

Julho e Agosto de 1980

VOL. XXVII**N.º 152****Viçosa — Minas Gerais****UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**ADUBAÇÃO NPK DO TABACO (*Nicotiana tabacum*)
NUM SOLO DA ZONA DA MATA, MINAS
GERAIS: II — CONTEÚDO DE
COMPOSTOS ORGÂNICOS
NAS FOLHAS^{1/}**

Francisco Dias Nogueira ^{2/}
Roberto Ferreira de Novais ^{3/}
José Carlos E. O. Begazo ^{4/}

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a fisiologia e a nutrição do tabaco, conduzidos por GARNER (7), permitiram concluir que maiores suprimentos de nitrogênio tendem a aumentar o teor de nicotina e que os fatores mais importantes, dos quais depende a síntese de nicotina, são a hereditariiedade, a prática cultural conhecida como «capação» e a remoção das gemas laterais («desolha»). Trabalhos semelhantes, realizados por DAWSON (5), MANN *et alii* (11), McCANTS e LONG (13), TSO *et alii* (17, 18), WOLTZ *et alii* (20) e WOLTS (21), confirmaram as respostas obtidas por GARNER (7) e acrescentaram que o teor de nicotina é diretamente relacionado com o teor de cálcio e inversamente relacionado com o teor de fósforo.

^{1/} Recebido para publicação em 30-04-1979.

^{2/} Departamento de Agricultura — ESAL, 37200 Lavras, MG.

^{3/} Departamento de Solos — U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Fitotecnia — U.F.V., 36570 Viçosa, MG.

Em estudos alusivos a constituintes orgânicos do tabaco, TSO *et alii* (17) concluíram que a síntese de alcalóides não dependia simplesmente do teor de nitrogênio total na planta, mas também do aumento de ramificações do sistema radicular, onde ocorria maior síntese desses compostos. Nesse aspecto, TSO *et alii* (18) concluíram que plantas estéreis, fisiologicamente emasculadas («capadas») por deficiência de cálcio e boro, não expandiam o sistema radicular; consequentemente, não havia maior síntese de alcalóides, quando comparadas com plantas manualmente «capadas».

Pelos trabalhos de AKEHURST (1), BOWLING e BROWN (3), HIATT (10), McCANTS e WOLTZ (12) não se verificou influência do potássio sobre compostos orgânicos. Porém, esses pesquisadores concluíram que uma aparente relação negativa entre fertilização potássica e nicotina é interpretada como um efeito de diluição de alcalóides pela maior produção de folhas.

Observações feitas por WOLTZ *et alii* (20), em folhas curadas, colhidas em experimentos de campo, mostraram correlação positiva entre teores de nicotina e cálcio nas folhas.

Em estudos desenvolvidos por TSO *et alii* (17), observou-se que a deficiência de magnésio ocasionou baixos teores de nicotina e pequeno efeito sobre açúcares. Entretanto, nas pesquisas realizadas por WOLTZ *et alii* (20) e WOLTZ (21) não se verificou correlação significativa entre os teores de magnésio e os teores de nicotina ou açúcar.

De acordo com VESSELINOV e GYUZELEY (22), os carboidratos solúveis exercem influência mais favorável sobre o sabor do tabaco. Em pesquisas realizadas com o objetivo de estabelecer relações entre compostos orgânicos, AKEHURST (1), COLLINS *et alii* (4) e McCANTS (14) concluíram que o conteúdo de compostos nitrogenados correlacionou-se negativamente com os carboidratos solúveis, dando ênfase à alta correlação negativa entre compostos nitrogenados e açúcares redutores.

Estudos desenvolvidos por TSO *et alii* (17) e TSO e SOROKIN (19) mostraram altas concentrações de açúcar em plantas não «capadas» com deficiência de potássio e cálcio. Concentração mais elevada de açúcar foi encontrada em plantas não «capadas» com deficiência de nitrogênio. Trabalho similar, conduzido por WOLTZ *et alii* (20), mostrou que o teor de açúcar correlacionou-se inversamente com os teores de fósforo e cloro; potássio, cálcio e magnésio não alteraram de maneira significativa o teor de açúcar.

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adubação NPK sobre compostos orgânicos nas folhas de uma variedade fina de tabaco, para a produção de «capa» para charutos, para maior ou menor obtenção da presença desses compostos, de acordo com a demanda do mercado consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quatro doses de nitrogênio — 0, 60, 120 e 180 kg de N/ha — na forma de sulfato de amônio; três doses de P₂O₅ — 0, 80 e 160 kg/ha — na forma de superfosfato triplo, e três doses de K₂O — 0, 90 e 180 kg/ha — na forma de sulfato de potássio, foram combinadas em 10 tratamentos e aplicadas num experimento de campo. Ao variar as doses de um nutriente, os outros dois foram fixados na segunda dose testada.

