

**DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E BORO, CONCENTRAÇÃO
E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO FUMO**
(Nicotiana Tabacum L.) VAR. GOIANINHO

ANGEL VALMORE RIERA ACOSTA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA - S.P.

Fevereiro - 1984

H O M E N A G E M

À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO,

pelos seus 50 anos de fundação.

*À minha esposa Elizabeth e
à minha filha Maria Sofia,
pelo reconhecimento e pela
paciência,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Henrique Paulo Haag, pela orientação e amizade dispensadas.

Ao Professor Doutor Antonio Roque Dechen.

Ao colega Gedi Jorge Sfredo, pela colaboração neste trabalho.

Ao Doutor Ary de Arruda Veiga, Chefe da Estação Experimental de Tietê, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pela colaboração na realização do presente trabalho.

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Química da ESALQ/USP.

Aos colegas de Curso, pelo apoio e pela troca de idéias.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, pelo oferecimento do Curso e pela contribuição e formação científica e cultural.

À Universidade Centro-Occidental "Lisandro Alvarado", da Venezuela, pela oportunidade oferecida para realização do Curso.

Í N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Ensaio em solução nutritiva	12
3.2. Ensaio de campo	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Ensaio em solução de nutritiva	16
4.1.1. Crescimento	16
4.1.2. Nitrogênio	18
4.1.2.1. Sintomas de deficiência	18
4.1.2.2. Concentração	18
4.1.3. Fósforo	21
4.1.3.1. Sintomas de deficiência.....	21
4.1.3.2. Concentração	21
4.1.4. Potássio	23
4.1.4.1. Sintomas de deficiência.....	23
4.1.4.2. Concentração	23
4.1.5. Cálcio	24
4.1.5.1. Sintomas de deficiência.....	24
4.1.5.2. Concentração	25
4.1.6. Magnésio	26
4.1.6.1. Sintomas de deficiência.....	26

4.1.6.2. Concentração	27
4.1.7. Enxofre	28
4.1.7.1. Sintomas de deficiência.....	28
4.1.7.2. Concentração	28
4.1.8. Boro	29
4.1.8.1. Sintomas de deficiência.....	29
4.1.8.2. Concentração	30
4.2. Ensaio de campo	31
4.2.1. Crescimento	31
4.2.2. Concentração de macronutrientes.....	33
4.2.2.1. Nitrogênio	33
4.2.2.2. Fósforo	36
4.2.2.3. Potássio	38
4.2.2.4. Cálcio	41
4.2.2.5. Magnésio	44
4.2.2.6. Enxofre	47
4.2.3. Acúmulo de micronutrientes	49
4.2.3.1. Boro	49
4.2.3.2. Cobre	51
4.2.3.3. Ferro	53
4.2.3.4. Manganês	55
4.2.3.5. Zinco	57
4.2.4. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes	59
4.2.5. Exportação de nutrientes	62
4.2.6. Diagnose foliar	64
5. CONCLUSÕES	65
6. LITERATURA CITADA	67

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Concentração de nutrientes encontrados em diferentes épocas e partes, na matéria seca de plantas de fumo.....	8
Tabela 2 - Análise química da camada arável (30 cm) do solo da área experimental	13
Tabela 3 - Resumo da análise de variância do peso da matéria seca das folhas velhas e novas e dos caules do fumo	16
Tabela 4 - Peso da matéria seca (g) das partes da planta, em função de vários tratamentos	17
Tabela 5 - Resumo da análise de variância das concentrações nos diversos nutrientes.....	19
Tabela 6 - Concentração de nitrogênio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de N dentro de cada parte da planta.....	20
Tabela 7 - Concentração de fósforo em função das soluções nutritivas completa e com omissão de P dentro de cada parte da planta	22
Tabela 8 - Concentração de potássio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de potássio dentro de cada parte da planta.....	24

Tabela 9 - Concentração de cálcio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de cálcio dentro de cada parte da planta.....	26
Tabela 10- Concentração de magnésio em função das soluções nutritivas, completa e com omissão de Mg dentro de cada parte da planta.....	27
Tabela 11- Concentração de enxofre em função das soluções nutritivas completa e com omissão de enxofre dentro de cada parte da planta.....	29
Tabela 12- Concentração de boro em função das soluções nutritivas completa e com omissão de boro dentro de cada parte da planta.....	30
Tabela 13- 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.....	61
Tabela 14- 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.....	63
Tabela 15- Concentrações de nutrientes, nas folhas de fumo aos 48 dias após o transplante, com produção de 1.439 kg de folhas/ha.....	64

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Acúmulo de matéria seca da parte aérea, folhas e caules do fumo em função da idade da planta.	32
Figura 2 - Concentração de nitrogênio nas folhas e caules do fumo em função da idade da planta.....	34
Figura 3 - Acúmulo de nitrogênio na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	34
Figura 4 - Concentração de fósforo nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	37
Figura 5 - Acúmulo de fósforo na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	37
Figura 6 - Concentração de potássio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	39
Figura 7 - Acúmulo de potássio na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	39
Figura 8 - Concentração do cálcio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	42
Figura 9 - Acúmulo de cálcio na parte aérea do fumo em função da idade das plantas.....	42
Figura 10- Concentração de magnésio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	45

Figura 11 - Acúmulo de magnésio na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	45
Figura 12 - Concentração de enxofre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	48
Figura 13 - Acúmulo de enxofre na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	48
Figura 14 - Concentração de boro nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	50
Figura 15 - Acúmulo de boro na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	50
Figura 16 - Concentração de cobre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	52
Figura 17 - Acúmulo de cobre na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	52
Figura 18 - Concentração de ferro nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	54
Figura 19 - Acúmulo de ferro na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	54
Figura 20 - Concentração de manganês nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	56
Figura 21 - Acúmulo de manganês na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	56
Figura 22 - Concentração de zinco nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta.....	58
Figura 23 - Acúmulo de zinco na parte aérea do fumo em função da idade da planta.....	58

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E BORO, CONCENTRAÇÃO E
EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO FUMO
(*Nicotiana tabacum* L.) VAR. GOIANINHO

Candidato: Angel Valmore Riera Acosta

Orientador: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

RESUMO

Com o objetivo de determinar

- o quadro sintomatológico das deficiências de micronutriente e boro;
- a concentração de macronutrientes e de boro nas folhas velhas, novas e caule na presença e ausência desses nutrientes;
- a curva de crescimento da planta;
- a acumulação de nutrientes pelas plantas em função da idade;
- a exportação de nutrientes através das folhas.

