nas plantas adequadamente supridas de potássio, há certa uniformidade no teor deste nutriente em todas as folhas da planta, pelo menos durante a fase de crescimento.

O gradiente de concentração de potássio nas folhas de plantas deficientes e a uniformidade em plantas não-deficientes poderão, então, ser empregados na diagnose do estado nutricional de potássio das plantas de rami e os dados do Quadro 3 reforçam essa proposição. Em plantas não-deficientes em potássio, a divisão de sua concentração de potássio na matéria seca de folhas inferiores pela das folhas superiores é próxima de 1 (0,96 a 0,99), indicando a uniformidade de distribuição de potássio nas folhas entre si. Entretanto, nas plantas deficientes, essa relação é bem menor que 1 e será tanto menor quanto mais afastadas estiverem as folhas. Mesmo em folhas contíguas (F2 e F3), o gradiente se manifesta claramente (relação = 0,84, ou seja, as folhas F3 apresentam teor de potássio 16% menor que o das folhas F2 (Quadro 3).

QUADRO 3 – Relação entre teores de potássio de amostras foliares de plantas de rami 'IAPAR-11' na presença e ausência de potássio na solução nutritiva (média de seis coletas e quatro repetições)

	Amostras foliares			
	F ₂ /F ₁	F ₃ /F ₁	F ₄ /F ₁	F ₃ /F ₂
Presença de K	0,97 a	0,96 a	0,96 a	0,99 a
Ausência de K	0,89 b	0,67 b	0,57 b	0,84 b

* As médias, dentro de cada coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, a 1% de probabilidade.

4. RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal de Viçosa, MG, nos meses de abril e maio de 1991, para avaliar os efeitos dos níveis de potássio na solução nutritiva em plantas de rami 'IAPAR-11'.

O experimento I foi montado utilizando-se o delineamento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os dois níveis de potássio (0 e 2 mmol/L) e nas subparcelas as seis épocas de coleta, com quatro repetições. O experimento II foi constituído de cinco níveis de potássio designados: 1 = 0,1 mmol/L de K; 2 = 1,0 mmol/L de K; 3 = 2,0 mmol/L de K; 4 = 4,0 mmol/L de K; e 5 = 6,0 mmol/L de K na solução nutritiva, dispostos no delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições.

As plantas foram divididas em seis partes: amostra F_1 = folhas um, dois, três e demais acima da folha um; F_2 = folhas 4 e 5; F_3 = folhas 6 e 7; F_4 = demais folhas; caule (C); e raízes (R). Denominou-se folha um a primeira folha completamente expandida com largura aproximada de 5,0 cm. Foram determinados os teores de K, Ca e Mg em todas as amostras.

O sistema radicular foi proporcionalmente mais afetado que a parte aérea em plantas deficientes de potássio.

A concentração crítica de potássio variou de 9 g/kg de K nas folhas basais a 16 g/kg de K nas folhas apicais, estabelecendo-se um gradiente crescente de K, da base para o ápice. Esta observação permite sugerir que a existência desse gradiente pode servir para caracterizar deficiência de potássio em rami.

A supressão do potássio na solução nutritiva reduziu o teor desse nutriente em todas as partes da planta. A magnitude desse decréscimo diminuiu das raízes para o ápice da planta.

Nas folhas mais velhas houve decréscimo linear dos teores de cálcio e magnésio em decorrência do aumento do nível de potássio na solução.

5 SUMMARY

(MINERAL COMPOSITION AND K LEVELS IN RAMIE (*Boehmeria nivea* Gaud.) LEAVES GROWN IN NUTRIENT SOLUTION)

Two experiments were undertaken in nutrient solution to evaluate the K effect on Ca, Mg and K contents in ramie leaves and to determine K critical level associated with 90% of maximum dry matter production. In

the first experiment two K levels (0 and 2 mM) were combined with six harvest dates separated 3 days from one another. In the second experiment five K levels (0.1, 2.0, 4.0, 6.0 mM) were evaluated. Proportionally, root dry weight was more affected than shoot at K deficiency levels. Potassium critical levels ranged from 0.90% in basal leave to 1.6% in an upper one increasing gradually from the base to top leaves. Potassium concentration in all plant parts was decreased when K was omitted from the nutrient solution and the reduction magnitude decreased from the root to the upper leaves. Increasing K in nutrient solution decreased Ca and Mg contents in the old leaves.

6 LITERATURA CITADA

1. ALVES, A.C. *Nutrição potássica do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) através da análise de tecido: amostragem: acumulação e exportação*. Pelotas-RS, U.F.P., 55 p., 1984 (Tese MS).
2. ARANTES, E. M. *Efeitos da relação Ca/Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, concentração de K, Ca, Mg, e equilíbrio catiônico do milho (*Zea mays* L.)*. Lavras, ESAL, 1983. 62p. (Tese M.S.).
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – (A.O.A.C.) *Official methods of analysis*. 12 ed. Washington D.C., 1975. 1094 p.
4. BENATTI Júnior, R. *Rami – Planta têxtil e forrageira*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 77 p.
5. BOUMA, D. Diagnosis of mineral deficiencies using plant tests. In: LAUCHLI, A. & BIELESKI, R. L. (eds). *Inorganic plant nutrition*. New York, Springer-Verlag, 1983. p. 120-146 (Encyclopedia of Plant Physiology, 15A).
6. 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.
7. GOMEZ, I.A.M. & RECALDE, L. Interacciones entre K, Ca y Mg a nivel de su absorcion y distribucion in plantas de tomate. *Annales de Edafologia e agrobiologia*, 38: 267-281, 1979.
8. HEWITT, E.T. & SMITH, T.A. *Plant mineral nutrition*. London, The English University Press, 1975. 288 p.
9. JONHSON, C.M. & ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*. Los Angeles, University of California, 1959. p. 32-33. (Bulletin., 766).
10. LOUÉ, A. Análise do potássio em plantas e sua interpretação. In: YAMADA, T. *et al.* (ed.) *Potássio na Agricultura Brasileira*. Piracicaba, Inst. da Potassa e do Fosfato, 1982. p. 249-288.
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. TINKER, P. B & LAUCHLI, A. *Advances in plant nutrition*. New York, Prager, 1984. V. 1. 301 p.
17. ULRICH, A. & HILLS, F.T. Principles and practices of plant analysis. In: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. (ed.). *Soil testing and plant analysis*. Part II. plant analysis. Madison, 1967. p. 11-24 (Especial Publication Series, 2).