O experimento foi instalado num Podzólico Vermelho-Amarelo Cámbico, fase

terraço, que foi amostrado e caracterizado química e fisicamente (15).

A variedade testada foi a 'Chinês n. 1', selecionada na extinta Estação Experimental de Rio Pomba, Minas Gerais. A composição química de amostras dessa variedade, não submetidas à fermentação ativa, foi determinada, em 1971, pela Cia. de Cigarros Souza Cruz (Quadro 1). Quando emitiram 4 a 6 folhas, mudas com raízes nuas foram transplantadas para o experimento, no espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras.

As plantas foram «capadas» quando emitiram o botão floral, antes da abertura das flores.

QUADRO 1 - Composição química da variedade 'Chinês'

Identificação (folhas)	% N Total	% Alc. Totais	% Açúc. Redutores	Açúcar/ Alcalóides	Nitrogênio/ Alcalóides
"Baixeiras" (X)	3,51	1,16	7,49	6,46	3,03
"Meeiras" (C)	3,72	1,16	12,79	11,03	3,21
"Ponteiras" (T)	3,91	0,80	12,01	15,01	4,89

Amostragem de folhas para as análises químicas foi feita mediante sorteio de 4 plantas da área útil da parcela, segundo GRIZZARD *et alii* (9).

Os compostos orgânicos analisados e estudados foram: alcalóides totais, açúcares redutores e açúcares totais, estudando-se ainda a relação nitrogênio/alcalóides. As análises desses compostos foram feitas pelo Departamento de Pesquisas da Cia. de Cigarros Souza Cruz, segundo o método de GAINES (6), no laboratório localizado em Rio Negro, Paraná, onde foi feita também a determinação de nitrogênio.

Maiores detalhes sobre os materiais e métodos utilizados encontram-se no trabalho de NOGUEIRA *et alii* (15).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração de Alcalóides Totais nas Folhas

Os tratamentos exerceram efeitos significativos, ao nível de 1%, sobre a concentração de alcalóides nas três posições de folhas, aumentando das folhas «baixeiras» para as «ponteiras» ($X < C < T$) (Quadro 2).

Nas folhas «baixeiras», a análise de regressão mostrou efeitos quadráticos, significativos ao nível de 1%, dos nutrientes nitrogênio (positivo) e potássio (negativo) (Figura 1). Pela equação de regressão, a concentração máxima de alcalóides nessa classe de folhas — 0,83% — foi obtida com a aplicação de 157 kg de N/ha e zero de K, uma vez que o conteúdo desse composto decresceu com a fertilização

QUADRO 2 - Valores médios das concentrações de compostos orgânicos e da relação nitrogênio/alcaloides em folhas de tabaco, para os diferentes tratamentos NPK testados.

kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Tratamentos			Alcaloides Totais			Açúcares Redutores			Açúcares Totais			Nitrogênio			Rel.			Nitrogênio		
							X	C	T	X	C	T	X	C	T	%	X	C	T	X	C	T	Alcaloides	
							%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	X	C	T	X	C	T		
0	80	90	0,26	0,75	0,83	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	1,1	6,64	3,85	4,14										
60	80	90	0,54	1,06	1,73	0,3	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	6,18	3,79	3,10										
120	80	90	0,68	1,27	1,66	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	5,44	2,97	3,16										
180	80	90	0,61	1,62	1,44	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	6,25	2,92	3,93										
60	0	90	0,46	1,79	1,05	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	6,50	2,78	4,74										
60	80	90	0,45	1,55	1,58	0,3	0,4	0,5	0,4	0,7	0,7	6,84	2,56	3,12										
60	160	90	0,49	1,75	1,41	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	5,41	2,48	3,31										
60	80	0	0,68	1,45	1,43	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,9	5,37	2,83	3,74										
60	80	90	0,43	0,98	1,28	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	6,95	3,21	3,99										
60	80	180	0,56	1,42	1,74	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	5,95	2,78	3,05										
Médias				0,52	1,36	1,41	0,32	0,41	0,52	0,43	0,6	0,76	6,15	4,02	3,63									
Coef. Var. %				11,8	17,4	18,6	8,1	12,0	11,7	10,0	8,3	10,3	21,7	18,7	23,5									

