

## Desenvolvimento e produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) em função de doses de nitrogênio e potássio

May, A., Cecílio Filho, A.B., Cavarianni, R.L., Barbosa, J.C.

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de acesso Prof. Paulo D. Castellane s/n, CEP.: 14884-900, Jaboticabal-SP. e-mail: rutra@fcav.unesp.br.

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e produtividade de cúrcuma em resposta às doses de N e K, foi realizado um experimento no período de 18/11/1999 a 18/7/2000, na FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, sob delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, num esquema fatorial 5 x 5. Os fatores avaliados foram as doses de N (0, 68, 136, 170 e 204 kg.ha<sup>-1</sup>) e K<sub>2</sub>O (0, 92, 184, 230 e 276 kg.ha<sup>-1</sup>). O aumento nas doses de potássio proporcionou incremento linear na altura de plantas-mãe. Houve interação significativa entre nitrogênio e potássio sobre o número de folhas da planta-cova (planta-mãe + perfilhos) e dos perfilhos. Nas doses de 0 e 92 kg de K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> observou-se um aumento linear no número de folhas com o incremento do nitrogênio aplicado. A aplicação de 276 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> influenciou a área foliar de perfilhos e da planta-cova, alcançando valores de 3260 e 4971 cm<sup>2</sup> por planta, respectivamente. O número de perfilhos sofreu um incremento linear com a fertilização potássica, refletindo positivamente sobre a massa seca da parte aérea dos perfilhos. A produção de rizomas por planta não foi afetada significativamente pelos fatores avaliados.

**Palavras-Chave:** *Curcuma longa*, açafrão-da-terra, fertilização, produção, plantas medicinais.

**ABSTRACT:** Turmeric (*Curcuma longa* L.) development and productivity in function at nitrogen and potassium doses. The objective of the experiment was evaluating the development and production of turmeric, it was carried out at FCAV-UNESP, in Jaboticabal-SP, during 11/18/1999 to 7/18/2000, in randomized blocks, with three replications, factorial scheme 5 x 5. The factors evaluated were doses of N (0, 68, 136, 170 and 204 kg.ha<sup>-1</sup>) and doses of K<sub>2</sub>O (0, 92, 184, 230 and 276 kg.ha<sup>-1</sup>). The potassium doses influenced plant-mother's height significantly, answering lineally to the increment in the potassium fertilization. There was significant interaction between nitrogen and potassium on the number of leaves of the sons and total-plant. In the doses of 0 and 92 kg of K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> a lineal increase was observed in the number of leaves with the increment of the applied nitrogen. The potassium doses also influenced the foliar area of the sons and total-plant, reaching values of 3260 and 4971 cm<sup>2</sup> per plant, respectively, for the application of 276 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>. The number of sons had a lineal increment with the growing fertilization of potassium, contemplating on the dry mass of the aerial part of the sons. The production of rhizomes per plant wasn't influenced for the factors evaluated.

**Key words:** *Curcuma longa*, turmeric, fertilization, production, medicinal plants.

### INTRODUÇÃO

A cúrcuma (*Curcuma longa* L.) pertence à família Zingiberaceae, ordem Scitaminae (Shashidhar *et al.*, 1997a), subordem Zingiberoidae (Govindarajan, 1980). É também conhecida por açafrão-da-terra, açafrão-da-Índia, batatinha amarela, gengibre dourado, mangarataia (Correa, 1926), curcuma (Maia *et al.*, 1995).

No meio científico é denominada,

preferencialmente, de cúrcuma para diferenciá-la com as espécies *Crocus sativus*, conhecida no mercado internacional como "safron" (Silva, 1994) e *Carthamus tinctorius*, também conhecidos como açafrão. A cúrcuma é conhecida no mercado internacional como "turmeric".

É uma planta herbácea perene originária das florestas tropicais do sul da Índia, sendo cultivada ou encontrada como nativa (Govindarajan, 1980). Foi

introduzida em vários estados do Brasil, pelos bandeirantes, sendo ainda encontrada às margens de córregos no município de Mara Rosa-GO. A planta é propagada vegetativamente, por meio de seus rizomas, que crescem agrupados no subsolo, abaixo do colo da planta.

