

CONCENTRAÇÃO E EXTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELA  
CULTURA DO FUMO (*Nicotiana tabacum* L.) VAR. GOIANINHO\*

Homenagem a Universidade de São Paulo pelo seus 50 anos

A.V.R. Acosta\*\*  
H.P. Haag\*\*\*  
A.R. Dechen\*\*\*  
A. de A. Veiga\*\*\*\*  
J.C. Sabino\*\*\*\*

*RESUMO*

Com o objetivo de determinar:

- . Curva de crescimento da planta;
- . Concentração e acumulação de nutrientes pela cultura em função de idade;
- . Exportação de nutrientes através das folhas.

Foi instalado um experimento de campo na Estação Experimental de Tietê, loca-

---

\* Parte da dissertação apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP - pelo primeiro autor. Entregue para publicação em 30/05/1984.

\*\* Universidade Centro-Ocidental "Lisandro Alvarado" Venezuela.

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

\*\*\*\* Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo - Estação Experimental de Tietê, SP.

lizado em um solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Lara sem o emprego de fertilizantes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. Amostragem de plantas foram efetuadas 12, 24, 48, 60 e 72 dias após o transplante. Os autores observaram que a maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorreu próximo aos 48 dias após o transplante. As concentrações mínimas dos nutrientes ocorreram próximo ao período de máximo acúmulo de matéria seca. O acúmulo máximo de matéria seca e de nutrientes ocorreu aos 72 dias após o transplante. As quantidades totais de nutrientes absorvidos pela cultura obedeceram a seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu. A exportação de nutrientes pelas folhas obedeceram a seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu.

## INTRODUÇÃO

O fumo em folha ganhou o mercado externo e deu ao Brasil, no fim do século XVII a condição de maior produtor mundial. Na atualidade, o Brasil ocupa o quinto lugar na lista dos maiores produtores, só perdendo para os Estados Unidos, China, Índia e União Soviética (ABIFUMO, 1981/1983). O Brasil, em pouco menos de duas décadas aumentou suas exportações de 30 mil para 500 milhões, e ostenta a segunda posição na ponta das exportações mundiais de fumo. O país apresentou crescimento em termos de área cultivada e, sendo como mencionado anteriormente, o quinto maior produtor mundial, sua produtividade, ocupa o vigésimo terceiro lugar, com 1.324 quilos por hecta

re. Os valores de maior produtividade no Brasil foi obtida no Paraná, com 1.756 kg/ha, enquanto a menor se encontra em Alagoas com 756 kg/ha (IBGE, 1982).

Sendo o Brasil um dos maiores produtores e exportador de fumo, as pesquisas nesta cultura deverão ser orientadas no sentido da obten o de melhoria de produtividade, considerando a posi o do Brasil, de vigésimo terceiro país no contexto mundial, abaixo, inclusive, de países sem tradi o em seu cultivo. Apesar da posi o de destaque que o Brasil ocupa não existem trabalhos de pesquisa analisando a retirada de nutrientes pela cultura durante o seu ciclo.

Visando a obten o de dados relacionados   nutri o mineral do fumo, instalou-se um ensaio no campo, para se determinar os seguintes parâmetros:

- . a curva de crescimento da planta;
- . a acumula o de nutrientes pelas plantas em fun o da idade;
- . a exporta o de nutrientes através de folhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido na Esta o Experimental de Tietê. O solo   classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, varia o Laras. A análise química da camada arável   apresentada na Tabela 1.

A sementeira foi feita no dia 28/01/1983, num canteiro de 20 m<sup>2</sup> e aos 70 dias fez-se o transplante das mudas para o campo. A  rea cultivada foi de 2.000 m<sup>2</sup>, sendo o espaçamento entre linhas 120 e 60 cm entre covas.

Tabela 1. Análise Química da Camada Arável (30 cm) do solo da área experimental.

Matéria Orgânica (%)	pH	Teor trocável em meg/100 TFSA			ppm	
		Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	P
4,8	5,7	-	4,1	1,3	190	26

Aos 12 dias após o transplante foi realizada a primeira amostragem e daí foram retiradas a intervalos de 12 dias, até 14/06/1983. Cada amostragem constou de um número variável de plantas, dependendo do desenvolvimento da cultura, a partir da sexta amostragem, devido ao tamanho das plantas, retirou-se somente uma planta por amostra.

Em cada amostragem, eram retiradas ao caso as plantas correspondentes às quatro repetições, sempre entre plantas competitivas. As plantas eram cortadas rentes ao solo e separadas em caule e folhas. As partes das plantas foram lavadas com água destilada e desmineralizada, segundo recomendações de SARRUGE e HAAG (1974). Secas em estufa com circulação forçada de ar a 85° C até atingir peso constante, quando determinou-se o peso da matéria seca. Procedeu-se a análise química de acordo com os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1974). O delineamento estatístico utilizado nos ensaios de casa de vegetação e de campo foi inteiramente casualizado com quatro repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Crescimento

A figura 1 contém as equações de regressão referentes ao peso da matéria seca das folhas, caules e da parte aérea da planta do fumo.

Observa-se que o acúmulo de matéria seca, tanto da folha como do caule, foi lenta até aproximadamente os 36 dias após o transplante. Após este período há um rápido crescimento até atingir um ponto de máximo acúmulo aos 72 dias, período em que se inicia a floração. O período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca é aos 48 dias quando há um acentuado acréscimo. O acúmulo máximo de matéria seca da parte aérea foi de 183 mg/planta (3.038 kg/ha, com 16.600 planta/ha) valores próximos aos encontrados por McCANTS e WOLTZ (1967) (3.875 kg/ha) para a variedade Coker 187, e RAPER e McCANTS (1966) (3.700 kg/ha). O acúmulo máximo ocorreu aos 72 dias e é semelhante ao obtido por RAPER e McCANTS (1966) cujo acúmulo até a décima terceira semana continuou crescente.

### Concentração de Macronutrientes

#### Nitrogênio

As concentrações de nitrogênio com as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acha-se na figura 2. Verifica-se nas folhas, que a concentração de nitrogênio aumenta até os 48 dias após o transplante decrescendo em seguida. Para o caule houve um aumento no início do desenvolvimento até os 24 dias decrescendo levemente até a última amostragem.

Estes resultados mostram que há uma absorção de nitrogênio mais acentuada no início, não existindo neste

$$\bar{Y}_1 = -22,147 + 2916542x - 0,102491x^2 + 0,001410x^3$$

$$\bar{Y}_2 = 9,438 - 0,972332x + 0,028396x^2$$

$$\bar{Y}_3 = -18,547 + 2,521178x - 9,316186x \cdot 10^{-2} + 1,111017x \cdot 10^{-3}x^3$$

$$R^2 = 99,58\%$$

$$R^2 = 98,10\%$$

$$R^2 = 99,83\%$$

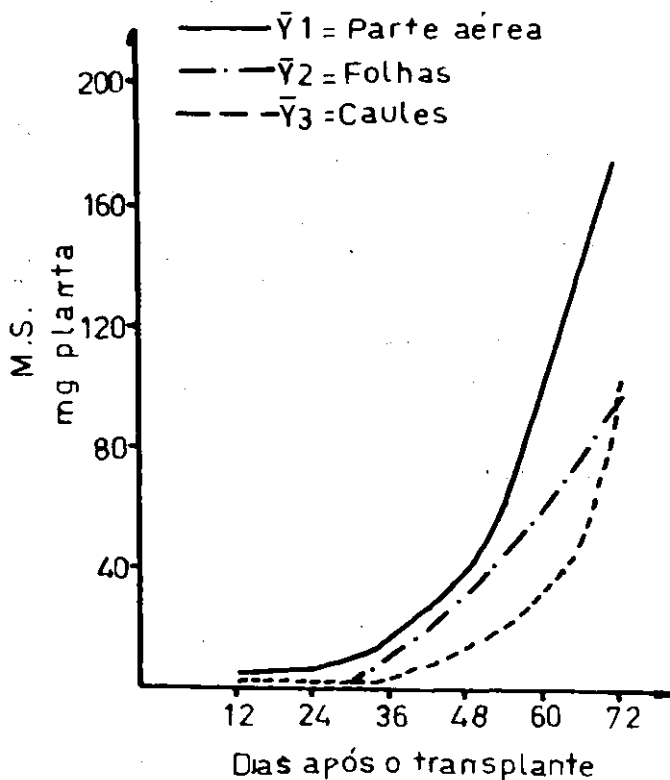


Figura 1. Acúmulo de matéria seca da parte aérea, folhas e caules do fumo em função da idade da planta.

$$\bar{Y}_1 = 3,47 - 3,937996 \times 10^{-2}x + 2,977431 \times 10^{-3}x^2 - 3,520448 \times 10^{-5}x^3$$

$$\bar{Y}_2 = 0,69 + 1,245172 \times 10^{-1}x - 3,095445 \times 10^{-3}x^2 + 2,069669 \times 10^{-5}x^3$$

$$R^2 = 98,88\%$$

$$R^2 = 90,52\%$$

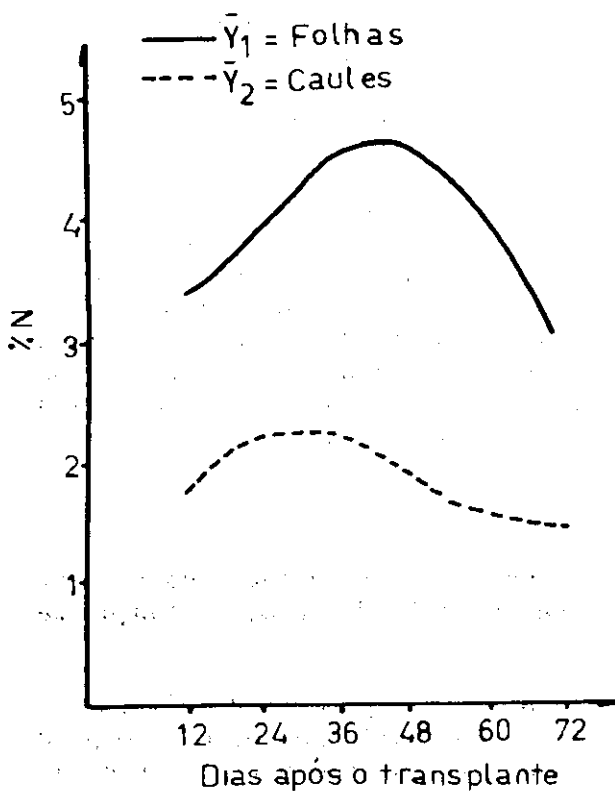


Figura 2. Concentração de nitrogênio nas folhas e caules do fumo em função da idade da planta.