X = folhas "baixeiros"

C = folhas "meeirias"

T = folhas "ponteiras"

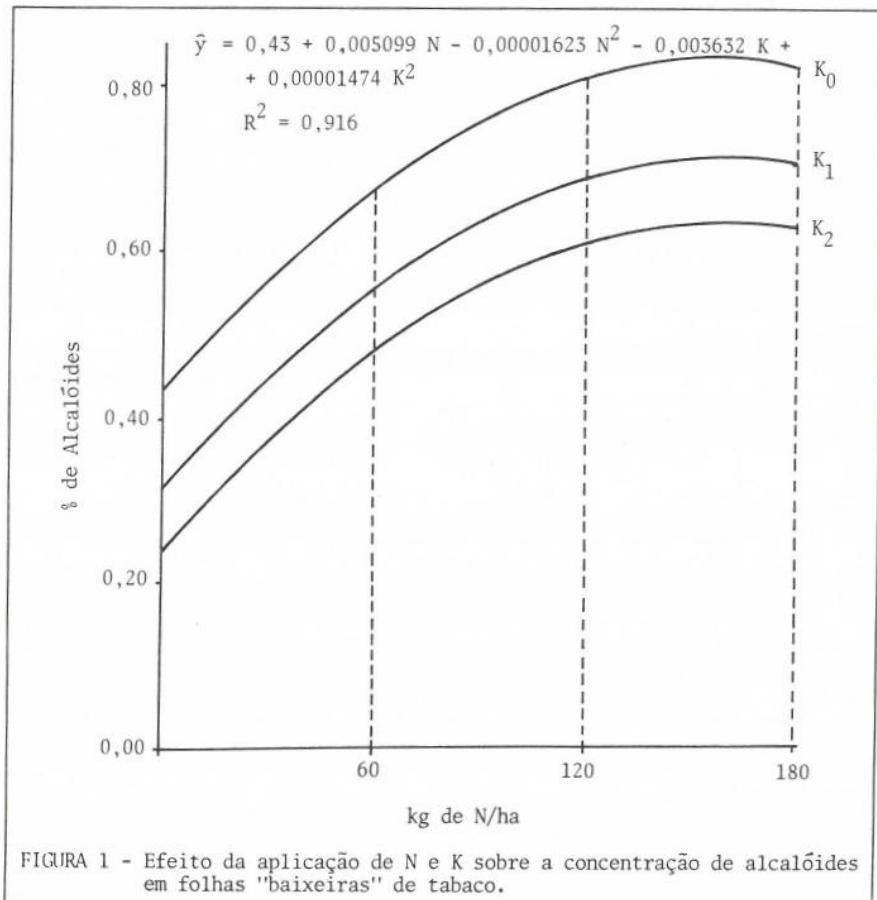


FIGURA 1 - Efeito da aplicação de N e K sobre a concentração de alcalóides em folhas "baixeiras" de tabaco.

potássica. As doses de N e de K que causaram esse valor máximo de alcalóides não determinaram a produção máxima de folhas (15). Todavia, o encontro de um ponto, calculado em 0,61%, por meio da equação de regressão, permitiu a manutenção das doses de 105 kg e 180 kg, respectivamente, de nitrogênio e K₂O, as quais determinaram condições mais favoráveis à produção, como já foi observado na análise desses dados (15).

Evidentemente, alta dose de fertilizante potássico exerceu efeito negativo sobre a concentração de alcalóides. Porém, não se pode dizer que tenha sido sobre a síntese desses compostos.

É necessário considerar que o efeito positivo do fertilizante potássico sobre área foliar, peso por unidade de área e aumento do número de folhas determina uma diluição dos alcalóides na massa foliar aumentada.

Por outro lado, práticas culturais podem também controlar número de folhas e teores de nicotina, conforme estudos realizados por GISQUET e HITIER (8).

Nas folhas «meeiras» e «ponteiras», a influência dos tratamentos, embora com alguma semelhança, não teve o mesmo comportamento que nas folhas «baixeiras». O único fertilizante que manteve influência significativa sobre a concentração de alcalóides em todas as classes ou posições de folhas foi o nitrogenado. Nas folhas «meeiras», a análise de regressão mostrou efeitos quadráticos dos fertilizan-