A indústria alimentícia tem buscado a substituição dos aditivos artificiais por substâncias naturais (Duarte *et al.*, 1989). A comunidade européia, em vista da ação proibitiva do uso de pigmentos sintéticos, está desenvolvendo um mercado potencial para a curcumina, substância natural corante da cúrcuma presente nos rizomas, na proporção de 2,5 a 8,1% do seu peso (Mathai, 1979 citado por Martins & Rusig, 1992). A cúrcuma é um corante de origem vegetal, não tóxico, podendo ser capaz de substituir corantes sintéticos, especificamente a tartrazina (Govindarajan, 1980). Além do corante, os rizomas contêm óleos essenciais com excelentes qualidades técnicas e organolépticas (Duarte *et al.*, 1989), o que possibilita estender sua utilização aos mercados de perfumaria, medicinal, alimentício, condimentar e têxtil, abrindo novas perspectivas para a agroindústria brasileira.

Entretanto, a disponibilidade de informações sobre seu cultivo é quase inexistente, sobretudo em relação à adubação. Atualmente, a aplicação de nutrientes à cultura é feita de forma empírica.

Por outro lado, sabe-se que culturas que armazenam compostos de reserva em órgãos subterrâneos são bastante exigentes em N e K (Janson, 1978; Mengel & Kirkby, 1987 e Marschner, 1990). Pesquisas, em diversos locais e épocas, mostram efeitos acentuados de N no crescimento e produção de cúrcuma (peso da planta, maior número de perfilhos, maior área foliar e maior massa seca acumulada) (Singh *et al.*, 1988), resultando em maior rendimento de rizomas (Shashidhar *et al.*, 1997b). Por outro lado, pode haver uma diminuição do acúmulo de reservas na planta quando há excesso de N no solo, refletindo no crescimento exagerado da parte aérea, conforme foi observado em várias espécies cultivadas (Marschner, 1990). A cúrcuma é considerada uma planta cuja produção é altamente influenciada pela nutrição (Rao & Reddy, 1977, Govindarajan, 1980 e Shashidhar *et al.*, 1997b), tendo uma resposta imediata à aplicação dos nutrientes, com incrementos na qualidade e na quantidade de rizomas produzidos (Goto, 1993). O estudo da nutrição desta espécie nas condições brasileiras é importante, uma vez, que a grande maioria dos trabalhos são realizados em países asiáticos (Shah & Muthuswami, 1981; Tayde & Deshmukh, 1986; Balashanmugam & Chezhiyan, 1988).

A resposta à aplicação de N depende de uma série de fatores que podem afetar a eficiência da adubação, conforme as características e temperatura

do solo, distribuição das chuvas, época e modo de aplicação do fertilizante e forma do nitrogênio (Trani *et al.*, 1993).

Umete *et al.* (1984) avaliaram doses de N, entre 60 e 180 kg.ha<sup>-1</sup> e observaram um aumento da produção de rizomas frescos de cúrcuma de 14,56 t.ha<sup>-1</sup>, na menor dose, para 30,81 t.ha<sup>-1</sup> (produção máxima), com a aplicação de 120 kg N.ha<sup>-1</sup>.

Shashidhar *et al.* (1997b) verificaram que altas doses de N (200 kg.ha<sup>-1</sup>) resultaram em um melhor desenvolvimento vegetativo, com um conseqüente incremento na produção de rizomas, com valores de 27,58 g de rizomas secos por planta com a máxima fertilização nitrogenada e 19,93 g de rizomas frescos por planta sem a aplicação de nitrogênio, utilizando o espaçamento de 45 cm entre linhas por 30 cm entre plantas na linha.

Embora sejam significativos os efeitos do N para as plantas, o emprego deste nutriente, juntamente com o potássio é importante para o incremento da eficiência da adubação. Loué (1978) reporta vários trabalhos com interação significativa entre os nutrientes N e K na produtividade de culturas formadoras de órgãos de reserva subterrâneos. A disponibilidade de K influencia o conteúdo de substâncias nitrogenadas na seiva pois, quando em deficiência, há aumentos de amina, amônia, aminas livres, N-asparagina, glutamina, além de maior taxa de exsudação e redução de nitrato (Okamoto & Izawa, 1963).