período o efeito de diluição pois a matéria seca das folhas aumenta, aumentando também, a concentração. No caule esta absorção aumenta do início até os 24 dias, havendo, portanto, um efeito de diluição pois a medida que aumenta o acúmulo de matéria seca (figura 1) diminui a concentração. No período onde ocorre mais velocidade de acúmulo de matéria seca (48 dias), a concentração de nitrogênio atinge seu ponto de máximo com um valor de 4,6%, indicando ser essa, provavelmente, a época de maior necessidade do nutriente onde então se fará uma reposição de nitrogênio caso a concentração esteja abaixo do nível considerado suficiente. Conforme vários autores, o nível adequado se acha entre 3,0 e 3,4% de N (CIBES e SAMUELS, 1957; PETERSON, 1964; GOROSTIAGA, 1966), inferior ao encontrado neste trabalho, conforme se verifica na figura 3, o acúmulo de nitrogênio nas folhas, atinge um ponto de máximo aos 65 dias não acompanhando o acúmulo de matéria seca que é máximo aos 72 dias. Esse comportamento se deve ao decréscimo que é concentração deste nutriente que diminui dos 48 dias até a última amostragem (figura 2). Entretanto, o acúmulo de nitrogênio na parte aérea toda cresce linearmente da primeira à última amostragem, indicando que o fumo acumula o nutriente do início ao final do ciclo. O caule também concentra linearmente, porém, bem menos que as folhas.

### Fósforo

A figura 4 mostra os resultados da concentração de fósforo nas folhas e caule do fumo, em função da idade da planta.

Observa-se que há um pequeno decréscimo na concentração no início do desenvolvimento, com um ponto de inflexão, tanto para a folha como para o caule, aos 37 dias após o transplante, atingindo uma máxima concentração em ambos aos 52 dias. A partir daí, a concentração de fósforo decresce acompanhando inversamente o acúmulo de matéria seca, cujo ponto de maior velocidade de acúmulo é aproximadamente aos 48 dias quando este aumenta até



$$\bar{Y}_1 = 1182,0930 + 67,1657x$$

$$R^2 = 50,09\%$$

$$\bar{Y}_2 = 1097,6917 - 146,2562x + 5,5031x^2 - 0,044468x^3$$

$$R^2 = 86,90\%$$

$$\bar{Y}_3 = 333,0617 - 26,7165x + 0,565906x^2$$

$$R^2 = 70,34\%$$

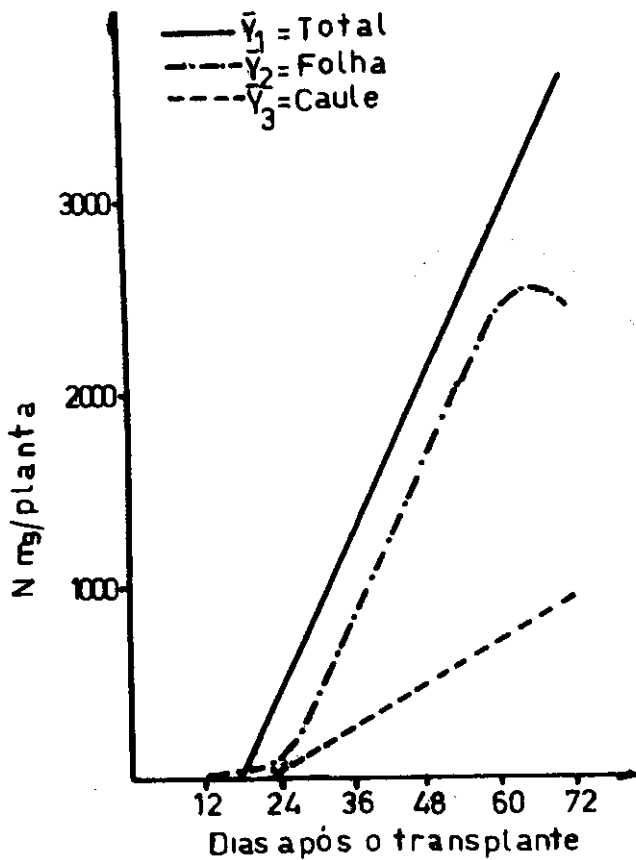


Figura 3. Acúmulo de nitrogênio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 0,36 - 1,265487 \times 10^{-2}x + 4,221042 \times 10^{-4}x^2 - 3,844249 \times 10^{-6}x^3$$

$$\bar{Y}_2 = 0,22 - 7,720458 \times 10^{-3}x + 2,520806 \times 10^{-4}x^2 - 2,266391 \times 10^{-6}x^3$$

$$R^2 = 68,4\%$$

$$R^2 = 94,5\%$$

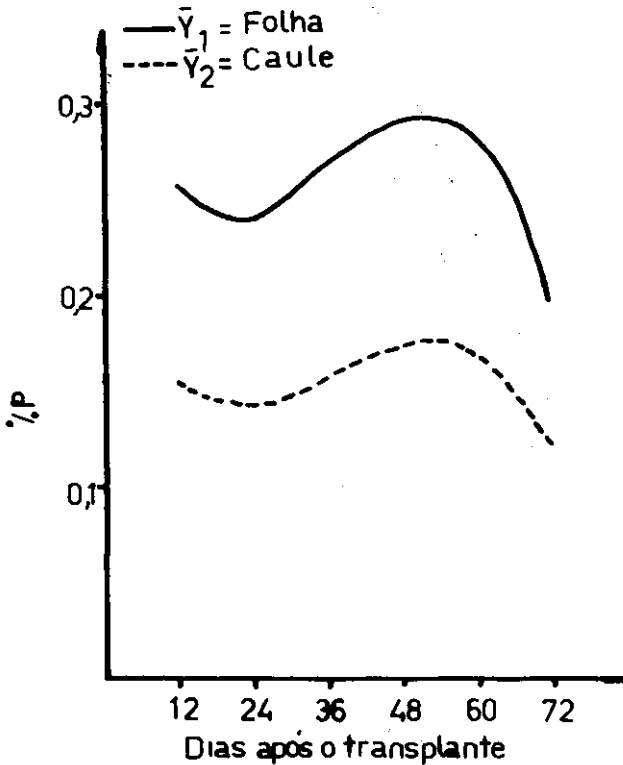


Figura 4. Concentração de fósforo nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

atingir o máximo aos 72 dias. Portanto, a partir dos 48 dias, há um decréscimo na concentração mostrando um efeito de diluição devido ao aumento da produção de matéria seca. Pode-se dizer que neste período há uma maior necessidade do nutriente sendo aproximadamente a época recomendada de diagnose foliar para o fumo, quando se obtém para as folhas, um teor de 0,30% de fósforo. Aos 48 dias, se faria uma reposição deste nutriente, caso sua concentração estivesse abaixo do nível considerado adequado. Este valor, 0,30 de P, localiza-se bem próximo do encontrado por NELSON *et alii* (1948) nas folhas (0,29%) e inferior ao citado por GOROSTIAGA (1966) de 0,35% nas folhas novas, níveis estes citados pelos autores como suficientes para o fumo.

Verifica-se na figura 5, que o acúmulo de fósforo acompanha a curva do acúmulo da matéria seca (figura 1). Nota-se que a parte aérea toda acumula fósforo muito próximo a uma linha reta, mostrando que o acúmulo deste nutriente é crescente do início ao final das amostragens. Podendo ser explicado pelo aumento na concentração nos primeiros dias da amostragem (figura 4), pois, neste período a planta deve absorver o nutriente com maior intensidade. As folhas e o caule acompanham também o acúmulo do fósforo na parte aérea.

### Potássio

Os resultados da concentração de potássio e as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acham-se na figura 6.

Observa-se que a concentração nas folhas aumenta da primeira amostragem até atingir um máximo aos 43 dias, decrescendo a partir desta época, inversamente ao acúmulo da matéria seca. No caule, a concentração decresce do início até os 24 dias, aumentando até atingir um máximo aos 53 dias e daí decrescendo novamente. Estes resultados, mostram um efeito de diluição do potássio na

$$\bar{Y}_1 = 8,5792 - 1,715908x - 0,0790448x^2$$

$$R^2 = 99,21\%$$

$$\bar{Y}_2 = 59,3583 - 7,43169x + 0,254822x^2 - 0,180794 \times 10^{-2}x^3$$

$$R^2 = 98,18\%$$

$$\bar{Y}_3 = 27,94875 - 2,537094x + 0,0520228x^2$$

$$R^2 = 98,82\%$$

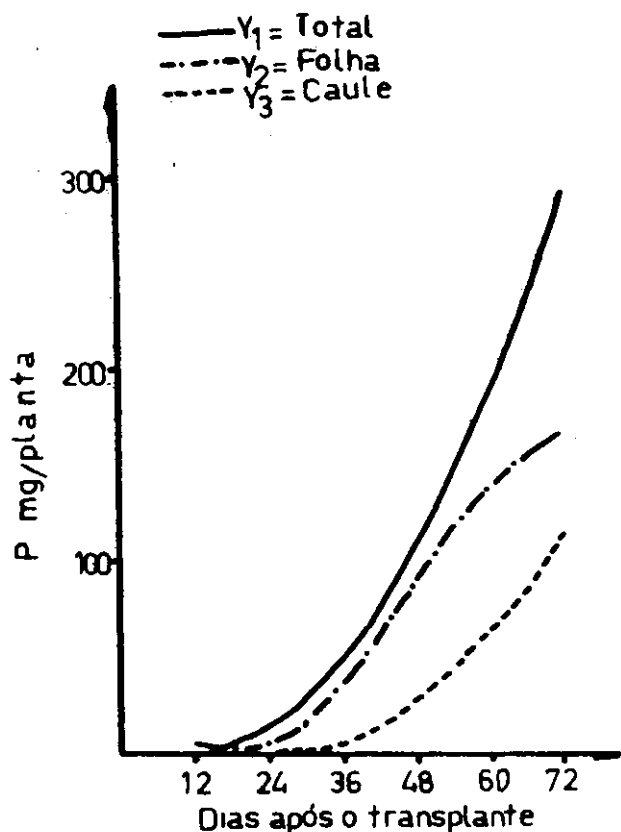


Figura 5. Acúmulo de fósforo na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 0,22 + 1,224129x - 1,4140 \times 10^{-3}x^2$$