Foram conduzidos dois experimentos

- ensaio em solução nutritiva: plantas de fumo foram cultivadas em substrato de sílica e irrigadas com soluções nutritivas, sendo os tratamentos: completa, omissão de

nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio, omissão de enxofre e omissão de boro. Acompanhou-se o desenvolvimento dos sintomas e uma vez evidenciados, realizou-se a coleta das plantas e a separação em folhas novas, folhas velhas e caule e analisou-se as diversas partes para os nutrientes

- ensaio de campo: realizado na Estação Experimental de Tietê do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Tietê - SP, em solo Podzólico Vermelho amarelo, var. Lara, sem adubação. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, com amostragens das plantas aos 12, 24, 48, 60 e 72 dias após o transplante, sendo subdividido em caule e folhas que foram analisadas para os nutrientes.

Obtiveram-se as seguintes conclusões:

a) Ensaio em solução nutritiva:

- houve efeito na produção de matéria da parte aérea para a omissão de N, P, K, Ca e Mg;

- os sintomas visuais de deficiência são bem definidos e de fácil caracterização para todos os nutrientes estudados:

- os níveis de deficiência e adequado, obtidos nas folhas novas foram, respectivamente:

N% = 1,23 e 3,06; K% = 1,88 e 3,25; Ca% = 0,20 e 0,59; B ppm = 34,25 e 59,25.

b) Ensaio em condições de campo:

- a maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorreu próximo aos 48 dias após o transplante;
- as concentrações mínimas ocorreram de modo geral, 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 pelas plantas seguem a ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu;
- a exportação de nutrientes pelas folhas seguiu a ordem: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu.

MACRONUTRIENTS AND BORON DEFICIENCIES, AND, CONCENTRATION
AND EXTRACTION OF NUTRIENTS IN TOBACCO PLANT
(*Nicotiana tabacum* L.) VAR. GOIANINHO

Candidate: Angel Valmore Riera Acosta

Adviser: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

SUMMARY

In order to obtain:

- the deficiency symptoms of macronutrients and boron, related to the nutrient levels in the plant;
- the growth rate of tobacco plant;
- the concentration of macro and micronutrients in the different organs of the plant;
- the accumulation of nutrients by the entire plant;
- the exportation of nutrients through the leaves.

Two experiments were carried out:

Greenhouse experiment - Tobacco plants were cultivated in pots containing pure quartz and irrigated with nutrient solutions with different composition: full solution,

lacking, N, P, K, Ca, Mg, S and B. Once the symptoms were clearly identified the plants were harvested, divided into stem, old leaves and young leaves. The material was dried at 85°C and analysed for the elements.

Field trial - a tobacco plantation was executed at Experimental Station of Tiete - Agronomic Institute of the São Paulo State, Tiete (SP), Brazil in a soil classified as Podzólico Vermelho Amarelo, série Laras.

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

The main conclusions are:

- Only the omission of N, P, K, Ca and Mg affect the dry matter production of plants;
- the malnutrition symptoms were clearly identified for each element;
- the range in dry matter for unhealthy and healthy leaves were: N% = 1,23-3,06; K% = 1,88-3,25; Ca% = 0,20-0,59; B ppm = 34,25-59,25;
- the fastest growth speed occurred 48 days after the transplant;
- the nutrients were absorbed by the plant

in the following order: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu;

- the nutrients were exported in the seed in the following order: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu.

1. INTRODUÇÃO

O fumo em folha ganhou 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, sō 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 de dólares, 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 hectare. A maior produtividade no Brasil foi obtida no Paranā, 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 obtenção de melhoria de produtividade, considerando a posição do Brasil, de vigésimo terceiro país no contexto mundial, abaixo, inclusive, de países sem tradição em seu cultivo.

Visando a obtenção de dados relacionados à nutrição mineral do fumo, instalaram-se dois experimentos, em casa de vegetação e no campo, para se determinar os seguintes parâmetros:

- o quadro sintomatológico das deficiências de macronutrientes e boro;
- a concentração de macronutrientes e de boro nas folhas velhas, novas e caule na presença e ausência desses nutrientes;
- a curva de crescimento da planta;
- a acumulação de nutrientes pelas plantas em função da idade;
- a exportação de nutrientes através de folhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

KRUGER e WYMMER (1927) estudando a nutrição mineral, de diversas culturas descreveram as deficiências de nitrogênio em fumo que ocasionam amarelecimento e posterior secamentos nas folhas inferiores. Posteriormente, Mc MURTREY (1964) descreveu também os sintomas de deficiências do nutriente com o aparecimento da cor amarela nas folhas mais velhas, secamento e queda das mesmas, havendo uma diminuição no crescimento. Em estágios de maior desenvolvimento da planta, a deficiência deste elemento pode induzir a floração e frutificação, embora a quantidade de sementes produzidas seja reduzida.

Uma das primeiras descrições sobre deficiência de fósforo foi feito por KRUGER e WYMMER (1927). As folhas inferiores deficientes apresentaram uma coloração verde alaranjado e pequenas manchas marrons. MORGAN (1929) também descreveu que plantas com deficiências em fósforo tinham seu

tamanho reduzido e as folhas apresentaram uma coloração verde escuro. Entretanto, Mc MURTREY (1933) reporta os sintomas de deficiência, com um desenvolvimento retardado da planta. As folhas se estreitam e tomam uma cor verde escuro e a maturação é irregular.

Os sintomas de deficiência de potássio, conforme GRANER *et alii* (1923), manifestaram-se com a formação de áreas cloróticas, as quais se tornam rapidamente necróticas nas bordas e ápice das folhas, estas se enrugam e se encurvam para baixo.

KRUGER e WYMMER (1927) fazem a mesma descrição. Posteriormente, MOSS (1929) observou que o baixo teor de potássio disponível no solo produz folhas impróprias à manufatura, devido à presença de manchas cloróticas e necróticas no limbo. Mc MURTREY (1933, 1938 e 1964) reporta deficiências deste elemento, manifestando-se nas folhas mais velhas com um "mosqueado" ou perda da coloração verde, nas pontas e margens seguido logo com a aparição ou manifestação de pequenas manchas de tecido morto, geralmente como pequenos pontos no centro das áreas "mosqueadas". Aparecendo depois os tecidos das folhas necrosados, muito semelhante aos sintomas de determinadas doenças.