Entretanto, a influência da adubação potássica nem sempre tem sido observada (Silva *et al.*, 1999 e Silva *et al.*, 2001). Por outro lado, alguns pesquisadores acreditam que a aplicação deste nutriente ativa alguns sistemas enzimáticos envolvidos na produção de curcumina, oleoresina e óleos essenciais (Goto, 1993).

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou encontrar a(s) melhor(es) combinação(ões) das doses de nitrogênio e potássio que proporcione(m) a maior produtividade de rizomas.

## MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi conduzido no período de 18/11/1999 a 18/07/2000, no campo experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV-UNESP, no município de Jaboticabal-SP, localizada à latitude Sul de 21°15'22" e longitude Oeste de 48°18'58" e altitude de 595 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Koppen, caracterizado como subtropical temperado, com temperatura média anual próxima de 22,6°C.

O solo do local experimental (classificado como sendo um Oxissol), foi calcareado, sendo, posteriormente, aplicado à lanço em área total, o Superfosfato Simples na dose de 360 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,

como fonte de fósforo, anteriormente à implantação da cultura. A análise do solo feita após a aplicação do calcário, na camada de 0 a 20 cm, apresentou um pH em  $\text{CaCl}_2$  de 5,6 e  $23 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  de matéria orgânica, além de 88 e  $0,23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  de P-resina e boro, respectivamente. Os níveis de K, Ca, Mg, H+Al foram, respectivamente, 1,3; 42; 14 e  $38 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  e a CTC igual a  $22,79 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , com um V equivalente a 72%.

Foram plantados rizomas-primários, uniformes quanto ao tamanho, e com peso médio de 4,26 g, multiplicados na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal. O plantio foi realizado quando os rizomas estavam no início da brotação, sinal característico de quebra de dormência. Utilizaram-se fileiras duplas, em canteiros feitos com encanteiradora tratorizada. O espaçamento utilizado foi de 1,00 m entrelinhas duplas por 0,60 m entre linhas simples por 0,30 m entre plantas na linha de plantio, correspondendo a  $0,24 \text{ m}^2$  por planta, totalizando 41.666 plantas por ha. Colocou-se um único rizoma por cova, a uma profundidade de 3 a 4 centímetros. Cada unidade experimental foi constituída por uma única linha dupla de plantas, com 6,30 m de comprimento (21 plantas por linha simples ou 42 plantas por parcela), sendo a bordadura, uma das duas linhas simples de cada parcela.

As capinas foram realizadas semanalmente no período inicial de desenvolvimento das plantas e quando alcançaram porte mais elevado, foram quinzenais.

A irrigação foi feita por gotejamento, diariamente, no período inicial do desenvolvimento das plantas, até o início do perfilhamento, com uma lâmina de 10 mm. Após a fase inicial, as irrigações foram feitas a cada dois dias, utilizando-se a mesma quantidade da fase anterior.

O experimento foi instalado sob delineamento de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos num fatorial  $5 \times 5$ , com três repetições, ocupando uma área de  $907,2 \text{ m}^2$ . Os fatores avaliados foram: doses de N (0, 68, 136, 170 e  $204 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e doses de  $\text{K}_2\text{O}$  (0, 92, 184, 230 e  $276 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), respectivamente, nas formas de uréia e cloreto de potássio, aplicados em solo úmido. Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste F e, havendo diferença significativa entre eles, foram realizadas as análises de regressão.

As doses de nitrogênio e potássio foram parceladas em cinco vezes, com intervalo mensal de aplicação, iniciada 30 dias após o plantio. Para a realização das adubações em cobertura, foram abertas pequenas covas próximas às plantas, com aproximadamente 3 cm de profundidade, para receberem os fertilizantes recobrimdo-se logo em seguida, a fim de evitar a perda de nitrogênio por volatilização, conforme recomendações de Coutinho

*et al.* (1993).