$$\bar{Y}_2 = 0,93 - 4,164544 \times 10^{-1}x + 4,091504 \times 10^{-2}x^2 - 8,787723 \times 10^{-5}x^3$$

$$R^2 = 92,66\%$$

$$R^2 = 92,66\%$$

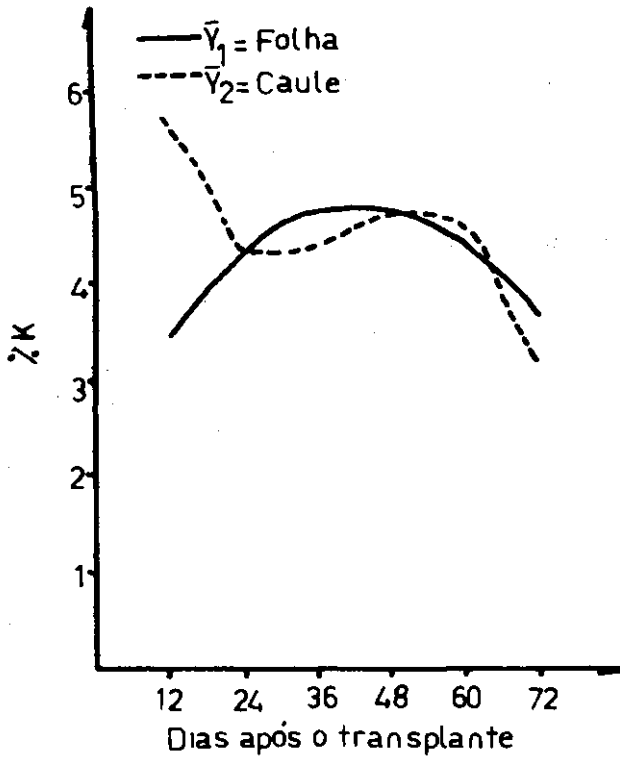


Figura 6. Concentração de potássio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

planta, a partir do período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca que é aos 48 dias, aproximadamente. Neste período, a concentração, nas folhas aos 48 dias, é de 4,8% de K, indicando ser essa a época mais indicada para diagnose foliar, pois, é quando há maior acúmulo de matéria seca sendo o período onde, provavelmente, a planta necessita mais do nutriente.

LAGATU e MAUME (1935) consideram valores de 4,37 a 5,29% de K como suficientes para o fumo, enquanto CIBES e SAMUELS (1957) encontraram um valor 3,86% de K. O valor encontrado neste trabalho acha-se de acordo com os primeiros autores e acima para os últimos.

Outros pesquisadores encontraram valores entre 1,0 e 3,0% de K, sempre inferior aos 4,8% encontrados neste trabalho (Mc EVOY, 1955; SCHIFFER, 1959; GOROSTIAGA, 1966).

A figura 7 mostra os resultados de análise do acúmulo de potássio na parte aérea da planta de fumo.

Verifica-se que o acúmulo de potássio acompanha a curva da matéria seca (figuras 1 e 7) e também é semelhante ao acúmulo de fósforo (figura 5). Este comportamento, próximo ao linear, no caso das folhas e da parte aérea toda, mostra que o acúmulo deste nutriente é crescente das primeiras às últimas amostragens, do transplante até os 48 dias, explicado pelo decréscimo na concentração de potássio até este período. O aumento linear, no acúmulo do potássio, a partir dos 24 dias pode ser explicado pelo aumento na concentração deste nutriente até os 43 dias (ponto de máximo), pois, é neste período que a planta deve absorvê-lo com maior intensidade.

### Cálcio

A figura 8 mostra os resultados obtidos da concentração de cálcio nas folhas e no caule do fumo em função da idade da planta. Verifica-se que a concentração de

$$\bar{Y}_1 = 725,7630 - 75,01679x + 2,10811x^2 \quad R^2 = 99,82\%$$

$$\bar{Y}_2 = 45,92074 - 13,44334x + 0,8139884x^2 \quad R^2 = 98,14\%$$

$$\bar{Y}_3 = 679,84225 - 61,57345x + 1,294116x^2 \quad R^2 = 98,89\%$$

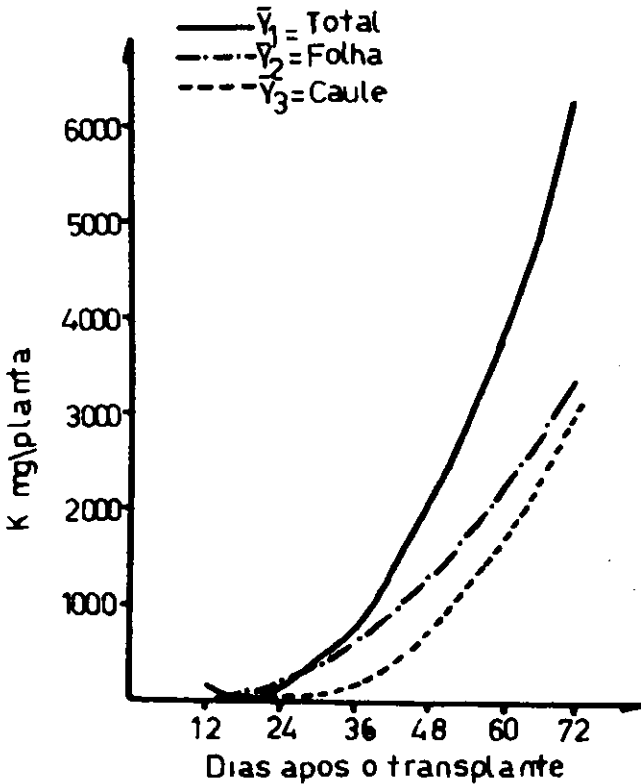


Figura 7. Acúmulo de potássio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 0,45 + 3,47238 \times 10^{-2}x - 3,844246 \times 10^{-4}x^2$$

$$\bar{Y}_2 = 0,59 - 1,686673 \times 10^{-2}x + 5,894511 \times 10^{-4}x^2 - 5,706662 \times 10^{-6}x^3$$

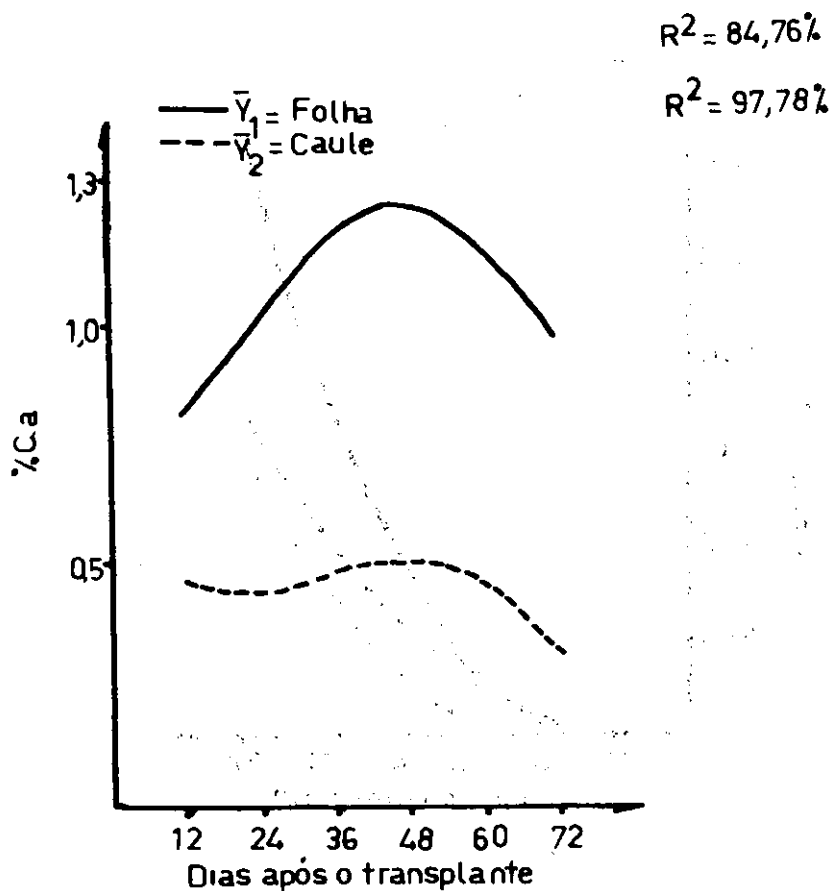


Figura 8. Concentração do cálcio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.



cálcio nas folhas aumenta do início até atingir um ponto de máximo aos 45 dias (1,24% Ca). Deste estágio em diante, a concentração decresce inversamente ao acúmulo da matéria seca (figura 1), com evidente efeito de diluição, pois, a partir dos 48 dias, o acúmulo de matéria seca atinge sua maior velocidade. Com o caule, a concentração é estável até atingir um máximo aos 49 dias e daí decrescendo inversamente ao acúmulo de matéria seca. Como ocorreu com os nutrientes já discutidos, o período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca (48 dias), coincide, aproximadamente, também com a maior concentração de cálcio. Portanto, pode-se usar este estágio de desenvolvimento para se efetuar a diagnose foliar já que deve ser quando a planta mais necessita deste nutriente. Aos 48 dias, a concentração das folhas foi de 1,24% de Ca, teor este que pode ser usado como indicador de suficiência para o fumo, porque as plantas tiveram desenvolvimento normal durante todo o ciclo. Este valor está próximo do encontrado por CIBES e SAMUELS (1957) (1,23%), GOROSTIAGA (1966) (0,98%) e Mc MURTREY (1931, 1932), que cita valores acima de 1%.