tes nitrogenado (positivo) e fosfatado (negativo), significativos ao nível de 1% (Figura 2). A equação de regressão determinou conteúdo máximo de alcalóides de 2,10%, quando foram aplicados 169 kg de N/ha. Entretanto, essa fertilização não seria adequada, em virtude de implicar a exclusão do fertilizante fosfatado e o aumento demasiado da concentração de nitrogênio na folha. A dose de 82 kg de P₂O₅ (mínimo) seria aceitável e, se aplicada na presença de 169 kg de nitrogênio (máximo), proporcionaria uma concentração de 1,55% de alcalóides. Uma situação mais favorável à produção (15) aparece quando se calcula a concentração de alcalóides pela equação de regressão, estabelecendo as doses de 105 kg de nitrogênio e 80 kg de P₂O₅/ha. Nesse caso, a concentração de alcalóides se reduziria apenas em 6,45%. Há, portanto, benefício para a qualidade quando se diminui a relação nitrogênio/alcalóides.

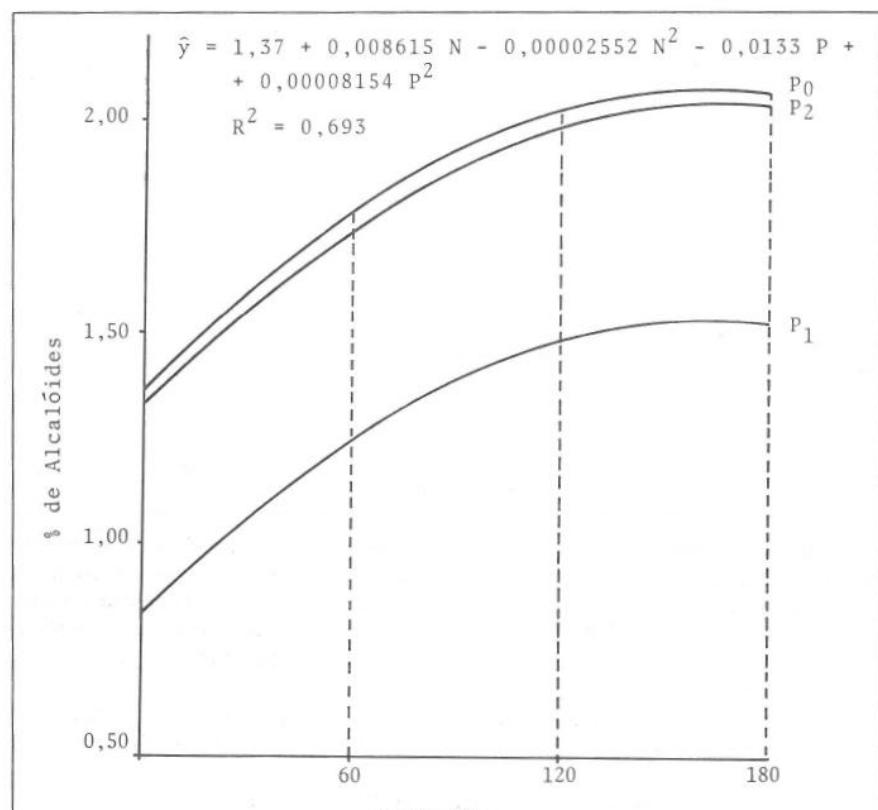


FIGURA 2 - Efeito da aplicação de N e P sobre a concentração de alcalóides em folhas "mecíreas" do tabaco.

Nas folhas «ponteiras», a análise de regressão revelou efeito quadrático (positivo) do fertilizante nitrogenado sobre a concentração de alcalóides, significativo ao nível de 1% (Figura 3). A concentração máxima estimada de alcalóide nas fo-

lhas «ponteiras» — 1,66% — foi obtida com a aplicação de 119 kg de N/ha. Porém, ao reduzir-se essa dose para 105 kg de nitrogênio/ha (dose mais favorável à produção), a percentagem de nitrogênio seria de 1,65%, valor que, praticamente, não difere do anterior.