Durante o período experimental, foram realizadas cinco coletas de plantas (60, 120, 180, 210 e 240 dias após o plantio) para mensuração da altura da planta-mãe e perfilhos (cm) e área foliar, em  $\text{cm}^2$  por planta (planta-mãe e perfilhos). Esta última foi calculada a partir de medidas lineares do limbo foliar da planta-mãe e dos perfilhos, pela equação de  $AF = 4,533 + 0,626x$  (comprimento x largura), expressa em centímetros (Cecílio Filho *et al.*, 1999). Foram avaliados também, o peso da massa seca da parte aérea ( $\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$ ); número de folhas e de perfilhos; peso da massa seca e fresca dos rizomas ( $\text{g} \cdot \text{planta}^{-1}$ ) (planta mãe e perfilhos). Foi considerado como planta-cova, o somatório da planta-mãe e perfilhos. Em cada coleta, foram retiradas de cada parcela três plantas, deixando-se a primeira planta subsequente, como bordadura entre a coleta anterior e a próxima.

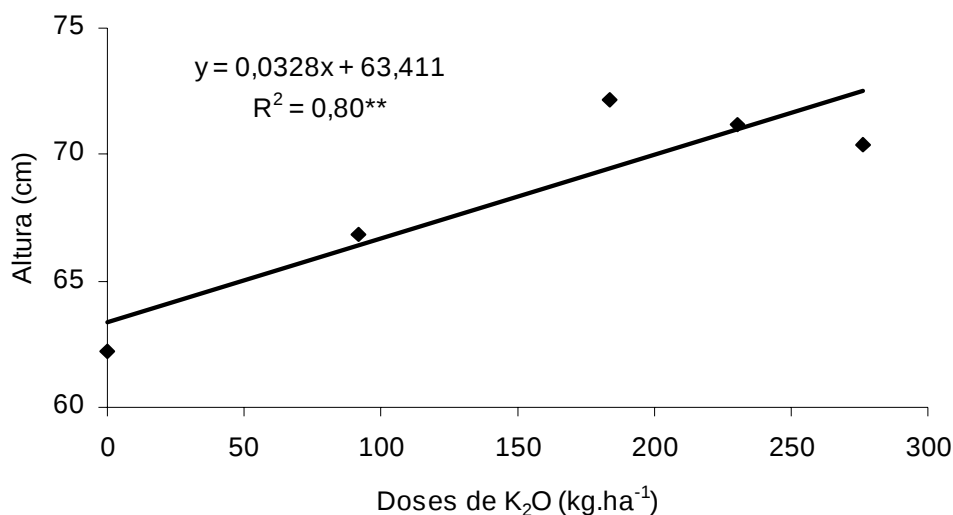
A colheita final do experimento foi realizada no dia 18/07/2000, coletando-se seis plantas por parcela. Os rizomas foram pesados logo após lavagem em água corrente.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

As características correspondentes ao desenvolvimento vegetativo das plantas (altura de plantas, área foliar, número de folhas e de perfilhos e massa seca da parte aérea) foram avaliadas até 180 dias após o plantio dos rizomas no campo. A partir desta data, as plantas iniciaram a senescência, fato que ocorreu de forma generalizada para todos os tratamentos.

Houve efeito significativo ( $p < 0,01$ , teste F) somente do fator 'Dose de Potássio' sobre a altura da planta-mãe, não sendo observado efeito de doses e interação de potássio e nitrogênio para a altura de perfilhos. Maiores alturas da cúrcuma foram obtidas com o incremento da fertilização potássica (Figura 1). Os valores observados para altura da cúrcuma encontram-se próximos aos verificados por Cecílio Filho (1996), 64 cm, e Menezes Junior (2000), quando estudou a influência da cobertura morta no desenvolvimento da cúrcuma, encontrando uma altura média de 79 cm, e bastante superiores aos obtidos por Goto (1993), estimado em 44,8 cm, e próximos aos valores encontrados em lavouras comerciais, cerca de 70 cm, de Mara Rosa-GO.