SWANBACK et alii (1933), entretanto, encontraram valores entre 3,5 e 4,0%. Observa-se, pela figura 9, que o acúmulo de cálcio acompanha a curva de acúmulo de matéria seca (figura 1) e, ainda, é semelhante ao acúmulo de fósforo e potássio (figuras 5 e 7). Nas folhas e parte aérea toda, nota-se que a partir dos 24 dias há, aproximadamente, um comportamento linear para o acúmulo de cálcio, mostrando que este nutriente também se acumula rapidamente a partir daí.

O caule, por sua vez, tem um comportamento semelhante ao da matéria seca, sendo acumulado lentamente até os 48 dias e daí atingindo o máximo aos 72 dias. Resultados semelhantes, para o acúmulo de cálcio na parte aérea do fumo, foram encontrados por RAPER e McCANTS (1966) citados por McCANTS e WOLTZ (1967).

$$\bar{Y}_1 = 38,086 - 6,87153x + 30,672216x^2 \quad R^2 = 99,72\%$$

$$\bar{Y}_2 = -23,205749 - 1,21369x + 0,183736x^2 \quad R^2 = 99,08\%$$

$$\bar{Y}_3 = 61,2920 - 5,65784x + 0,122986x^2 \quad R^2 = 98,79\%$$

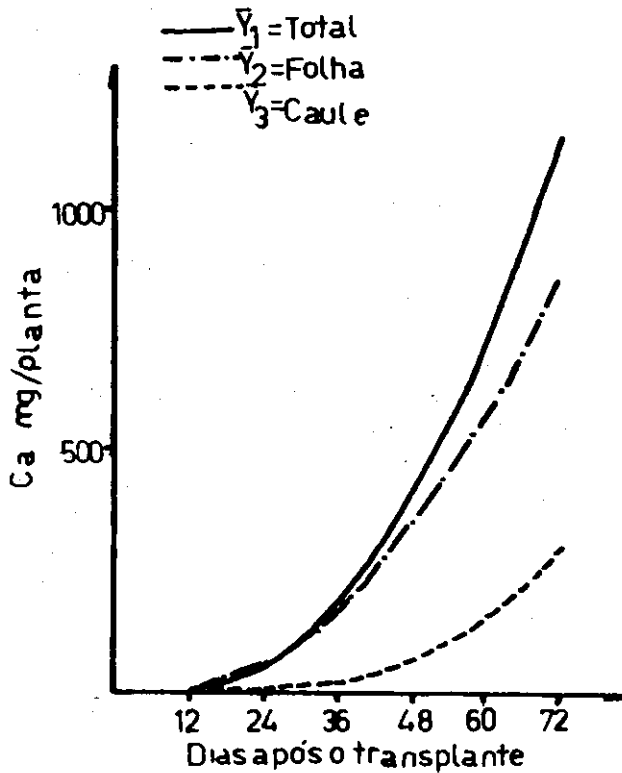


Figura 9. Acúmulo de cálcio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

## Magnésio

Os resultados da concentração de magnésio nas folhas e caule de plantas de fumo estão na figura 10. Observa-se que a concentração de magnésio, em folhas, cresce do início ao atingir um máximo aos 40 dias (0,55% de Mg), decrescendo daí até os 72 dias inversamente ao acúmulo de matéria seca (figura 1). Isso mostra o efeito de diluição pois, a partir dos 48 dias, o acúmulo de matéria seca atinge sua maior velocidade. No caule, a concentração atinge um ponto de máximo aos 54 dias (0,20% de Mg) decrescendo daí em diante no sentido inverso do acúmulo de matéria seca. A máxima concentração de magnésio coincide aproximadamente com a maior velocidade de acúmulo de matéria seca e, por isso, pode-se usar este período (48 dias) para se efetuar a diagnose foliar. A concentração nas folhas aos 48 dias foi de 0,53% de Mg, podendo ser usado como um nível considerado adequado para o fumo. GARNER et alii (1930) cita como adequado valores entre 0,18 e 0,65% nas folhas. Mc EVOY (1954), para folhas novas, encontram valores entre 0,48 e 0,98% para folhas velhas de 0,60 a 1,22%. Para as folhas, CIBES e SAMUELS (1957) citam um teor 0,78% de Mg como suficiente para o fumo. GOROSTIAGA (1966) encontrou 0,46% para folhas novas e 0,53% para folhas velhas. Portanto, o valor encontrado neste trabalho (0,53%) fica bem próximo dos parâmetros citados por estes autores. Verifica-se pela figura 11, que a curva de acúmulo de magnésio apresenta uma tendência semelhante aos demais nutrientes, isto é, acompanha o acúmulo de matéria seca (figura 1). A partir dos 24 dias aproximadamente, o acúmulo nas folhas e na parte aérea total aumenta linearmente, indicando que a partir deste período o magnésio se acumula rapidamente nas plantas. No caule, o acúmulo é bem menor que nas folhas e acompanha também a curva de matéria seca, com um acúmulo lento até 36 dias aumentando rapidamente, a partir desta época. Raper e McCants (1966), citados por McCANTS e WOLTZ (1967) mostram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

$$\bar{Y}_1 = 0,22 + 1,609747 \times 10^{-2}x - 2012029 \times 10^{-4}x^2$$

$$\bar{Y}_2 = 0,31 - 1,23253 \times 10^{-2}x + 4,161844 \times 10^{-4}x^2 - 3,589731 \times 10^{-6}x^3$$

$$R^2 = 94,28\%$$

$$R^2 = 98,51\%$$

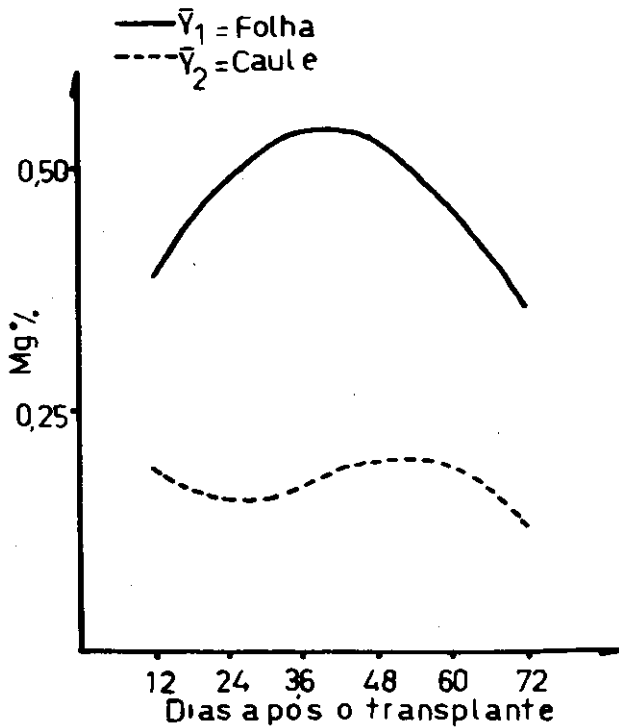


Figura 10. Concentração de magnésio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = -16,193499 - 0,173815x + 0,086687x^2 \quad R^2 = 98,94\%$$

$$\bar{Y}_2 = 81,70666 - 10,79161x + 0,396848x^2 - 0,00289607x^3 \quad R^2 = 98,94\%$$

$$\bar{Y}_3 = 28,21125 - 2,60221x + 0,0547386x^2 \quad R^2 = 98,67\%$$

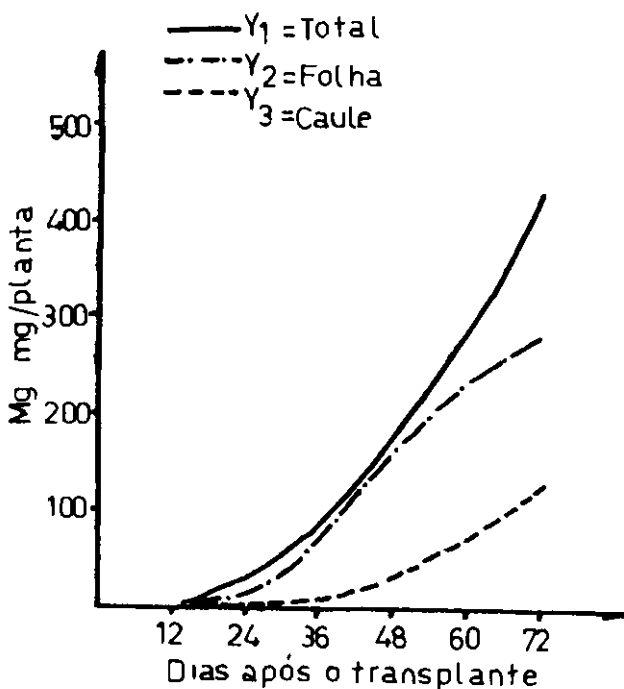


Figura 11. Acúmulo de magnésio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

### Enxofre

A figura 12 mostra os resultados referentes às concentrações de enxofre nas folhas e caule do fumo. Nas folhas, como se nota, foram utilizados os dados observados já que não houve diferenças entre as épocas de amostragem. Utilizando-se, portanto, a média das épocas, tem-se um valor de 0,23% de S. Para os caules houve um decréscimo acentuado do início até os 24 dias, aumentando daí até um máximo de 58 dias (0,20% de S). Após justamente quando há maior acúmulo de matéria seca, a concentração decresce até o final. Utilizando-se o ponto de maior velocidade de acúmulo de matéria seca (48 dias), o valor de 0,23% de S poderá ser utilizado como um nível adequado para o fumo. Valores entre 0,28 e 0,65% de S foram encontrados por vários autores como sendo adequado para o fumo (ANDERSON et alii, 1932; NEAS, 1953; WEDIN e STRUCKMEYER, 1958; CIBES e SAMUELS, 1957 e GOROSTIAGA, 1966). Somente JORDAN e BARDSLEY (1958) encontraram um valor abaixo, 0,15% de S. Verifica-se na figura 13, que o acúmulo de enxofre acompanha a curva do acúmulo de matéria seca (figura 1). Nota-se que a parte aérea toda acumula enxofre muito próximo a uma linha reta, mostrando que o acúmulo deste nutriente é crescente do início à última amostragem efetuada.