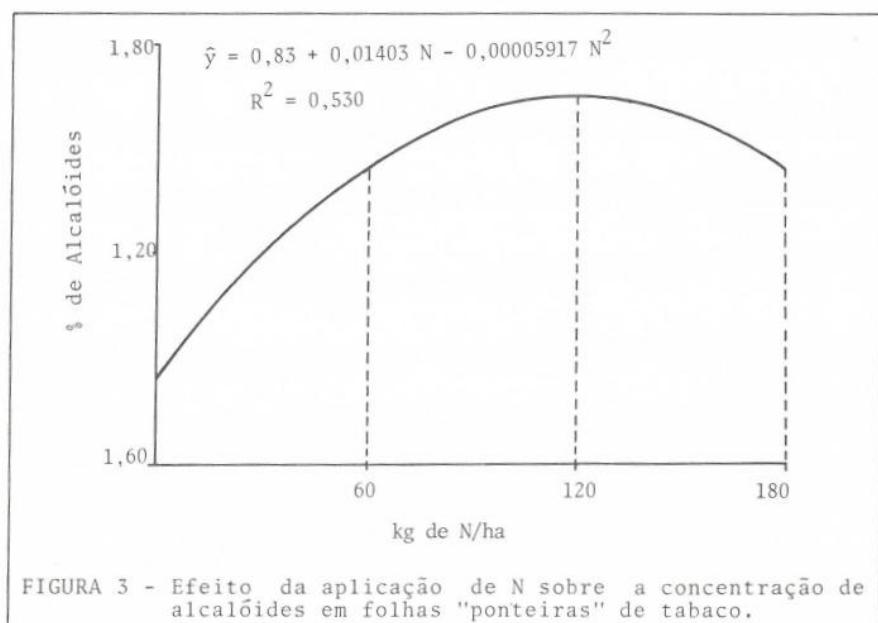


FIGURA 3 - Efeito da aplicação de N sobre a concentração de alcaloides em folhas "ponteiras" de tabaco.

3.2. Concentração de Açúcares

Nenhum efeito significativo dos tratamentos sobre as concentrações de açúcares redutores foi observado pela análise de variância.

Foram detectados efeitos dos tratamentos sobre os teores totais de açúcares nas classes de folhas «baixeiras», «meeiras» e «ponteiras» (Quadro 2).

Pela análise de regressão, houve efeito quadrático (positivo) do fertilizante nitrogenado, significativo ao nível de 1%, sobre a concentração de açúcares totais em folhas «baixeiras» (Figura 4). De acordo com o cálculo do ponto máximo, é possível elevar a concentração de açúcar até 0,6% com a dose de 85 kg de N/ha. Não se devem esperar altas concentrações de açúcar em folhas submetidas ao processo de fermentação ativa, sendo o baixo teor de açúcares característica peculiar dos tabacos fermentados para aplicação na indústria de charutos.

Nas folhas «meeiras», houve efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração de açúcares totais, embora os dados obtidos tendam a igualar-se, em consequência da fermentação ativa. A equação de regressão ajustada foi a seguinte:

$$\hat{Y} = 0,68 + 0,0005469 N - 0,00000564 N^2 - 0,001562 K + 0,000005592 K^2 \\ (R^2 = 0,482)$$

Nas folhas «ponteiras», houve comportamento diferente, tendo a análise de re-

gressão mostrado efeitos quadráticos e negativos dos fertilizantes nitrogenado e potássico, significativos a 1 e 5%, respectivamente (Figura 5).