Para número de folhas dos perfilhos e da planta-cova (somatório da planta-mãe e perfilhos), houve interação significativa ( $p < 0,01$ , pelo teste F) entre os fatores doses de N e K, não sendo verificada interação para o número de folhas na planta-mãe. O número de folhas de perfilhos aumentou linearmente com o incremento nas doses de nitrogênio, para os tratamentos sem a aplicação de K ou na dose aplicada de  $92 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Para as demais doses



**FIGURA 1-** Altura (cm) da planta-mãe de cúrcuma, em função das doses de K<sub>2</sub>O aplicadas ao solo.

de potássio avaliadas, não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, na resposta da planta às doses de nitrogênio aplicadas (Figura 2).

Foi observado para a planta-cova resposta à aplicação de nitrogênio ( $p < 0,05$ , teste F), somente para os tratamentos sem aplicação de potássio, com um aumento linear do número de folhas da planta-cova com o aumento das doses de nitrogênio ( $Y = 3,7689 + 0,0064 X$ ,  $R^2 = 0,43^*$ ).

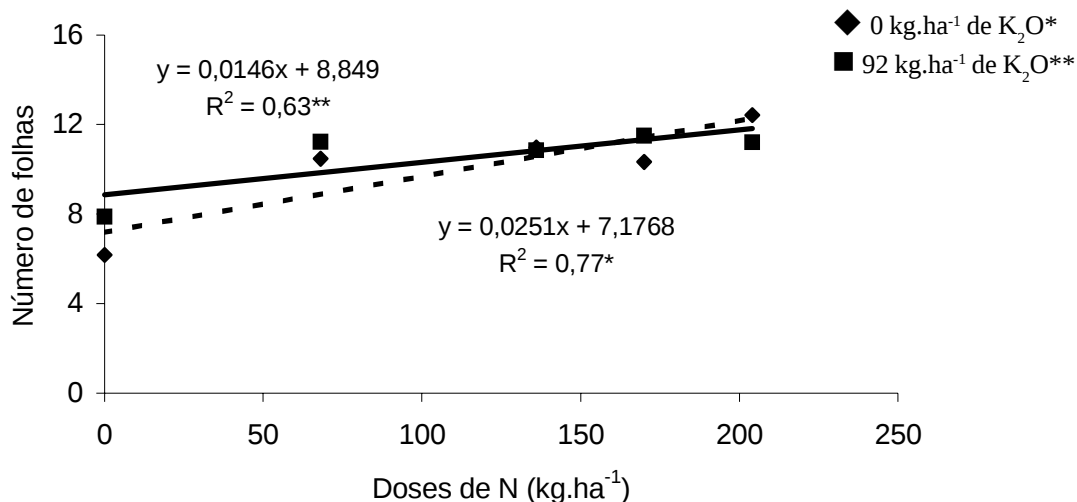
Efeito significativo ( $p < 0,05$ , teste F) do fator 'Dose de Potássio' foi observado sobre a área foliar de perfilhos e de planta-cova. Não houve efeito dos fatores isoladamente ou em interação sobre área foliar da planta-mãe.

Aumentos lineares nas áreas foliares de perfilhos e da planta-cova foram observados mediante incremento na dose de potássio, alcançando