MORGAN (1929), em condições de vasos, com diferentes tipos de solo, obteve sintomas de deficiência de

cálcio, as quais mostravam as folhas superiores rugosas e distorcidas, com pequenas áreas de coloração parda. GRANER *et alii* (1930) discutiram os efeitos sobre o crescimento das plantas, quando o cálcio se achava deficiente em condições de campo. Eles estudaram a distribuição do elemento em plantas normais e naquelas com deficiência severa, bem definida ou moderada, e concluíram que levando em conta somente as folhas superiores, a deficiência aparece com teores abaixo de 1%.

Mc MURTREY (1933, 1938 e 1964) descreve os sintomas como um desenvolvimento anormal ou deformações que afetam principalmente as folhas jovens do ápice da planta. Nestas aparecem necroses nas pontas e margens. Em casos graves ocorre a morte da gema terminal.

GARNER *et alii* (1923) publicaram o primeiro caso de deficiência de magnésio, conhecida com o nome de "Sand Drown", sob condições de campo, a qual descreveram como uma clorose internerval, iniciada pelo ápice e margem das folhas inferiores. O tamanho das folhas eram normal, apresentando uma superfície lisa e uniforme. O mesmo autor estudou os efeitos do elemento quando se achava deficiente, em condições de campo, concluindo que folhas com um conteúdo de 0,25% de Mg não apresentavam sintomas de deficiências.

Mc EVOY (1959), discutiu o efeito do amônio e enxofre sobre o conteúdo de magnésio na planta, em condi-

ções de campo. Com altas dosagens de amônio e enxofre, as plantas apresentavam deficiências do elemento nas folhas mais velhas. Mc MURTREY (1932, 1933, 1938 e 1964) descreveu as deficiências do magnésio, apresentando-se com a perda da cor verde normal (clorose), primeiramente nas folhas mais velhas, podendo atingir as folhas uma cor branca nas pontas e margens, avançando os sintomas através dos espaços internervais.

NEAS (1953) obteve sintomas de deficiências de enxofre em condições de campo, quando o elemento foi omitido na fertilização. As folhas deficientes, apresentaram 0,55% de SO_3^- no primeiro ano do ensaio e 0,45% no segundo ano. WEDIN e STRUCKMEYER (1959) cultivaram o fumo em areia com solução nutritiva de Hoagland e Arnon e estudaram o efeito do íon sulfato sobre o crescimento, composição química e estrutura anatômica da folha. Plantas com baixo suprimento do íon sulfato revelaram sintomas de deficiências e a análise química do material mostrou um conteúdo de 0,32% de SO_4^- ? A deficiência manifestou-se pela redução do desenvolvimento, peso seco e espessura da folha.

Segundo GUPTA (1979), a deficiência de boro afeta as folhas terminais, que apresentam uma clorose internerval. O tecido de base da folha fica pouco resistente e se decompõe, torcendo-se e deformando-se

A Tabela 1 mostra resultados obtidos por di-

versos autores, sobre as concentrações de macro e micronutrientes com níveis deficientes e intermediários.

Tabela 1 - Concentração de nutrientes encontrados em diferentes épocas e partes, na matéria seca de plantas de fumo

Elemento	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficiente	Normal	
N%	-	folha	1,5	-	GARNER <i>et alii</i> (1934)
	vaso	folha	0,85	3,09	CIBES e SAMUELS (1957)
	-	folha	-	3,0	PETERSON (1964)
	vaso	folha verde	0,67	1,58	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	folha nova	1,56	3,38	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	caule	0,68	0,86	GOROSTIAGA (1966)
P%	campo	folhas	-	0,29	NELSON <i>et alii</i> (1948)
	campo	caule	-	0,20	NELSON <i>et alii</i> (1948)
	vaso	folha	0,07	0,86	CIBES e SAMUELS (1957)
	-	folhas novas	0,17	-	WALLACE e FROLICH (1965)
	-	folhas velhas	0,07	-	WALLACE e FROLICH (1965)
	vaso	folhas novas	0,14	0,35	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	folhas velhas	0,06	0,21	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	caule	0,048	0,16	GOROSTIAGA (1966)

cont.

Elemento	Cultura em	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficiente	Normal	
K%	campo	folha	2,70-3,70	4,37-5,29	CAGATU e HAUME (1935)
	-	folha nova	0,55-1,08	2,64-3,17	Mc EVOY (1955)
	-	folha verde	0,42-0,51	2,44-2,03	Mc EVOY (1955)
	vaso	folha	0,28	3,86	CIBES e SAMUELS (1957)
	campo	folha	1,90	-	TINCKNELL, LOPEZ RITAS e AYALA (1962)
	campo	folha	0,20-0,40	1,00-1,80	SCHIPPER (1959)
	vaso	folha nova	1,00	2,84	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	folha velha	0,39	2,38	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	caule	0,57	1,46	GOROSTIAGA (1966)
Ca%	campo	folha	0,94-1,30	1,33-2,43	GARNER <i>et alii</i> (1930)
	campo	folha	-	3,50-4,00	SWANBACK <i>et alii</i> (1933)
	-	folha	-	1,0	Mc MURTREY (1931, 1932)
	vaso	folha	0,29	1,27	CIBES e SAMUELS (1957)
	vaso	folha nova	0,07	0,98	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	folha velha	1,25	2,76	GOROSTIAGA (1966)
	-	caule	0,07	0,36	GOROSTIAGA (1966)

cont. 9

cont.

Elemento	Cultura em amostrada	Parte	Teores na matéria seca		Autores
			Deficiente	Normal	
Mg%	campo	folha	0,08-0,20	0,18-0,65	GARNER <i>et alii</i> (1930)
	campo	caule	0,15-0,29	0,11-0,31	GARNER <i>et alii</i> (1930)
	-	folha nova	0,41-0,47	0,48-0,98	Mc EVOY (1954)
	-	folha nova	0,67-0,60	0,60-1,22	Mc EVOY (1954)
	vaso	folha	-	0,78	CIBES e SAMUELS (1957)
	vaso	folha nova	0,23	0,46	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	folha velha	0,17	0,53	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	caule	0,07	0,15	GOROSTIAGA (1966)
S%	-	folha	-	0,28-0,36	ANDERSON <i>et alii</i> (1932)
	-	folha	0,18	0,36-0,65	NEAS (1953)
	-	planta	0,18	0,23-0,26	KAMPRATH <i>et alii</i> (1957)
	-	planta	0,13	0,15-0,18	KAMPRATH <i>et alii</i> (1957)
	-	folha	0,11	0,30-0,40	WEDIN e STANCKMEYER (1958)
	vaso	folha	0,16	0,39	CIBES e SAMUELS (1953)
	-	folha	0,11	0,15	JORDAN E BARDSLEY (1958)
	vaso	folha nova	0,13	0,55	GOROSTIAGA (1966)

cont.

cont.