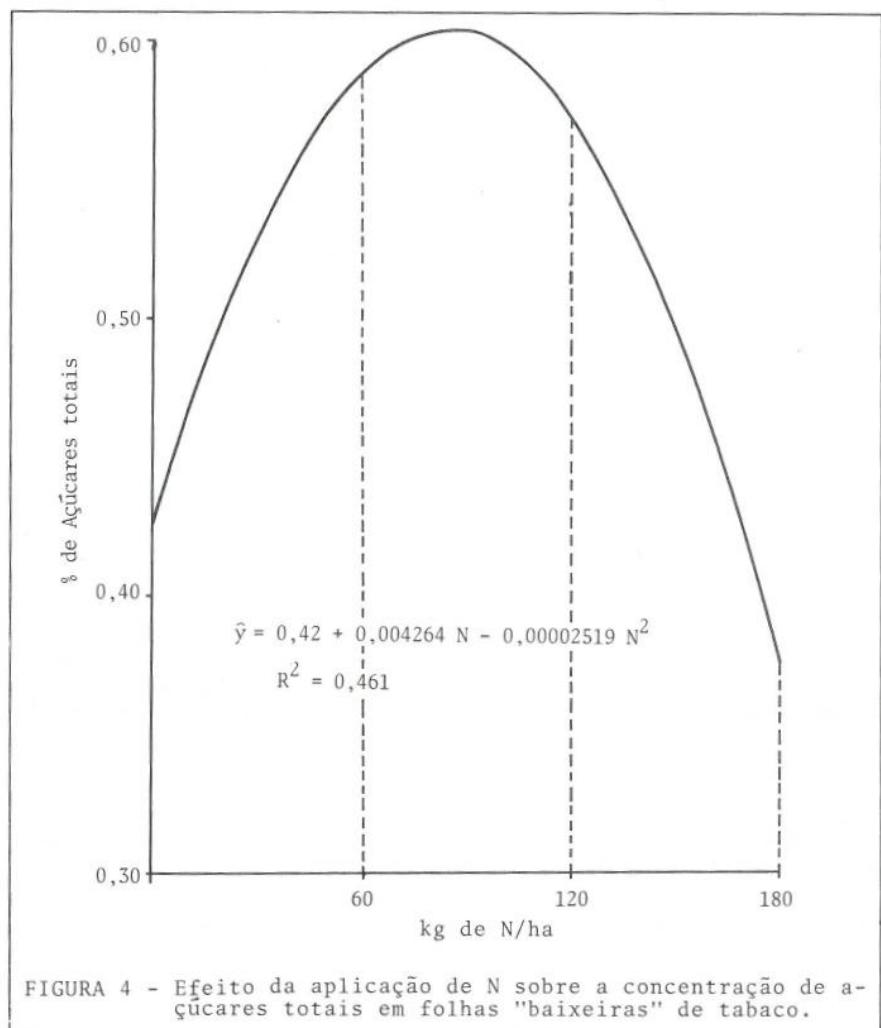


FIGURA 4 - Efeito da aplicação de N sobre a concentração de açúcares totais em folhas "baixeiras" de tabaco.

De acordo com as análises foliares, observa-se que, na ausência do fertilizante nitrogenado, houve menor concentração de nitrogênio — 3,44% (resultados apresentados por BEGAZO *et alii* 2) — e maior concentração de açúcar total, da ordem de 1,1% (Quadro 2). Resultados semelhantes foram obtidos por WOLTZ *et alii* (20), que encontraram correlação negativa entre teor de nitrogênio e concentração de açúcar no tecido.

A superfície ajustada (Figura 5) passa por um mínimo de 0,55%, para doses de 122 kg de N e 148 kg de K₂O. Redução do fertilizante nitrogenado para 105 kg e elevação da dose do fertilizante potássico até a dose máxima testada, 180 kg de K₂O/ha, aumentarão o teor de açúcar em apenas 0,02%, sendo esse o ajustamento recomendado se forem considerados os aspectos de produção (15).

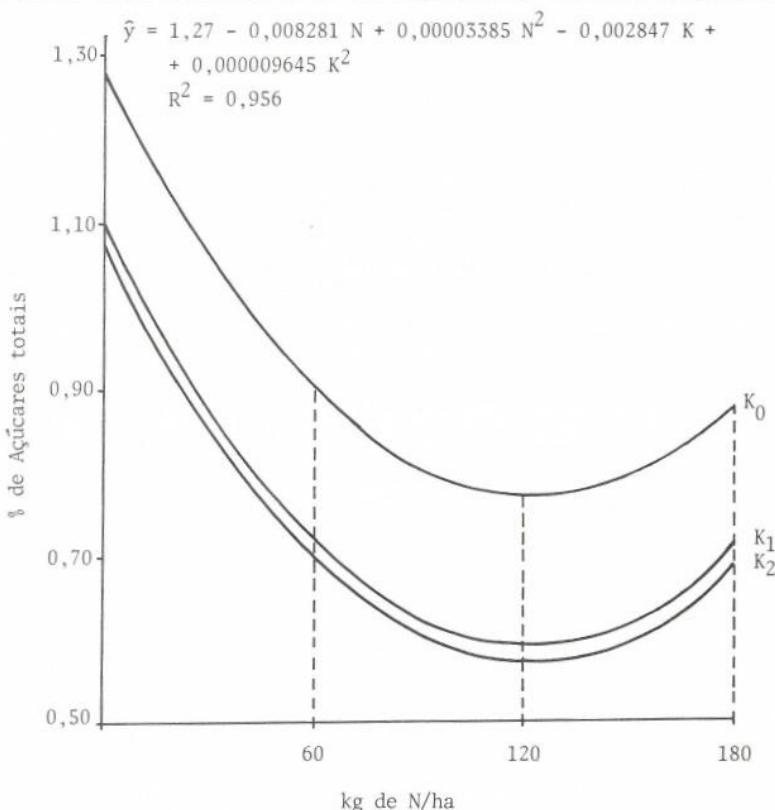


FIGURA 5 - Efeito da aplicação de N e K sobre a concentração de açúcares totais em folhas "ponteiras" de tabaco.