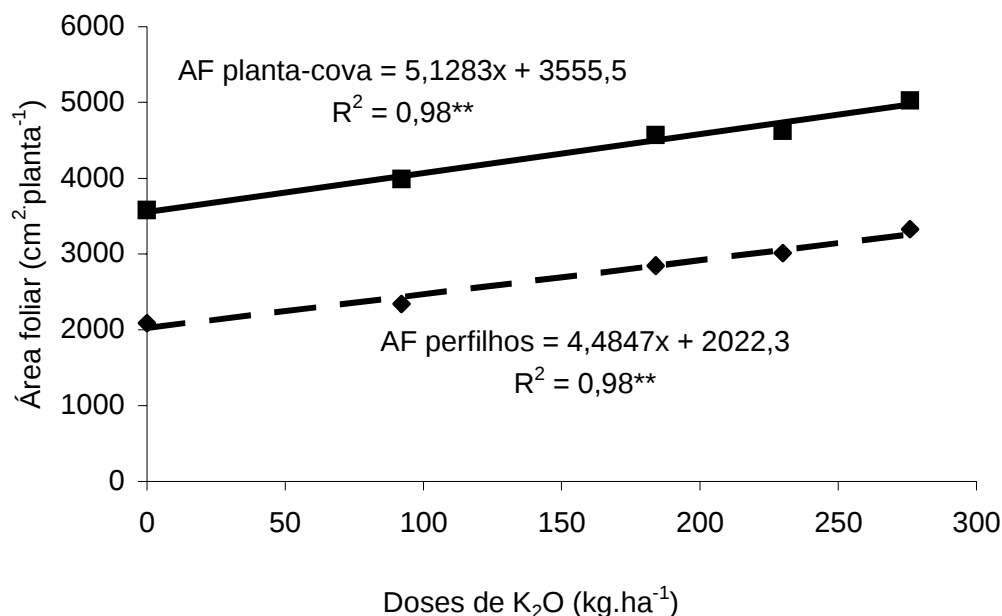
respectivamente, 3260 e 4971 cm<sup>2</sup> por planta, na dose de 276 kg de K<sub>2</sub>O por hectare (Figura 3).

Para massa seca da parte aérea (MSPA) de perfilhos e da planta-cova, foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ , teste F) também do fator 'Dose de Potássio', não sendo verificado efeito significativo dos fatores isoladamente ou em interação com o N, sobre a MSPA da planta-mãe.

O aumento observado na altura de plantas-mãe, proporcionado por maiores doses de potássio aplicadas ao solo, não teve correspondente incremento na MSPA. Por outro lado, a MSPA de perfilhos respondeu positiva e linearmente à aplicação de potássio, equivalendo-se, na maior dose do nutriente, a 66,7% da MSPA da planta-cova (mãe e perfilhos). A participação expressiva da MSPA dos perfilhos na MSPA da planta-cova é um fato também relatado por Cecílio Filho (1996), tem sido observado



**FIGURA 2-** Número de folhas de perfilhos de cúrcuma, aos 180 dias após o plantio, em função da interação doses de N e K<sub>2</sub>O.



**FIGURA 3-** Área foliar (cm² por planta), de perfilhos e planta-cova, em resposta às doses de K<sub>2</sub>O aplicadas ao solo.

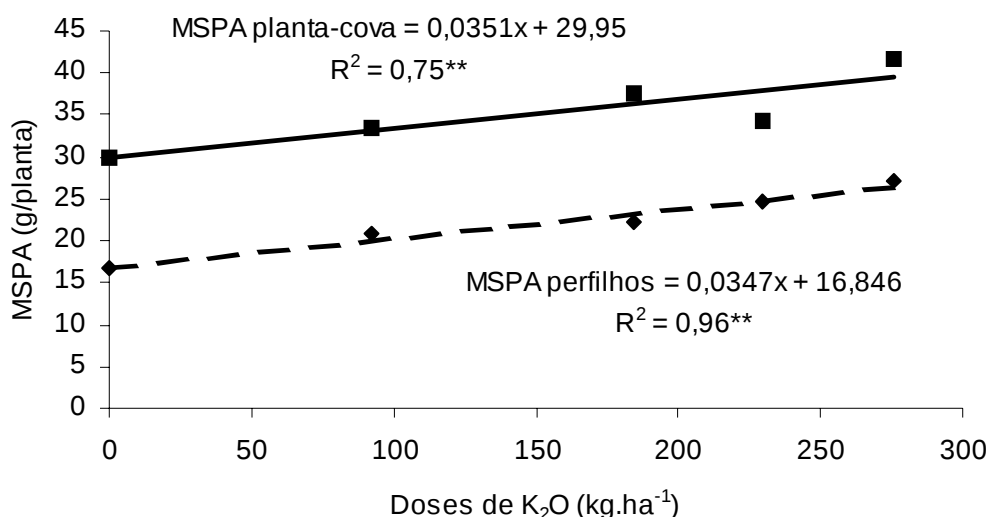
até 65 % da massa seca total da planta representada por perfilhos.