### Acúmulo de micronutrientes.

#### Boro

A figura 14 aponta os resultados analíticos, referentes às concentrações de boro, nas folhas e caule da planta do fumo, assim como as equações correspondentes. Observa-se que a concentração de boro decresce desde o início até atingir um mínimo aos 63 dias (2,55 ppm) nas folhas e aos 49 (19 ppm) nos caules. Deste período em diante, há uma estabilização na concentração de boro (fi

$Y_1 = \text{Dados observados}$

$$Y_2 = 0,45 - 2,935957 \times 10^{-2}x + 7,837991 \times 10^{-4}x^2 - 6,095143 \times 10^{-6}x^3$$

$$R^2 = 88,95\%$$

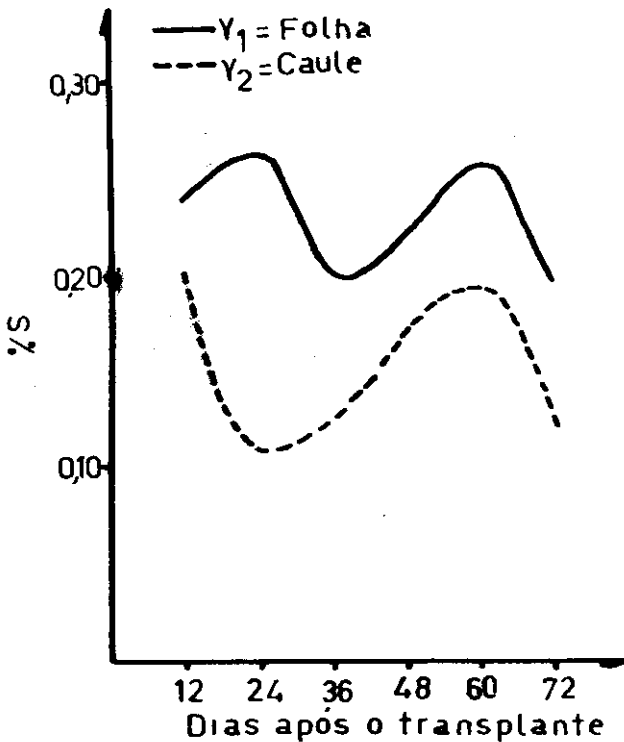


Figura 12. Concentração de enxofre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

gura 14). Este comportamento mostra que a concentração segue um sentido inverso ao acúmulo da matéria seca (figura 1), indicando claramente um efeito do nutriente na planta. No período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca, aproximadamente aos 48 dias, a concentração nas folhas foi de 28 ppm, teor este que pode ser considerado adequado para fins de diagnose foliar, já que as plantas tiveram um desenvolvimento normal. EATON (1949) cita um intervalo entre 19 a 261 ppm como teores onde a planta pode ser considerada bem suprida de boro, já *GHANDI e MEHTA (1959) citam valores de 180 ppm de boro.* Pela figura 15 verifica-se que as curvas do acúmulo de boro acompanham o acúmulo de matéria seca (figura 1). Nota-se que as folhas acumulam rapidamente a partir dos 24 dias, enquanto o caule tem a maior velocidade de acúmulo a partir dos 36 dias. Na parte aérea toda, a maior velocidade de acúmulo se inicia aos 24 dias.

### Cobre

A figura 16 aponta os resultados da análise da concentração de cobre nas folhas e caules da planta do fumo. A concentração de cobre (figura 16) decresce linearmente, tanto nas folhas como no caule. Entretanto, aos 24 dias, há uma estabilização, após a qual, no caule, aumenta a concentração aos 48 dias, decrescendo até o final do ciclo. Nas folhas decresce até os 36 dias, mantendo-se estável até os 48 dias, baixando rapidamente até o final do ciclo.

Na figura 1, nota-se que a matéria seca acumula-se lentamente, até os 36 dias aumentando após este período, o que se explica ao decréscimo na concentração de cobre por efeito de diluição. Aos 48 dias, maior velocidade de acúmulo da matéria seca, o teor de cobre foi de 9,29 ppm nível este que pode ser usado como indicador do bom estado nutricional da planta. Os resultados do acúmulo de cobre na planta de fumo acham-se na figura 17. Observa-se que até os 60 dias após o transplante o acúmulo de



$$\bar{Y}_1 = 28,73224 - 3,2383x + 9,606118x^2 \quad R^2 = 99,55\%$$

$$\bar{Y}_2 = 3,14325 - 0,803697x + 0,0442196x^2 \quad R^2 = 99,15\%$$

$$\bar{Y}_3 = 25,5890 - 2,434604x + 0,051841x^2 \quad R^2 = 97,22\%$$

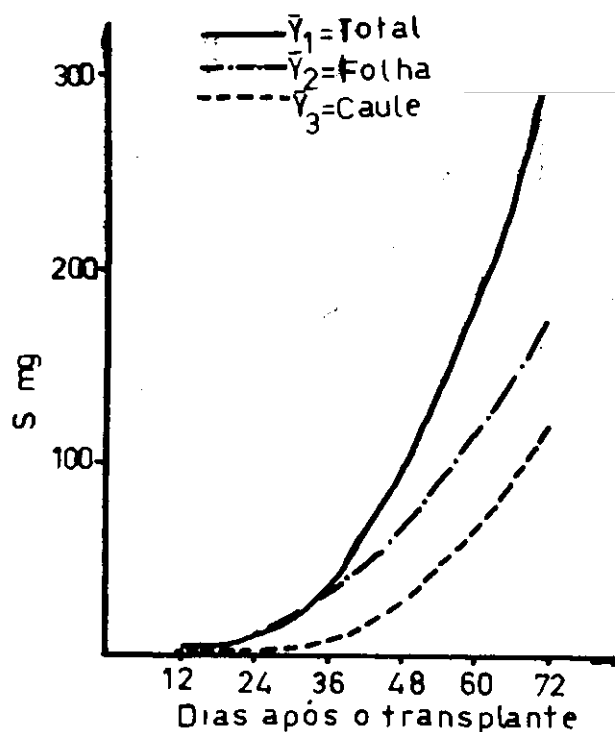


Figura 13. Acúmulo de enxofre na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 65,13 - 1,2556x + 0,9952 \times 10^{-2}x^2 \quad R^2 = 97,70\%$$

$$\bar{Y}_2 = 98,67 - 4,4630x + 0,8241 \times 10^{-1}x^2 - 0,5070 \times 10^{-3}x^3 \quad R^2 = 97,23\%$$

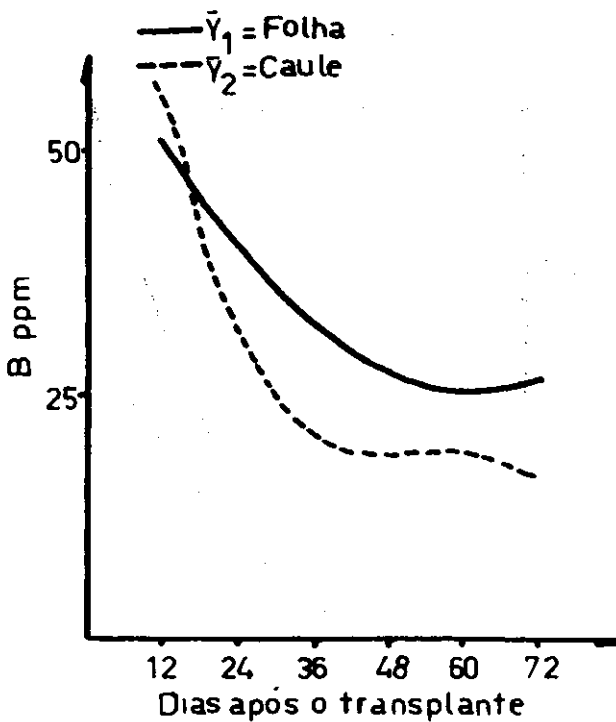


Figura 14. Concentração de boro nas folhas e caule de fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 0,652475 - 0,05719842x + 0,0014028x^2 \quad R^2 = 99,48\%$$

$$\bar{Y}_2 = 0,16495 - 0,01671383x + 0,000636594x^2 \quad R^2 = 98,59\%$$

$$\bar{Y}_3 = 0,487524 - 0,04048459x + 0,000766214x^2 \quad R^2 = 98,02\%$$

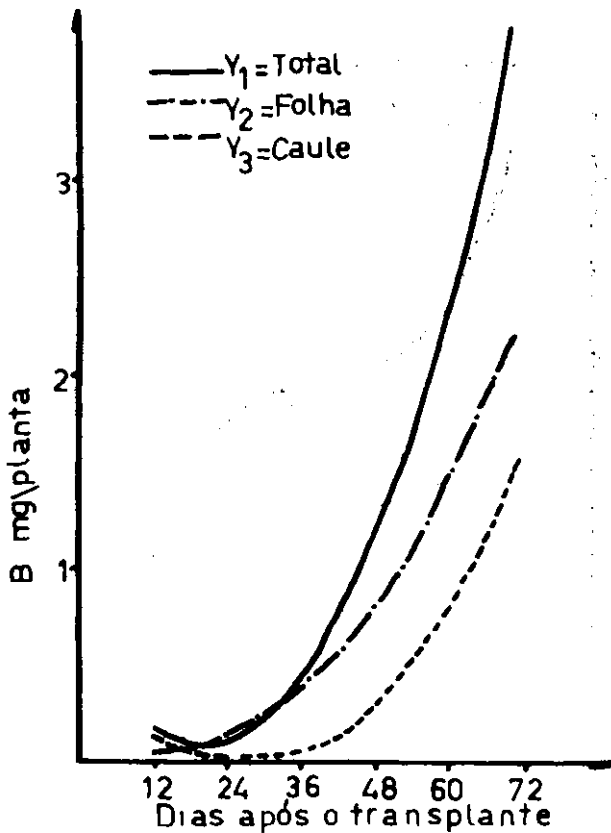


Figura 15. Acúmulo de boro na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 25,33 - 1,7074x + 2,4981 \times 10^{-2}x^2 - 0,1983 \times 10^{-3}x^3 \quad R^2 = 90,48\%$$

$$\bar{Y}_2 = 20,17 - 1,1122x + 2,8901 \times 10^{-2}x^2 - 0,2358 \times 10^{-3}x^3 \quad R^2 = 92,42\%$$