3.3. Relação Nitrogênio/Alcalóides

A análise de variância dos dados não mostrou efeito significativo dos fertilizantes sobre a relação nitrogênio/alcalóides. Essa relação decresce das folhas «baixeiras» para as «ponteiras» (Quadro 2). Quanto ao aspecto degustativo e aromático, para a categoria de tabacos escuros, as folhas «ponteiras» são melhores, mas acontece, freqüentemente, que o aspecto físico das folhas «meeiras» e sua composição mineral reúnem atributos mais adequados à folha «capeira».

Quanto à relação nitrogênio/alcalóides, deve-se considerar ainda que a indústria e o comércio preferem folhas cuja relação seja menor, prevalecendo a igualdade de outras características.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Num experimento de campo foi testado o efeito de dez tratamentos NPK sobre o conteúdo de compostos orgânicos — alcalóides totais, açúcares redutores,

açúcares totais e relação nitrogênio/alcalóides — em folhas da variedade de tabaco 'Chinês n. 1', utilizada na produção de capa de charuto.

Os tratamentos foram obtidos pela combinação de quatro doses de N — 0, 60, 120 e 180 kg/ha; três doses de P₂O₅ — 0, 80 e 160 kg/ha — na forma de superfosfato triplo, e três doses de K₂O — 0, 90 e 180 kg/ha — na forma de sulfato de potássio. Ao variar as doses de um nutriente, fixaram-se os outros dois na segunda dose testada.

A concentração de alcalóides aumentou das folhas «baixeiras» para as «ponteiras». A concentração máxima estimada de alcalóides nas folhas «baixeiras» — 0,83% — foi obtida com a dose de 157 kg de N/ha, na ausência da fertilização potássica, uma vez que esta exerceu efeito depressivo sobre a concentração desse composto orgânico, provavelmente pelo efeito de diluição.

Nas folhas «meeiras» e «ponteiras», novamente a fertilização nitrogenada exerceu efeito positivo e significativo sobre a concentração de alcalóides. As concentrações máximas estimadas foram de 2,10%, nas folhas «meeiras», e de 1,66%, nas folhas «ponteiras», obtidas com as aplicações de 169 e 119 kg de N/ha, respectivamente.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração de açúcares redutores nas folhas.

A concentração de açúcares totais nas folhas «ponteiras» sofreu de maneira intensa o efeito negativo da fertilização nitrogenada. Esse resultado confirma a correlação negativa entre nitrogênio e açúcares totais nas folhas, mas positiva entre o nitrogênio e a concentração de alcalóides, como foi observado.

Os fertilizantes testados não alteraram significativamente a relação N/alcalóides, embora ela decrescesse das folhas «baixeiras» para as «ponteiras».

Os resultados sugerem que maior qualidade do produto, intimamente relacionada com o conteúdo mineral das folhas, é obtida, em solo cultivado, com uma fertilização em torno de 105, 80, e 180/kg ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

5. SUMMARY

Using the tobacco variety 'Chinês n. 1' a variety grown for its yield of cigar wrapper, the effects of 10 NPK treatments were tested under field conditions at Rio Pomba, Minas Gerais. The responses measured were: total alkaloids, reducing and total sugars, and N/alkaloid ratio.

The treatments were obtained by the combination of four rates of N — 0,60, 120 and 180 kg/ha — as ammonium sulfate; three rates of P₂O₅ — 0,80 and 160 kg/ha — as concentrated superphosphate; and, three rates of K₂O — 0,90 and 180 kg/ha — as potassium sulfate. As the rates of one nutrient varied the other two were fixed at the second rate tested.

The concentration of alkaloids increased from the leaves of the basal stalk position to those of top stalk position.

The estimated maximum concentration of alkaloids in leaves of the basal stalk position — 0,83% — was obtained with the rate of 157 kg of N/ha, in the absence of the K fertilization since this presented a negative effect on the concentration of this compound, probably due to a dilution effect.

N fertilization had a significant effect on the concentration of alkaloids in the leaves of the middle and top positions. The estimated maximum concentrations were 2,10% in the middle leaves and 1,66% in the top leaves. These concentration were obtained with rates of 169 and 119 kg of N/ha, respectively.

There was no significant effect of the treatments on the concentration of reducing sugars in the leaves.

The concentration of total sugars in the top leaves decreased with N fertilization. This result confirms the negative correlation between N and total sugars in the leaves and the positive correlation between N and the alkaloid concentration, as observed.

The treatments did not significantly affect the N/alkaloid ratio, although this ratio decreased from the basal leaves to the top leaves.

The results suggest that a higher quality product, closely related to the mineral contents of the leaves, is obtained, in the soil tested, with a fertilization of 105 — 80 — 180 kg/ha of N, P₂O₅ and K₂O, respectively.