Elemento	Cultura em vaso	Parte amostrada	Teores na matéria seca		Autores
			Deficiente	Normal	
S%	vaso	folha velhas	0,16	0,47	GOROSTIAGA (1966)
	vaso	caule	0,10	0,19	GOROSTIAGA (1966)
B ppm	-	caule	-	19.0-261	EATON (1944)
	-	folha	25.0-50.0	180	GANDHI e MENTA (1950)
	-	planta	-	18.0-22.0	JONES e SCARSETH (1944)
Fe ppm	-	folha	63.0-70.0	68.0-140.0	JACOBSON (1945)
Mn ppm	-	folha	-	160	JACOBSON e SWANBACK (1932)
	vaso	planta	-	334	BORTNER (1935)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Ensaio em solução nutritiva

Sementes de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) var. Goianinho*, foram semeadas num canteiro de 20 m² no dia 04/11/82, na Estação Experimental de Tietê, do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, Tietê - SP. As mudas obtidas com uma altura de 20 cm foram transplantadas em número de duas para vasos com capacidade de 7 litros, contendo sílica.

As plantas foram irrigadas, até o início dos tratamentos, com solução nutritiva completa (SARRUGE, 1975), diluída na proporção 1:2, aos sete dias e aplicou-se a solução nutritiva completa concentrada.

Após 54 dias do transplante efetuou-se o desbaste deixando-se uma planta por vaso e deu-se início aos

* Fumo de corda.

tratamentos em número de oito com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram com solução completa e com omissão dos macronutrientes e o boro.

As soluções nutritivas utilizadas foram formuladas de acordo com SARRUGE (1975). Os sintomas de deficiência foram descritos quando se tornaram definidos, procedendo de à colheita das plantas.

O material coletado foi lavado, separado em caule, folhas velhas e folhas novas, sendo colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 85°C, determinando-se o peso de matéria seca e moendo-se o material em moído Wiley. As amostras foram analisadas, segundo os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1979).

3.2. Ensaio de campo

O ensaio foi instalado e conduzido na Estação Experimental de Tietê. O solo utilizado é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras. A análise química da camada arável é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise química da camada arável (30 cm) do solo da área experimental

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

A semeadura foi feita no dia 28/01/1983, num canteiro de 20 m² e aos 70 dias fez-se o transplante das mudas para o campo. A área cultivada foi de 2.000 m², sendo o espaçamento entre linhas 120 e 60 cm entre covas. Aos 12 dias após o transplante foi realizada a primeira amostragem e daí em diante 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, e a partir da sexta amostragem, devido ao tamanho das plantas, retirou-se somente uma planta por amostra.

Em cada amostragem, eram retiradas ao acaso 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 macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, 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 casua

lizado com quatro repetições.

A análise estatística foi efetuada no Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio em solução nutritiva

4.1.1. Crescimento

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados de análise da variância e do teste de Tukey, referente ao peso de matéria seca das folhas e caules.

Tabela 3 - Resumo de análise da variância do peso da matéria seca das folhas velhas e novas e dos caules do fumo

FV	GL	Quadrados médios			
		Folhas velhas	Folhas novas	Caule	MS total
Tratamento	7	24,48**	10,63**	67,30**	260,15**
Resíduo	24	2,63	1,16	2,99	12,69
CV		23%	19%	27%	19%

** Significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Peso da matéria seca (g) das partes da planta, em função de vários tratamentos

Tratamento	Partes da planta			
	Folhas velhas	Folhas novas	Caule	Total
- B	9,95a	7,93a	12,15a	30,03a
Completa	9,75a	7,23ab	11,18a	28,15a
- S	9,25a	7,08ab	10,40a	26,72ab
- K	6,78ab	4,65 cd	4,15 b	15,58 b
- Mg	6,20ab	5,18 bcd	3,38 b	14,75 b
- P	6,35ab	4,33 d	3,73 b	14,40 b
- Ca	4,38 b	4,63 cd	3,38 b	12,38 b
- N	3,33 b	3,43 d	2,48 b	9,23 b
DMS 5%	3,79	2,52	4,05	8,34

Pela Tabela 4, nota-se que tanto a omissão do nitrogênio como do cálcio prejudicaram o acúmulo da matéria seca das folhas velhas. Verificando-se o peso do material seco das folhas novas e caule nota-se que não houve diminuição do peso da matéria seca, em relação à solução completa, somente para a omissão de boro e enxofre.

Como o fumo é uma cultura onde são extraídas as folhas, conclui-se que a omissão de N, P, K, Ca e Mg prejudicou sensivelmente a produtividade das plantas, principalmente o N e o Ca, que influem no rendimento das folhas ve-

lhas. GOROSTIAGA (1966) trabalhando com deficiências nutricionais em fumo, também obteve resultados semelhantes quanto à queda de produção de matéria seca, nos tratamentos com omissão de fósforo, cálcio e nitrogênio.

4.1.2. Nitrogênio

4.1.2.1. Sintomas de deficiência

Cinco dias após a omissão deste nutriente da solução nutritiva, as plantas mostraram os primeiros sintomas, caracterizados por um amarelecimento das folhas inferiores. Com a evolução dos sintomas, as folhas inferiores tornavam-se cloróticas. Acompanhando esta manifestação notava-se uma redução na velocidade de crescimento das plantas. Os sintomas avançavam em direção das folhas superiores. Fato observado igualmente por diversos autores (KRUGEL e WYMMER, 1927; MORGAN, 1929; Mc MURTREY, 1933, 1938, 1964; GARNER, 1934; WOLF, 1935; CIBES e SAMUELS, 1957; e GOROSTIAGA, 1966).

4.1.2.2. Concentração

Os resultados médios das concentrações de nitrogênio nas partes das plantas, bem como o resumo de análise de variância encontra-se nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância das concentrações nos diversos nutrientes

FV	GL	Quadrados Médios							
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	
(Tratamentos)	(5)	3,344**	0,0088159**	3,743460**	0,734385**	0,651875**	0,0182674**	5001,3666**	
Nutrientes (N)	1	6,6150**	0,0027098**	15,504342**	0,462042**	0,0392083	0,0126036**	6600,1663**	
Parte da planta(P)	2	4,0017**	0,0197533**	1,289081**	1,580706**	1,602556**	0,0337497**	7023,1665**	
(N P)	(2)	1,0519**	0,0009403*	0,3173975	0,024235	0,0075271	0,00561695**	2180,1669**	
Nd/folha velha	1	1,6562**	0,00405**	8,549113**	0,1596125**	0,02645	0,0210125**	9660,500**	
Nd/Folha nova	1	6,345**	0,0000125	3,781250**	0,29645**	0,0276125	0,0028125	1250,000**	
Nd/caule	1	0,3281**	0,0005281	3,808800**	0,05445*	0,000200	0,0000125	50,00	
Resíduo	18	0,03665	0,0002458	0,113560	0,0090375	0,009648	0,000740	109,58333	
CV%		13,77	24,50	15,53	18,64	13,27	19,43	22,12	
DMS 5%		0,43	0,035	0,76	0,21	0,22	0,06	23,55	

Tabela 6 - Concentração de nitrogênio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de N nas partes da planta.