Na Figura 4, observa-se a semelhança de resposta da MSPA de perfilhos e da planta-cova à fertilização potássica.

O aumento do número de perfilhos por planta ( $Y = 3,6807 + 0,0068X$ ,  $R^2 = 0,96^{**}$ ) em resposta ao incremento do potássio aplicado, pode ser atribuído à participação do nutriente em várias atividades do processo fotossintético, contribuindo, possivelmente, para maior produção de fotossintatos, os quais são substratos para a planta acumular massa seca e maximizar seu potencial vegetativo.

Embora tenha sido observado efeito do K

como promotor das características de desenvolvimento (número de perfilhos e MSPA dos perfilhos e planta-cova), o mesmo não foi observado sobre a produção de rizomas por planta, não constatando-se diferença significativa ( $p < 0,05$ , teste F) entre as doses do nutriente. Na literatura, são observados resultados discordantes quanto à resposta da cúrcuma à fertilização potássica. Balashanmugam & Subramanian (1991) observaram benefícios sobre a produção com a aplicação de 90 kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, parceladas aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. Já Silva *et al.* (1999) e Silva *et al.* (2001), em experimentação no Brasil, não encontram diferenças significativas na produção de rizomas com o



**FIGURA 4-** Matéria seca da parte aérea (MSPA, g por planta) de perfilhos e planta-cova, em resposta às doses de K<sub>2</sub>O aplicadas ao solo.

incremento nas doses de nitrogênio e potássio, em solos do Cerrado Goiano, com parcelamento das doses de N e K ou aplicação total no plantio.

A média obtida para os tratamentos foi de 289 gramas de rizomas por planta, o equivalente a 12.056 kg.ha<sup>-1</sup>, produtividade superior à média brasileira (6 t.ha<sup>-1</sup>), porém inferior à obtida por Cecílio Filho (1996), em estudo de época de plantio e espaçamento. Um dos fatores que pode ter sido determinante na diferença de produtividade destes trabalhos é o sistema de plantio. Cecílio Filho (1996) cultivou a cúrcuma em leiras, enquanto neste trabalho, o plantio foi realizado sobre canteiros, que parece dificultar o crescimento dos rizomas, uma vez que houve um rápido nivelamento do terreno em consequência das precipitações ocorridas durante a estação chuvosa, promovendo um adensamento do solo com o tempo de cultivo.

Dentre algumas condições que podem ter contribuído para não externar incremento produtivo em função das doses de K e N, o grande número de parcelamentos, pode ter sido uma delas. A última aplicação de N e K foi realizada ao final de abril, quando as plantas já estavam iniciando o processo de senescência, sugerindo, portanto, a possibilidade de no máximo quatro coberturas (30, 60, 90 e 120 dias após o plantio).