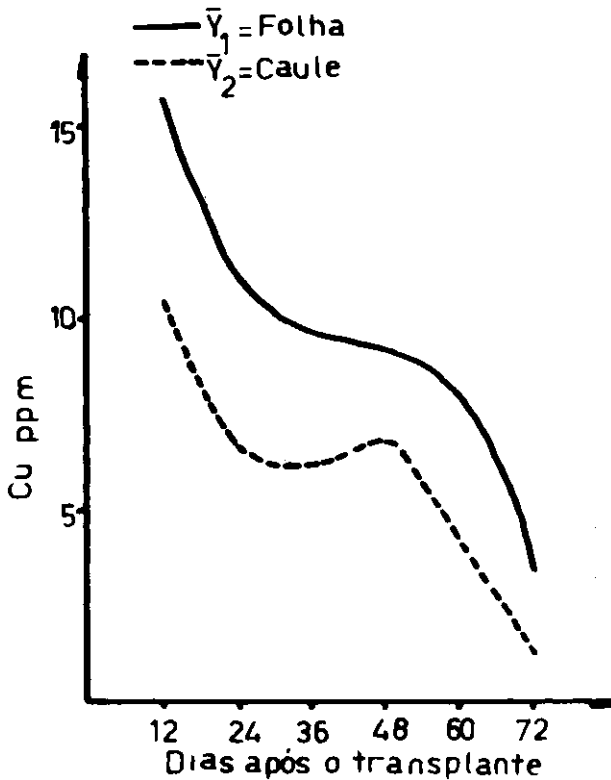


Figura 16 Concentração de cobre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

cobre acompanha o acúmulo de matéria seca (figura 1 e 17). A partir deste momento houve um decréscimo até os 72 dias, provavelmente devido a rápida diminuição na concentração do nutriente dos 60 aos 72 dias (figura 16).

### Ferro

Os resultados da análise referentes às concentrações de ferro nas folhas e caule do fumo são apontados na figura 18.

Nas folhas, a concentração diminui do início até os 36 dias, estabilizando daí até o final. Já os caules há um aumento até os 24 dias para depois decrescer até a última amostragem. Isto mostra que no caule há um maior acúmulo do nutriente, em relação ao acúmulo de matéria seca, no início do desenvolvimento. A absorção do ferro nas folhas acompanha livremente o acúmulo de matéria seca. Aos 48 dias, aproximadamente onde há maior velocidade de do acúmulo de matéria seca na planta, as folhas apresentam teor de 513 ppm de ferro. JACOBSON (1945) mostra que teores entre 68 e 140 ppm de Fe são considerados suficientes para o bom desenvolvimento das plantas de fumo. Portanto, valores bem abaixo do encontrado neste (513 ppm). Na figura 19, nota-se que o acúmulo de ferro acompanha o acúmulo de matéria seca (figura 1). Há, aproximadamente, uma linearidade no acúmulo de ferro a partir dos 24 dias e, praticamente, toda a quantidade do nutriente se acumula nas folhas como mostra a figura 19.

### Manganês

Os resultados de concentração de manganês estão na figura 20. Verifica-se que a tendência das curvas são semelhantes às da concentração de ferro (figura 18).

A concentração nas folhas diminuem até os 36 dias, aumentando em seguida até os 60 dias, decrescendo nova-

$$\bar{Y}_1 = 0,602916 - 0,07069972x - 0,00230312x^2 - 1,89512x \cdot 10^{-5}x^3$$

$$\bar{Y}_2 = 0,361583 - 0,0429999x + 0,00144373x^2 - 1,20054x \cdot 10^{-5}x^3$$

$$\bar{Y}_3 = 0,241333 - 0,02760976x + 0,00085938x^2 - 0,6945784x \cdot 10^{-5}x^3$$

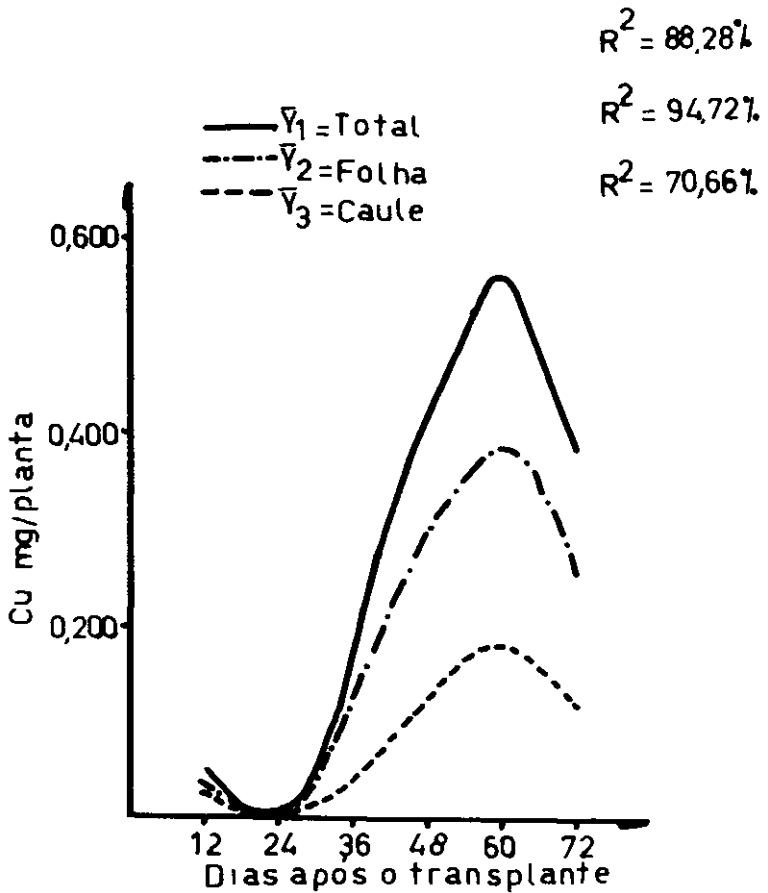


Figura 17. Acúmulo de cobre na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 35,34 \times 10^2 - 1,8278 \times 10^2 x + 3,5663 x^2 - 0,02288 x^3$$

$$\bar{Y}_2 = -515,49 + 94,5732 x - 2,2993 x^2 + 0,01522 x^3$$

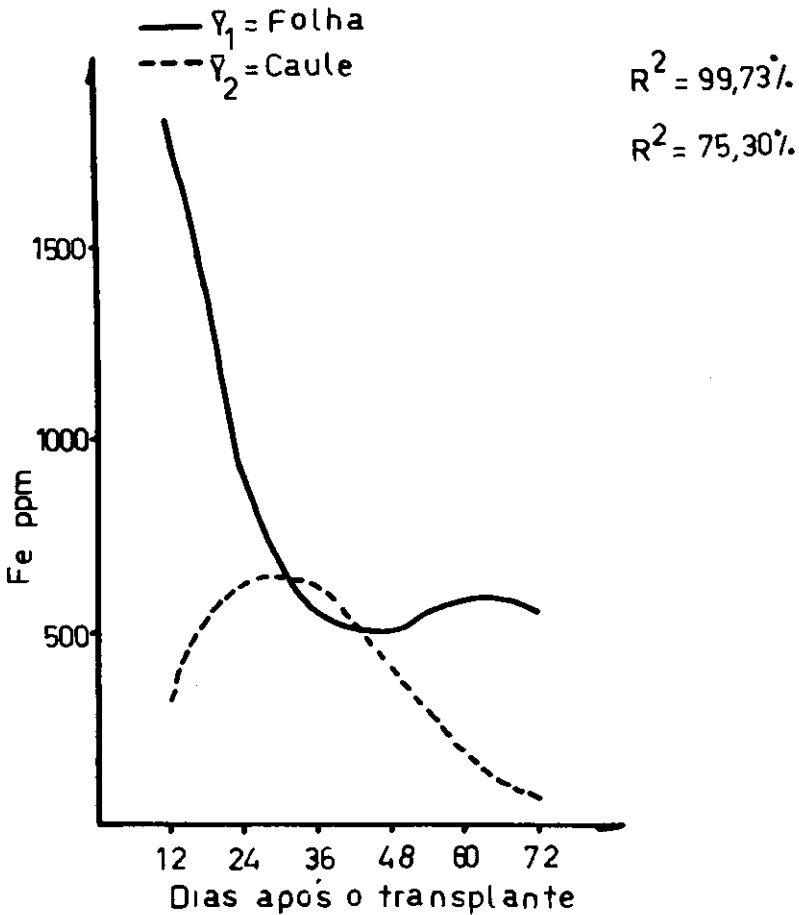


Figura 18. Concentração de ferro nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 7,40077 - 0,590147x + 0,0175656x^2 \quad R^2 = 99,61\%$$