Nutriente	Solução	Folha velha	Folha nova	Caule
% N	completa	1,73a	3,06a	0,95a
	omissão de N	0,82 b	1,23 b	0,54 b

Verifica-se pela Tabela 6 que a omissão de nitrogênio causou uma diminuição no teor deste nutriente, nas três partes estudadas. Esta diminuição no teor de nitrogênio foi acompanhada pelo menor peso da matéria seca nas partes das plantas (Tabela 4).

Considerando os dados do tratamento com omissão de N, verifica-se que há diferença com os outros trabalhos, tais como, GARNER *et alii* (1934) (1,5% como deficiente) e PETERSON (1964) (0,85% para deficiência e 3,09% como suficiente) de N obtida nas folhas novas foi mais elevado que os teores apontados por CIBES e SAMUELS (1957).

Também verificou-se que os teores encontrados no tratamento com omissão de N, são semelhantes aos obtidos por GOROSTIAGA (1966). Com relação ao tratamento completo, o teor encontrado nas folhas novas não difere com os de CIBES e SAMUELS (1957).

4.1.3. Fósforo

4.1.3.1. Sintomas de deficiência

Quinze dias após o início do tratamento apareceram os sintomas de deficiência do elemento, caracterizados inicialmente por uma coloração verde escura nas folhas superiores. Posteriormente, as folhas inferiores apresentaram uma coloração verde amarelada, que se iniciava pelas nervuras, avançando para o centro das áreas internervais. Os sintomas obtidos concordam com os descritos por MORGAN (1929) e GOROSTIAGA (1966). Manchas necróticas, descritas por KRUGER e WINNER (1927), KARRAKER e BORTNER (1933), Mc MURTREY (1933) e CIBES e SAMUELS (1957), não foram observados sobre as folhas.

4.1.3.2. Concentração

As Tabelas 5 e 7 mostram os resultados das concentrações de fósforo nas partes das plantas.

Pela Tabela 7, verifica-se que a omissão de fósforo causou uma diminuição no teor deste nutriente, somente nas folhas velhas. No entanto, na Tabela 4, nota-se que o peso de matéria seca das folhas velhas, com omissão de fósforo não diminuíram em relação às plantas vegetando em solução completa, o que sugere uma pouca influência deste nutriente

Tabela 7 - Concentração de fósforo em função das soluções nutritivas completa e com omissão de P dentro de cada parte da planta

Nutriente	Solução	Folha velha	Folha nova	Caule
% P	completa	0,088a	0,115a	0,023a
	omissão de P	0,043 b	0,113a	0,006a

nestes órgãos da planta. Verifica-se, ainda, na Tabela 4 que o peso da matéria seca das folhas novas, e caule no tratamento com omissão de fósforo foi menor que nas plantas vegetando em solução nutritiva completa, apesar do teor deste elemento não ser inferior (Tabela 7).

A concentração de fósforo obtida nos tratamentos completo e com omissão de fósforo nas folhas novas foi inferior ao teor encontrado por WALLACE e FROLICH (1965). Os teores mais baixos de fósforo foram obtidos nas folhas velhas onde se omitiu o fósforo, valores estes, menores que os obtidos nos trabalhos de CIBES e SAMUELS (1957) e WALLACE e FROLICH (1965). Os teores de fósforo, encontrados no tratamento completo e com omissão de fósforo, são menores aos obtidos por GOROSTIAGA (1966).

4.1.4. Potássio

4.1.4.1. Sintomas de deficiência

Os sintomas de deficiência de potássio iniciaram-se aos dez dias após a omissão do nutriente. Primeiramente nas folhas mais velhas apresentavam manchas cloróticas, nas pontas e margens, as quais avançavam até o centro das mesmas, através do espaço internerval. Em seguida, as folhas apresentavam coloração amarelada que evoluíam para áreas necrosadas na lâmina foliar e no espaço internerval. As folhas se enrugaram e se encurvaram no sentido adaxial.

Esses sintomas são semelhantes aos descritos por KRUGER e WYMMER (1927), MORGAN (1929), MC MURTREY (1933, 1938, 1964), WOLF (1935), CIBES e SAMUELS (1957) e GOROSTIAGA (1966).

4.1.4.2. Concentração

As concentrações de potássio nas partes das plantas estão assinaladas nas Tabelas 5 e 8.

Verifica-se que a omissão de potássio causou uma diminuição no teor deste nutriente nas partes da planta.

Tabela 8 - Concentração de potássio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de potássio dentro de cada parte da planta

Nutriente	Solução	Folha velha	Folha nova	Caule
% P	completa	3,22a	3,25a	2,45a
	omissão de K	1,15 b	1,88 b	1,07 b

Os teores encontrados na omissão de potássio são inferiores aos citados por LAGATU e MAUME (1935), sendo que estes autores analisaram em conjunto toda a planta. As concentrações de potássio nas folhas velhas e novas, encontradas nos tratamentos completo e omissão de potássio, são superiores aos apontados por Mc EVOY (1955) e GOROSTIAGA (1966). A concentração obtida na omissão de potássio, tanto nas folhas velhas como novas, são superiores que os obtidos por CIBES e SAMUELS (1951) e SCHIFFER (1959) e inferiores aos obtidos por TINCKNELL, LOPES RITA e AYALA, 1962).

4.5.1. Cálcio

4.1.5.1. Sintomas de deficiência

Os sintomas de carência de cálcio manifestaram-se após 12 dias do início do tratamento. As folhas mais novas apresentaram um amarelecimento nas extremidades das nervuras principais. Com o progredir dos sintomas, o amarelecimento avançou do ápice para a base, e repetindo-se o fenômeno nas nervu -

ras secundárias. Em seguida, as pontas das folhas ficavam re-curvadas no sentido adaxial. Os sintomas obtidos concordam com os descritos por MORGAN (1929), GARNER *et alii* (1930), Mc MURTREY (1933, 1938, 1969), CIBES e SAMUELS (1964) e GOROSTIAGA (1966).