6. LITERATURA CITADA

1. AKEHURST, B.C. *Tobacco*. London, Longman Group Limited, 1970. 551 p.
2. BEGAZO, J.C.E.O., NOVAIS, R.F. & NOGUEIRA, F.D. Adubação NPK do tabaco (*Nicotiana tabacum*) num solo da Zona da Mata, Minas Gerais: III — Composição mineral das folhas. *Rev. Ceres* (Entregue para publicação).
3. BOWLING, J.D. & BROWN, D.E. *Role of potash in growth and nutrition of Maryland tobacco*. Washington, USDA, 1947. 60 p. (Tech. Bull. 933).
4. COLLINS, W.K., JONES, G.L., WEYBREW, J.A. & MATZINGER, D.F. Comparative chemical and physical composition of flue-cured tobacco varieties. *Crop Sci.* 1(6):407-411. 1961.
5. DAWSON, R.F. Biosynthesis of Nicotiana alkaloids. *Am. Scient.* 48(3):321-340, 1960.
6. GAINES, T.P. *Chemical methods of tobacco plant analysis*. University of Georgia, Col. Agric. Exp. Stn., 1971. 62 p. (Research Report 97).
7. GARNER, W.W. Some aspects of the physiology and nutrition of tobacco. *J. Amer. Soc. Agron.* 31(5):459-471. 1939.
8. GISQUET, P. & HITIER, H. *La production du tabac*. Paris, J.B. Baillière et Fils, 1951. 434 p.
9. GRIZZARD, A.L., DAVIS, H.R. & KANGAS, L.R. The time and rate of nutrient absorption by flue-cured tobacco. *J. Amer. Soc. Agron.* 34(4):327-339. 1942.
10. HIATT, A.J. Varietal differences in potassium uptake by excised roots of *Nicotiana tabacum*. *Plant and Soil* 18(2):273-276. 1963.
11. MANN, T.J., MATZINGER, D.F. & WEYBREW, J.A. Nicotine and sugar contents of Mammoth flue-cured tobacco varieties. *Agron. J.* 52(6):350-352. 1960.
12. McCANTS, C.B. & WOLTS, W.G. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Adv. Agron.* 19:211-265. 1967.
13. McCANTS, C.B. & LONG, F.S. *Influence of the time of nitrogen application on the growth characteristic of flue-cured tobacco*. Raleigh, N.C. Exp. Stn., 1971. 36 p. (Bull. 201).

14. McCANTS, C.B. Availability characteristics of and plant response to nitrogen sources. *Agron. J.* 61(3):353-357. 1969.
15. NOGUEIRA, F.D., NOVAIS, R.F. & BEGAZO, J.C.E.O. Adubação NPK do tabaco (*Nicotiana tabacum*) num solo da Zona da Mata, Minas Gerais: I — Componentes da produção. *Rev. Ceres* (Entregue para publicação).
16. SOLT, M.L. Nicotine production and growth of tobacco scions on tomato rootstocks. *Plant Physiol.* 32(5):484-490. 1957.
17. TSO, T.C., McMURTRY Jr. J.E. & SOROKIN, T. Mineral deficiency & organic constituents in tobacco plants. I — Alkaloids, sugars, & organic acids. *Plant Physiol.* 35(6):860-864. 1960.
18. TSO, T.C., McMURTRY Jr. J.E. & JEFREY, R.N. Mineral deficiency & organic constituents in tobacco plants. III — Plant growth & alkaloid contents related to gradual development of calcium or boron deficiency symptoms. *Plant Physiol.* 37(6):804-808. 1962.
19. TSO, T.C. & SOROKIN, T.P. Sugar and organic acid contents related to gradual development of calcium and boron deficiency symptoms in tobacco plants. *Tobacco Sci.* 7:7-11. 1963.
20. WOLTZ, W.G., REID, W.A. & COLWELL, W.E. Sugar and nicotine in cured bright tobacco as related to mineral element composition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 13:385-387. 1948.
21. WOLTZ, W.G. *Some effects of topping and suckering flue-cured tobacco*. Raleigh, N.C. Agric. Exp. Stn., 1955. 24 p. (Tech. Bull. 106).
22. VESSELINOV, M. & GYUZELEV, L. Bulgarian tobacco strains from commercial and technological viewpoints. In: *Tobacco Symposium Plovdiv*. Sofia, Bulgaria State Economic Corporation «Bulgartabac», 1965. 103 p.