$$\bar{Y}_2 = 8,44607 - 0,696596x + 0,0175151x^2 \quad R^2 = 99,65\%$$

$\bar{Y}_3$  = Dados observados

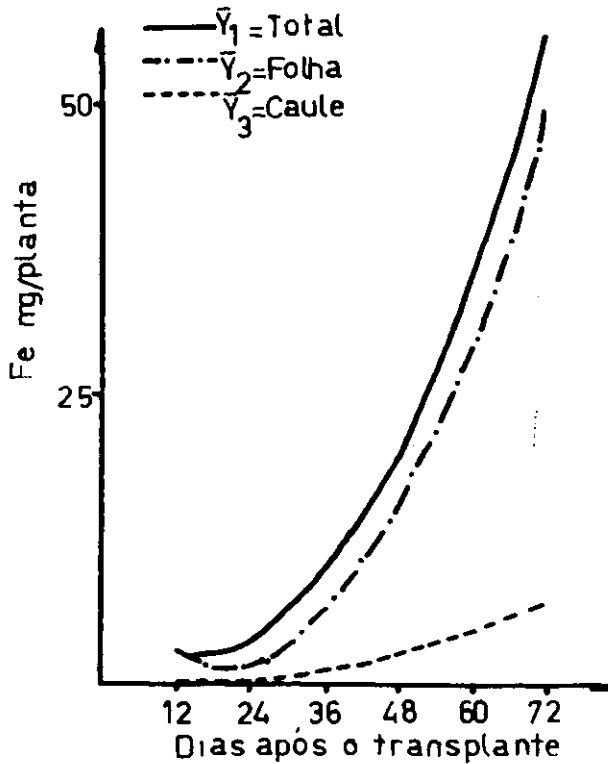


Figura 19. Acúmulo de ferro na parte aérea do fumo em função da idade da planta



$$\bar{Y}_1 = 264,08 - 12,5848x + 31212 \times 10^{-1}x^2 - 0,23563 \times 10^{-2}x^3$$

$$\bar{Y}_2 = -117,49 + 16,55x - 0,3966x^2 + 0,26523 \times 10^{-2}x^3$$

$$R^2 = 83,65\%$$

$$R^2 = 54,88\%$$

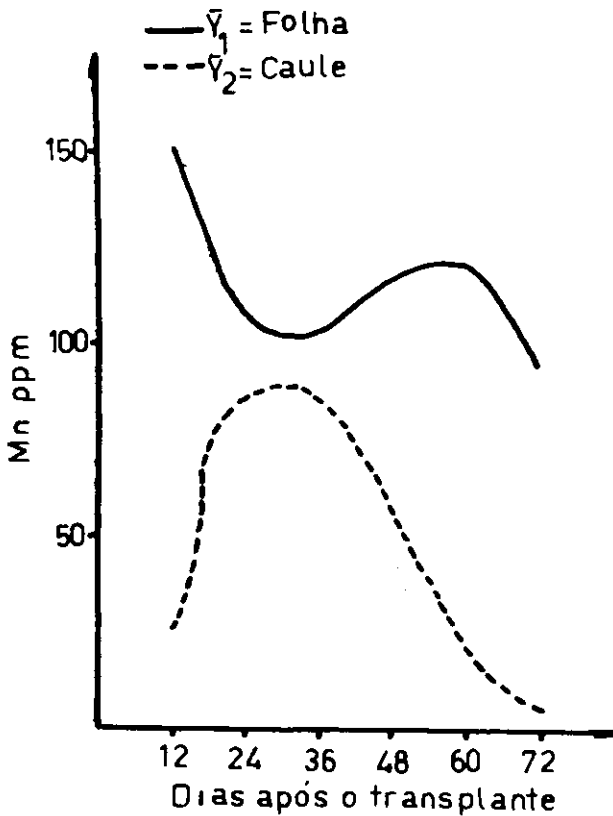


Figura 20. Concentração de manganês nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

mente até o final do ciclo. No caule há um aumento até os 36 dias, decrescendo daí em diante. Para fins de diagnose foliar, a exemplo do que ocorreu com os demais nutrientes poderia se estabelecer a concentração de 119 ppm nas folhas, aos 48 dias, período em que ocorre a maior velocidade de acúmulo da matéria seca. Este valor é inferior ao citado por JACOBSON e SWANBACK (1932) que é de 160 ppm. O que ocorre com o acúmulo de manganês aconteceu com o ferro, pois a quase totalidade deste nutriente se localiza nas folhas da planta do fumo (figura 21). As curvas do acúmulo de manganês acompanham o acúmulo de matéria seca da planta, nos dois órgãos da planta.

### Zinco

A figura 22 mostra os resultados das concentrações de zinco nas folhas e caule da planta do fumo. Verifica-se que à medida que aumenta o peso da matéria seca (figura 1), decresce a concentração de zinco no caule (figura 22). O mesmo não ocorreu com as folhas, pois no início, há um decréscimo na concentração de zinco, apesar da matéria seca ter um acúmulo lento até os 48 dias. Quando a planta atinge a maior velocidade de acúmulo da matéria seca (48 dias), a concentração de zinco diminui rapidamente (figura 22). Aos 48 dias, as folhas apresentaram teor de 58 ppm de Zn, nível que pode ser considerado suficiente, já que as plantas tiveram desenvolvimento normal durante todo o ciclo. A exemplo do que ocorreu com o cobre, o acúmulo de zinco é lento até os 24 dias e aumentando rapidamente até atingir um período de máximo aos 65 dias para a parte aérea toda e aos 63 dias para as folhas. O caule acumula lentamente o zinco até os 24 dias, crescendo linearmente daí até o final (figura 23).

### Acúmulo da Matéria Seca e de Nutrientes

A tabela 1 mostra as estimativas dos pontos de má-

$$\bar{Y}_1 = 0,237929 - 0,0399854x + 0,0024441x^2 \quad R^2 = 99,39\%$$

$$\bar{Y}_2 = 0,400725 - 0,0563212x + 0,00243449x^2 \quad R^2 = 99,57\%$$

$\bar{Y}_3$  = Dados observados

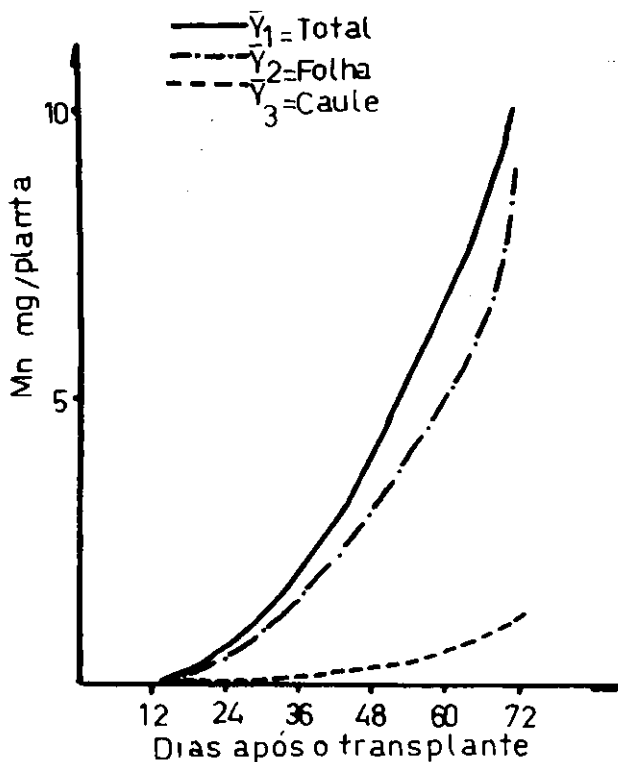


Figura 21. Acúmulo de manganês na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 125,50 - 7,3981x + 0,20698x^2 - 0,17079 \times 10^{-2}x^3 \quad R^2 = 53,62\%$$

$$\bar{Y}_2 = 58,58 - 1,2506x + 0,852554 \times 10^{-2}x^2 \quad R^2 = 92,57\%$$

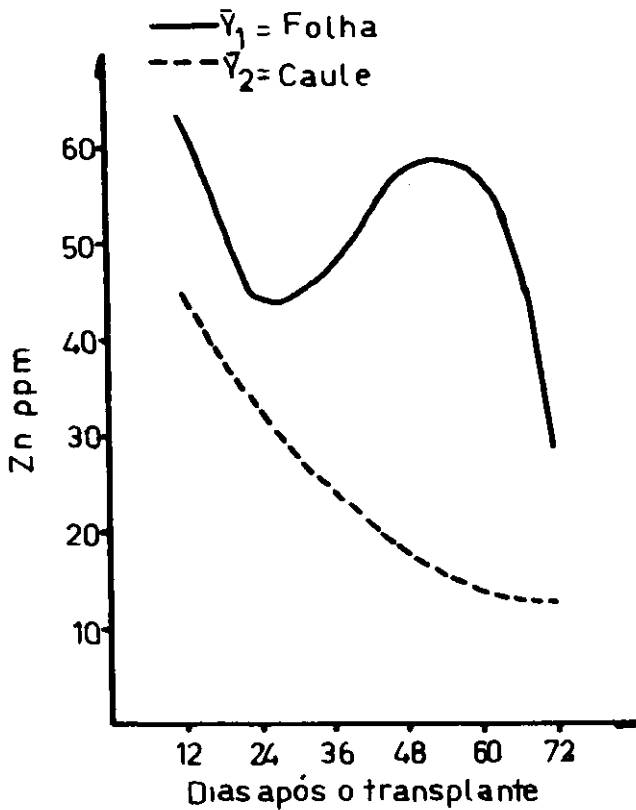


Figura 22. Concentração de zinco nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\bar{Y}_1 = 3,064583 - 0,3546136x + 0,0115518x^2 - 0,860352 \times 10^{-4} x^3$$

$$\bar{Y}_2 = 2,8179116 - 0,3317897x + 0,0105675x^2 - 0,842281 \times 10^{-4} x^3$$