4.1.5.2. Concentração

As Tabelas 5 e 9 mostram os resultados da análise da variância e as médias das concentrações de cálcio nas partes da planta de fumo.

Tabela 9 - Concentração de cálcio em função das soluções nutritivas completa e com omissão de cálcio dentro de cada parte da planta

Nutriente	solução	folha velha	folha nova	caule
% Ca	completa	1,19a	0,59a	0,22a
	omissão de Ca	0,66 b	0,20 b	0,05 b

Na Tabela 9, verifica-se que a omissão de cálcio causou uma diminuição no teor deste elemento nas três partes da planta. Estes resultados mostram que o cálcio é um dos nutrientes que mais influem na produção do fumo, pois o peso de matéria seca da planta diminui nas três partes, em relação ao tratamento completo (Tabela 4). Verifica-se, também, que a maior concentração de cálcio ocorre nas folhas

velhas o que confirma a pouca mobilidade deste nutriente na planta.

A concentração de cálcio nas folhas novas deficientes (Tabela 9) foi sensivelmente inferior comparado com os teores encontrados por GARNER *et alii* (1930) e CIBES e SAMUELS (1957), e mais elevado que os apontados por GOROSTIAGA (1966).

4.1.6. Magnésio

4.1.6.1. Sintomas de deficiência

Os sintomas de deficiência de magnésio iniciaram-se 8 dias após a omissão do nutriente. Iniciou-se com a aparição de pequenas manchas amarelas nas margens e ápice das folhas mais velhas, e logo as folhas começaram a se tornar cloróticas com o avanço da clorose nos espaços internervais para o centro da folha. Em estágios mais avançados de deficiência, o tecido tornou-se necrosado a partir das margens e ápice das folhas.

Os sintomas de deficiência obtidos concordam com os observados por GARNER *et alii* (1923), Mc MURTREY (1932, 1933, 1938, 1964), Mc EVOY (1954), CIBES e SAMUELS (1957) e GOROSTIAGA (1966).

4.1.6.2. Concentração

Os resultados de concentração do magnésio nas partes das plantas estão nas Tabelas 5 e 10.

Tabela 10 - Concentração de magnésio em função das soluções nutritivas, completa e com omissão de Mg dentro de cada parte da planta

Nutriente	solução	folha velha	folha nova	caule
% Mg	completa	1,25a	0,79a	0,30a
	omissão de Mg	1,13a	0,67a	0,29a

A concentração de magnésio não foi afetada quando se omitiu este nutriente (Tabela 10), nas três partes estudadas. As concentrações foram mais elevadas nas folhas velhas, seguida das novas.

Apesar de não haver diferença nas concentrações de magnésio, o peso de matéria seca foi afetado, quando se omitiu o nutriente, nos caules e, inclusive, no peso total de matéria seca (Tabela 4).

Nota-se que as folhas mais velhas, no tratamento com omissão de magnésio, apresentaram concentrações mais elevadas, as quais não se correlacionaram com o progredir da deficiência. Este fenômeno foi encontrado por Mc EVOY (1954).

As concentrações de magnésio encontradas no tratamento com omissão do nutriente, foram muito maiores, nas partes da planta, aos encontrados por GARNER *et alii* (1930), Mc EVOY (1954), CIBES e SAMUELS (1953) e GOROSTIAGA (1966).

4.1.7. Enxofre

4.1.7.1. Sintomas de deficiência

Os sintomas de carência de enxofre manifestaram-se vinte dias após o início do tratamento. O efeito da deficiência ocorreu em primeiro lugar nas folhas mais novas, as quais apresentaram uma tonalidade de coloração amarela, com aparecimento em estádio mais avançados, de pequenas áreas necróticas e as pontas das folhas se inclinam no sentido adaxial. As folhas mais novas apresentavam um tamanho reduzido em confronto com as do tratamento completo.

Os sintomas obtidos foram semelhantes aos encontrados por GARNER *et alii* (1923), Mc MURTREY (1933, 1938, 1964), CIBES e SAMUELS (1957) e CHOUTEAU (1962).

4.1.7.2. Concentração.

Nas Tabelas 5 e 11 estão contidos os resultados de concentração de enxofre nas partes da planta de fumo.

Tabela 11 - Concentração de enxofre em função das soluções nutritivas completa e com omissão de enxofre dentro de cada parte da planta

Nutriente	solução	folha velha	folha nova	caule
% S	completa	0,23a	0,20a	0,07a
	omissão de S	0,13 b	0,16a	0,07a

Com a omissão de enxofre, a concentração deste nutriente sã foi afetada nas folhas velhas, quando comparado com as folhas provenientes do tratamento com solução completa (Tabela 11). Não houve efeito do tratamento na produção de matéria seca, sugerindo que a concentração de 0,13% de S seja suficiente não afetando o desenvolvimento da planta.

As concentrações de enxofre, obtidos em folhas novas e velhas, do tratamento com omissão sã inferiores aos citados por NEAS (1953), KAMPRATH *et alii* (1957), em plantas deficientes de enxofre.

4.1.8. Boro

4.1.8.1. Sintomas de deficiência

Os sintomas de deficiência deste nutriente surgiram aos dezoito dias após o início do tratamento. As folhas mais novas apresentavam uma coloração verde-pálida com o tecido da base da folha pouco resistente, causando uma de-

formação das folhas. Os sintomas são concordantes com os descritos por Mc MURTREY (1969), Mc CANTS e WOLTZ (1967) e GUP-TA (1979).

4.1.8.2. Concentração

Os resultados de concentração de boro nas partes da planta estão nas Tabelas 5 e 12.

Tabela 12 - Concentração de boro em função das soluções nutritivas completa e com omissão de boro dentro de cada parte da planta

Nutriente	solução	folha velha	folha nova	caule
% B	completa	112,00a	59,25a	20,50a
	omissão de B	42,50 b	34,25 b	15,50a

Verifica-se pela Tabela 12 que a omissão de boro diminui a concentração do nutriente nas folhas. Entretanto, o peso da matéria seca com a omissão de boro não foi afetado, indicando que as concentrações do elemento nas folhas velhas e novas, respectivamente, são adequadas para o bom desenvolvimento da planta.

Resultados semelhantes foram observados por GANDHI e MEHTA (1959) em folhas apresentando sintomas visuais de carência deste nutriente.