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BALASHANMUGAM, P.V., CHEZHIAN, N. Effect of differential application of nitrogen on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa*). **Madras Agricultural Journal**, v.73, n.8, p.439-442, 1988.
- BALASHANMUGAM, P.V., SUBRAMANIAN, K.S. Effect of application of potassium on turmeric. **South Indian Horticulture**, v.39, n.3, p.139-42, 1991.
- CECÍLIO FILHO, A.B. **Época e densidade de plantio sobre a fenologia e o rendimento da cúrcuma (*Curcuma longa* L.)**. 1996. 100f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CECÍLIO FILHO, A.B.C., MAY, A., BRANCO, R.B.F. *et al.* Estimativa da área foliar da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) à partir de medidas lineares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Resumos...**Tubarão, 1999, p.281.
- CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das plantas exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926, v.1, p.20-2.
- COUTINHO, E.L.M., NATALE, W., SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E., CASTELLANE, P.D., CRUZ, M.C.P. (Coord.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Editora Potafós, 1993. p.85-148.
- DUARTE, R.D., BOVI, O.A., MAIA, N.B. Corantes - Programa de pesquisa do Instituto Agrônomo de Campinas. In: SEMINÁRIO DE CORANTES NATURAIS PARA ALIMENTOS, 1., Campinas, 1989. **Resumos...**Campinas: ITAL, 1989. p.45-53.
- GOTO, R. **Épocas de plantio, adubação fosfatada e unidades térmicas em cultura de açafrão (*Curcuma longa* L.)**. 1993. 93f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric-chemistry, technology and quality. **CRC - Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.12, n.3, p.199-301, 1980.
- JANSON, S.L. Potassium requirements of root crops. In: CONGRESS POTASSIUM RESEARCH REVIEW AND TRENDS, 11., 1978, Bern. **Proceedings...** Bern: International Potash Institute, 1978. p.276-82.
- LOUÉ, A. The interaction of potassium with other growth factors, particularly with other nutrients. In: CONGRESS POTASSIUM RESEARCH REVIEW AND TRENDS, 11., 1978, Bern. **Proceedings...**Bern: International Potash Institute, 1978. p.407-34.
- MAIA, N.B., BOVI, O.A., DUARTE, F.R. *et al.* Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de *Curcuma longa* L. (Cúrcuma). **Bragantia**, v.54, n.1, p.33-7, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1990. 674p.
- MARTINS, M.C., RUSIG, O. Cúrcuma - um corante natural, **Boletim SBCTA**, v.26, n.1, p.53-65, 1992.
- MENEZES JUNIOR, A. **Produtividade de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) em função de tipos de rizomas-"semente" e cobertura morta**. 2000. 55f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- OKAMOTO, S., IZAWA, G. Effect of mineral nutrition on metabolic change induced in crop plant roots. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.9, n.3, p.8-13, 1963.
- RAO, M.R., REDDY, V.R. Effects of different levels on N, P e K on yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). **Journal Plantation Crops**, v.5, n.1, p.60-3, 1977.
- SHAH, H.A, MUTHUSWAMI, S. Studies on the influence of nitrogen on the yield and yield components of turmeric (*Curcuma longa* L.). **Indian Cocoa, Arecanut & Spices Journal**, v.5, n.1, p.9-10, 1981.
- SHASHIDHAR, T.R., SULKERI, G.S., GASTI, V.D.

- Correlation studies in turmeric (*Curcuma longa* L.). **Journal of Agricultural Sciences**, v.31, n.3, p.217-20, 1997a.
- SHASHIDHAR, T.R., SULKERI, G.S., GASTI, V.D. Effect of different spacing and N levels on growth attributes and the dry matter production of turmeric (*C. longa* L.). **Journal Agricultural Sciences**, v.31, n.3, p.225-9, 1997b.
- SILVA, G. Açafrão – o ouro da cozinha. **Globo Rural**, n.110, p.38-43, 1994.
- SILVA, N.F., SONNENBERG, P.E., BORGES, J.D. Crescimento e produção de açafrão (*Curcuma longa* L.) em função da adubação mineral e população de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 34., 1999, Tubarão. **Anais...**Tubarão: SBO, 1999, p.327 (Resumo nº 353).
- SILVA, N.F., NASCIMENTO, J.L., ROLIM, H.M.V. *et al.* Produção de cúrcuma em função de irrigação e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, suplemento, jul. 2001, CD ROM.
- SINGH, T., YADAV, J.D., SINGH, S.B. *et al.* Effect of nitrogen levels and planting materials on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). **Progressive Horticulture**, v.19, p.93-6, 1988.
- TAYDE, G.S., DESHMUKH, V.D. Yield of turmeric as influenced by planting material and nitrogen levels. **PKV-Research Journal**, v.10, n.1, p.63-5, 1986.
- TRANI, P.E., FORNASIER, J.B., LISBÃO, R.S. Nutrição e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M.E., CASTELLANE, P.D., CRUZ, M.C.P. (Coord.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Editora Potafós, 1993, p.429-46.
- UMETE, M.G., LATCHANNA, A, BIDGIRE, U.S. Growth and yield of turmeric varieties as influenced by varying levels of nitrogen. **Indian Cocoa, Arecanut & Spices Journal**, v.8, n.2, p.23-57, 1984.