$$\bar{Y}_3 = 0,167975 - 0,0145749x + 0,00036027x^2$$

$$R^2 = 90,76\%$$

$$R^2 = 88,79\%$$

$$R^2 = 97,20\%$$

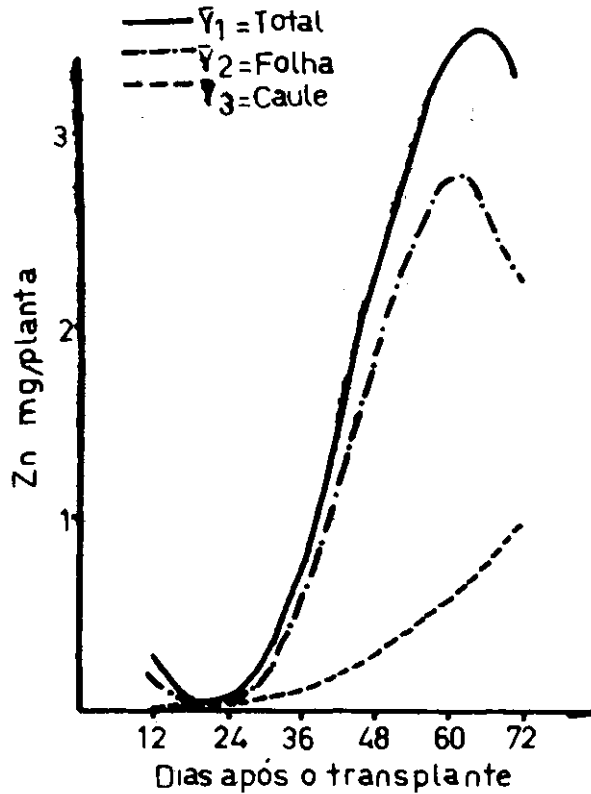


Figura 23. Acúmulo de zinco na parte aérea do fumo em função da idade da planta

ximo do acúmulo de matéria seca e de nutrientes na planta do fumo. Verifica-se que a maioria dos nutrientes e a matéria seca tem um máximo acúmulo aos 72 dias, após o transplante. O cobre e o zinco atingiram um ponto de máximo aos 60 e 65 dias, respectivamente. Segundo Girard e Rousseau (1950), citados por HAUCK (1958), o acúmulo de nutrientes N, P e K (76, 7 e 103 kg/ha, respectivamente) são semelhantes aos encontrados na tabela 13. Já para o cálcio estes autores citam uma extração de 74 kg para 1000 kg de folhas, quatro vezes superior ao da tabela 1. Vários pesquisadores, estudaram a absorção de nutrientes em plantas de fumo e a maioria obteve resultados semelhantes aos da tabela 1 (Schimid 1954; Parker, 1952; Boussingault, s/d, citados por HAUCK, 1958).

Tabela 1. Pontos de Máximo acúmulo de Matéria Seca e de Nutrientes na Parte Aérea da Planta de Fumo para Meia População de 16.600 plantas/ha.

Matéria seca e Nutrientes	Ponto de Máximo		
	Dias	mg/planta	kg/ha
Matéria seca	72	183.000	3.038
N	72	3.654	61
P	72	295	5
K	72	6.253	104
Ca	72	1.133	19
Mg	72	421	7
S	72	294	5
			g/ha
B	72	2,81	63
Cu	60	0,56	9
Fe	72	56,00	930
Mn	72	10,00	166
Zn	65	3,52	58

## Exportação de Nutrientes

A tabela 2 apresenta as quantidades de nutrientes acumulados e exportados pelas folhas. Para facilidade de interpretação, os resultados estão expressos em mg de nutrientes para uma produção de 1.000 kg de folhas.

Observa-se que o Ca é exportado em maior porcentagem tendo a seguir o N, S e P entre os macronutrientes. Para os micronutrientes vem em primeiro lugar o Mn e Fe seguido do Zn. Uma tonelada de folhas exporta 82,697 kg de nutrientes.

Tabela 2. Acúmulo Máximo e Exportação de Nutrientes para uma Produção de 1.000 kg de Folhas de Fumo, e, Porcentagem de Exportação em Função do Total Acúmulo.

Nutriente	Acúmulo máximo na parte aérea	Exportação de nutrientes pelas folhas	
		kg	%
N	42	29	69
P	3	2	67
K	72	36	50
Ca	13	10	77
Mg	5	3	60
S	3	2	67
	<u>g</u>	<u>g</u>	<u>%</u>
B	44	26	59
Cu	6	3	50
Fe	646	543	84
Mn	115	97	84
Zn	40	28	70

## Análise Foliar

A tabela 3 mostra a concentração de nutrientes aos 48 dias após o transplante nas folhas do fumo, para uma produção de 1.439 kg de folha/ha.

Os valores encontrados na tabela 3 podem ser considerados adequados para o bom desenvolvimento das plantas de fumo, pois a produção foi boa quando se compara com a produtividade de cultura de 1.623 kg/ha conforme Parker, citado por HAUCK (1958) e do Brasil, 1.300 kg/ha.

Tabela 3. Concentrações de Nutrientes, nas Folhas do Fumo aos 48 dias após o Transplante, com Produção de 1.439 kg de Folhas/ha.

Macronutrientes	%	Micronutrientes	ppm
N	4,50	B	27,79
P	0,30	Cu	9,29
K	4,80	Fe	512,54
Ca	1,24	Mn	118,54
Mg	0,53	Zn	58,40
S	0,22		

## CONCLUSÕES

- a) A maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorreu próximo aos 48 dias após o transplante;
- b) As concentrações mínimas ocorreram de modo ge-



ral, próximo ao período de máximo acúmulo de matéria seca. Os acúmulos máximos de matéria seca e de nutrientes ocorreram aos 72 dias após o transplante;

- c) As quantidades totais de nutrientes absorvidos pelas plantas seguem a ordem: K N Ca Mg P S Fe Mn B Zn Cu;
- d) A exportação de nutrientes pelas folhas seguiu a ordem: K N Ca Mg P S Fe Mn Zn B Cu.

#### SUMMARY

#### CONCENTRATION AND EXTRACTION OF NUTRIENTS BY TOBACCO PLANTS (*Nicotiana tabacum* L.) VAR. GOIANINHO.

In order to obtain:

- The growth rate of tobacco plants;
- The concentration of macro and micronutrients in the different organs of the plants;
- The accumulation of nutrients by the entire plants;
- The exportation of nutrients through the leaves.

A field trial was executed at the Experimental Station of Tiete-Agronomic Institute of São Paulo State, Tiete (SP) Brazil in a soil classified as Podzolic Vermelho Amarelo.

Plants (4 replications) with 12, 24, 36, 48, 60 and 72 days old were collected and divided into roots, stems and leaves the material was dried at 85° and analysed for macro and micronutrients.

The authors observed that:

- The fasted growth speed occur 48 days after the transplant.
- The nutrients were absorbed by the tobacco plant in the following order:  $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Zn > Cu$ .
- The nutrients were export in the leaves in the following order:  $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu$ .

#### LITERATURA CITADA

- ABIFUMO, 1981/83. Associação Brasileira da Indústria do Fumo. Ed. Assessoria de Comunicação Social, Rio de Janeiro-RJ. **Informativos** nºs 6-16.
- ANDERSON, P.J., T.R. SWANBACK e O.E. STREET. 1932. Potash requirements of tobacco crop. Connecticut State Agr. Expt. Sta. Bull. **334**: 137-217.
- CIBES, H. e G. SAMUELS. 1957. Mineral-deficiency Symptoms displayed by tobacco grown in the greenhouse under controlled conditions. Agric. Expt.Sta., Univ. P. R., Rio Piedras, P.R. Techn. Paper 23.
- EATON, F.M. 1949. Deficiency, toxicity, and accumulation of boron in plants. **Jour. Agr. Res.** **69**: 237-277.
- GANDHI, S.C. e B.V. MEHTA. 1959. Studies on boron deficiency and toxicity symptoms in some common crops of Gujarat. **Indian Jour. Agr. Sci.** (Part 1) **29**: 63-70.
- GARNER, W.W.; J.E. Mc MURTREY, Jr.; J.O. BOWLING, Jr., e E.G. MOSS. 1930. Magnesium and calcium requirements of the tobacco crop. **Jour. Agr. Res.** **40**: 145-168.

- GOROSTIAGA, L.O.E. 1966. Efeitos das deficiências macro nutrientes no crescimento e na composição mineral do fumo (*Nicotina tabacum* L.) var. M.A. 181p. (Tese de Mestrado-ESALQ-USP).
- IBGE. 1982. Anuário Estatístico - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1982.
- JACOBSON, H.G.M e T.R SWANBACK. 1932. Manganese content of certain Connecticut soils and its relation to the growth of tobacco. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 24: 237-245.
- JORDAN, H.V. e C.E. BARDSLEY. 1958. Response of crops to sulfur on Southeastern soils. *Soil Sci. Soc. Amer.* 22: 254-256.
- LAGATU, H. e L. MAUME. 1935. Variations des rapports physiologiques en corrélation avec la maladie du jeu sauvage chez la feuille du tabac. *Cempt. Rend. Acad. Sci., Paris.* 201: 374-376.
- Mac CANTS, C.B. e W.G. WOLTZ. 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Advances in Agronomy.* New York, Academic Press, 211-65.
- Mac EVOY, E.T. 1954. The relation of ammonium and sulphate ions to magnesium deficiency in tobacco. *Canadian Jour. Agr. Sci.* 34: 281.
- Mac EVOY, E.T. 1955. Ineration of sodium and potassium on growth and mineral content of flue-cured tobacco. *Canadian Jour. Agr. Sci.* 35: 294-299.
- MC MURTREY, J.E. Jr. 1931. Relation of calcium and magnesium to the growth and quality of tobacco. *Jour. Soc. Agron.* 24: 707-716.
- NEAS, I. 1953. Sulphur nutrition in flue-cured tobacco. *Agron. Jour.* 45: 42-7

- NELSON, W.L.; B.A. KRANTZ; W.E. COLWELL; W.E. WOLTZ; G. HAWKINS; L.A. DEAN; A.J. MAC KENZIE e E.J. RUBINS. 1948. Application of radioactive tracer technique to studies of phosphatic fertilizer utilizations by crops. II. Field experiments. *Soil Sci.Soc.Amer.Proc.* 12: 113-118.
- PETERSON, L.A. 1964. Growth and quality of tobacco as affected by nitrogen uptake. In: *Biol. Abstracts* 46(2): 655.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. Análises químicas e em plantas. Piracicaba, SP. ESALQ/USP. 56p.
- SCHIFFER, L. 1959. The effect of increased and gradual potassium fertilization on yield and quality of tobacco.
- SWANBACK, T.R.; O.E. STREET e PIJ. ANDERSON. 1933. Tobacco substation at Windsor the relation of calcium to the relation of calcium to the growth of tobacco. Connecticut state Agr. Expt. Sta. Bull. 350: 473-478.
- WEDIN, W.F. e B.E. STRUCKMEYER. 1958. Effects of chloride and sulfate ions on the growth, leaf-burn, composition, and anatomical structure of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) *Plant Physiol.* 33: 133-139.