4.2. Ensaio de campo

4.2.1. Crescimento

A Figura 1 contém as equações de regressão referente 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 ocorreu 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 g/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.

$$\begin{aligned}\bar{y}_1 &= -22,147 + 2916542x - 0,102491x^2 + 0,001410x^3 & R^2 &= 99,58\% \\ \bar{y}_2 &= 9,438 - 0,972332x + 0,028396x^2 & R^2 &= 98,10\% \\ \bar{y}_3 &= -18,547 + 2,521178x - 9,316186x10^{-2} + 1,111017x10^{-3}x^3 & R^2 &= 99,83\%\end{aligned}$$

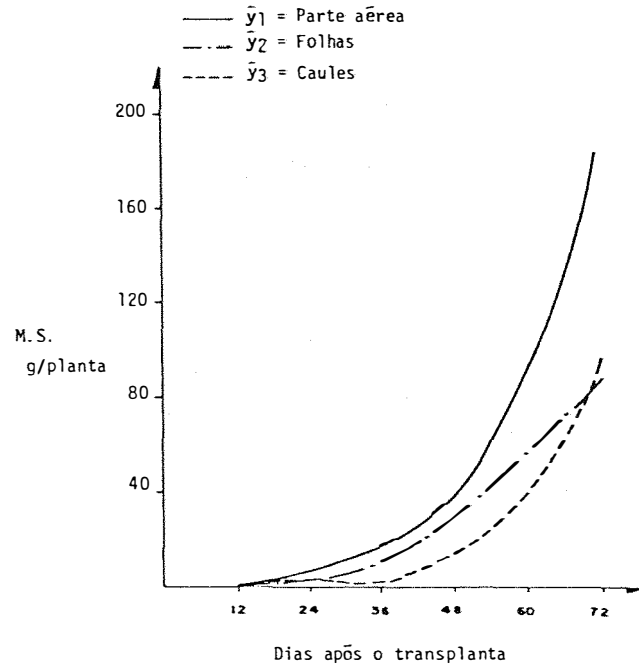


Figura 1 - Acúmulo de matéria seca da parte aérea, folhas e caules do fumo em função da idade da planta.

4.2.2. Concentração de macronutrientes

4.2.2.1. 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 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 maior 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 nu-

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= 1182,0930 + 67,1657x & R^2 &= 50,09\% \\ \bar{y}_2 &= 1097,6917 - 146,2562x + 5,5031x^2 - 0,044468x^3 & R^2 &= 86,90\% \\ \bar{y}_3 &= 333,0617 - 26,7165x + 0,565906x^2 & R^2 &= 70,34\% \end{aligned}$$

\bar{y}_1 = Total
 \bar{y}_2 = Folha
 \bar{y}_3 = Caule

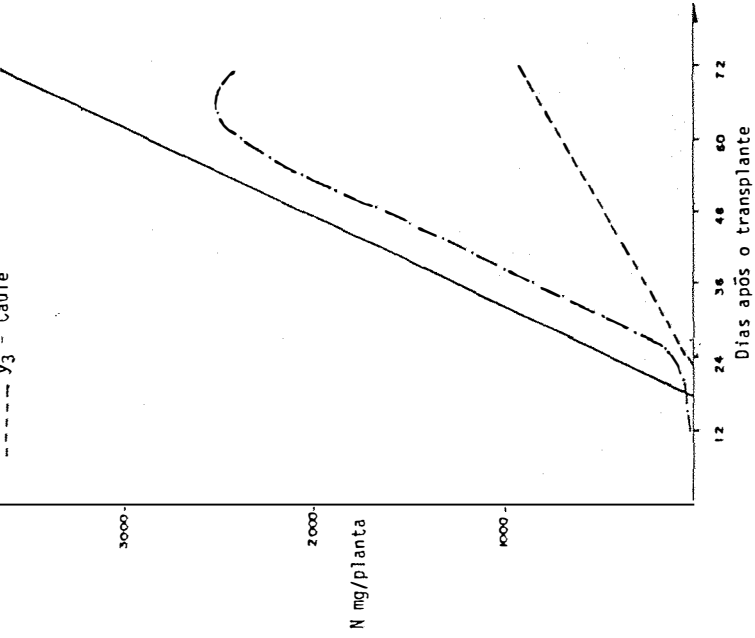


Figura 3 - Acúmulo de nitrogênio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= 3,47 - 3,937996 \times 10^{-2}x + 2,977431 \times 10^{-3}x^2 - 3,520448 \times 10^{-5}x^3 & R^2 &= 98,88\% \\ \bar{y}_2 &= 0,69 + 1,245172 \times 10^{-1}x - 3,095445 \times 10^{-3}x^2 + 2,069669 \times 10^{-5}x^3 & R^2 &= 90,52\% \end{aligned}$$

\bar{y}_1 = Folhas
 \bar{y}_2 = Caules

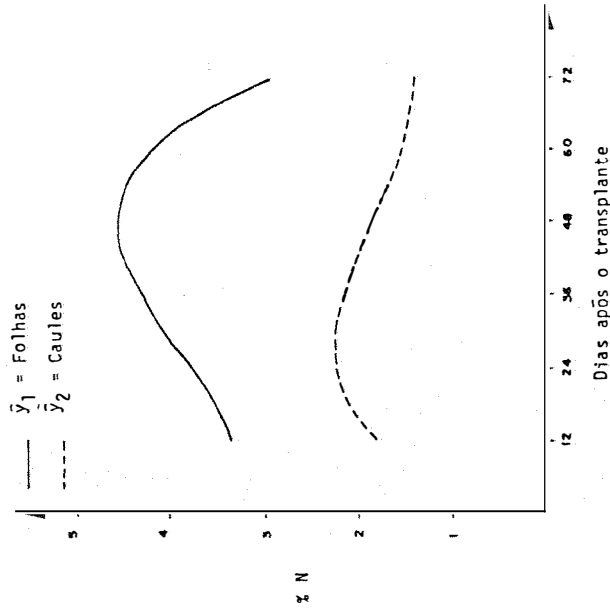


Figura 2 - Concentração de nitrogênio nas folhas e caules do fumo em função da idade da planta

triente 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.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Swanback e Anderson (1947), Anderson (1953) e Swanback e Anderson (1952), citados por HAUCK (1958), onde a linearidade no acúmulo de nitrogênio da parte aérea também foi detectada. Já para Raper e McCants (1966), citados por McCANTS e WOLTZ (1967) o nitrogênio se acumula linearmente do início até a sexta semana após o transplante, estabilizando-

se até a décima terceira semana.

4.2.2.2. 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 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 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 obtive 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 de en-

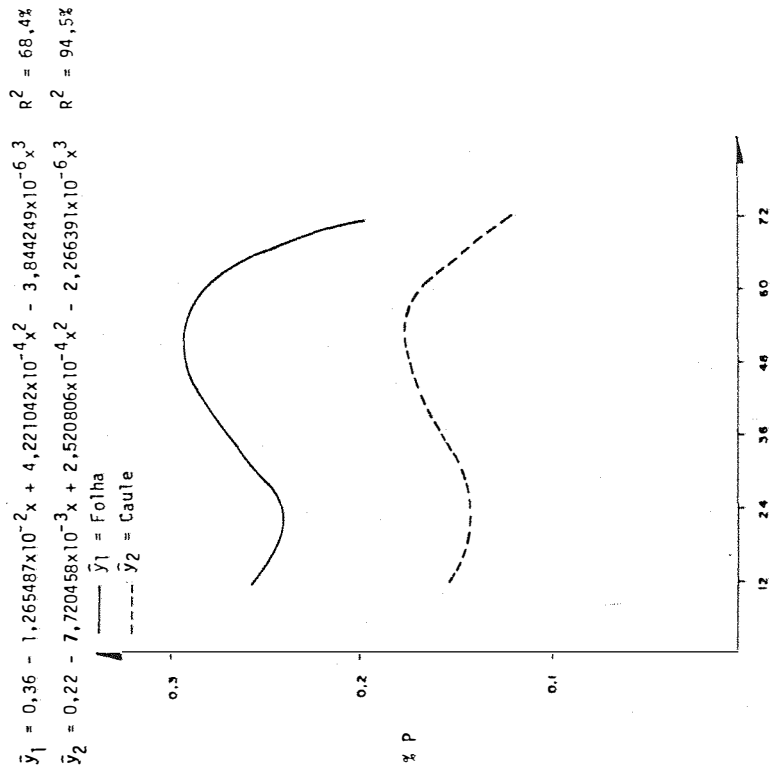


Figura 4 - Concentração de fósforo nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$\bar{y}_1 = 8,5792 - 1,715908x - 0,0790448x^2$ $R^2 = 99,21\%$
 $\bar{y}_2 = 59,3583 - 7,43169x + 0,254822x^2 - 0,180794 \times 10^{-2} x^3$ $R^2 = 98,18\%$
 $\bar{y}_3 = 27,94875 - 2,537094 + 0,0520228x^2$ $R^2 = 98,82\%$

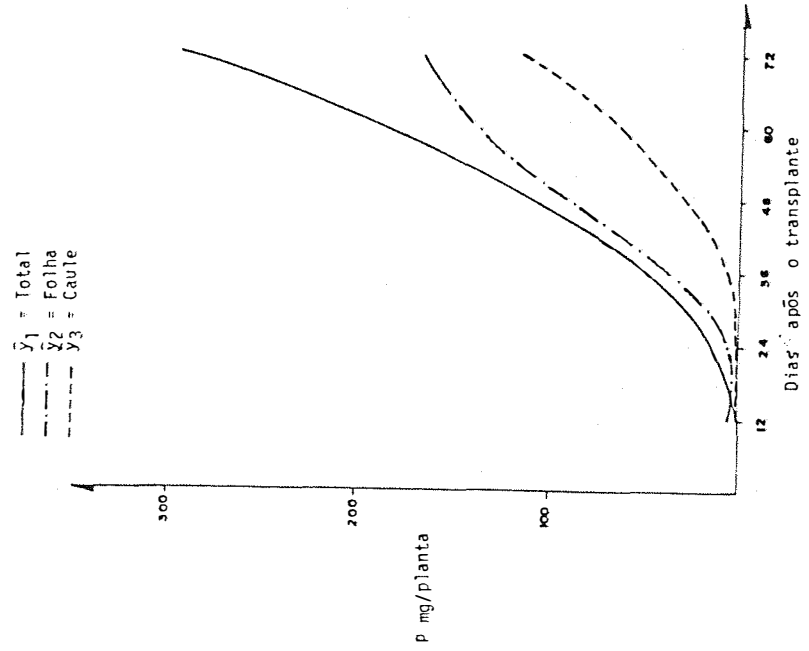


Figura 5 - Acúmulo de fósforo na parte aérea do fumo em função da idade da planta

contrado 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.

Os resultados obtidos por Swanback e Anderson (1947), Anderson (1953) e Swanback e Anderson (1952), citados por HAUCK (1958) e por Raper e McCants (1966), citados por McCANTS e WOLTZ (1967), são semelhantes aos deste trabalho.

4.2.2.3. Potássio

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

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

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

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

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

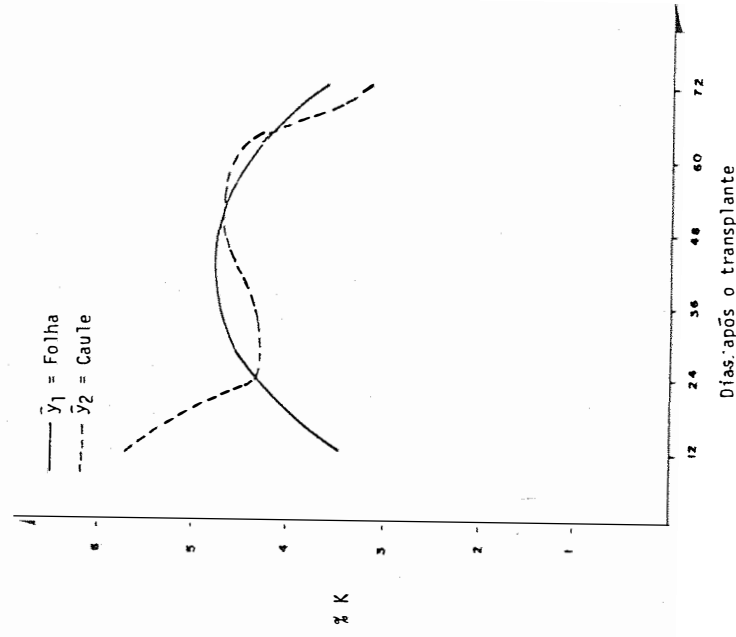


Figura 6 - Concentração de potássio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\hat{y}_1 = 725,7630 - 75,01679x + 2,10811x^2$$

$$R^2 = 99,82\%$$

$$\hat{y}_2 = 45,92074 - 13,44334x + 0,8139884x^2$$

$$R^2 = 98,14\%$$

$$\hat{y}_3 = 679,84225 - 61,57345x + 1,294116x^2$$

$$R^2 = 98,89\%$$

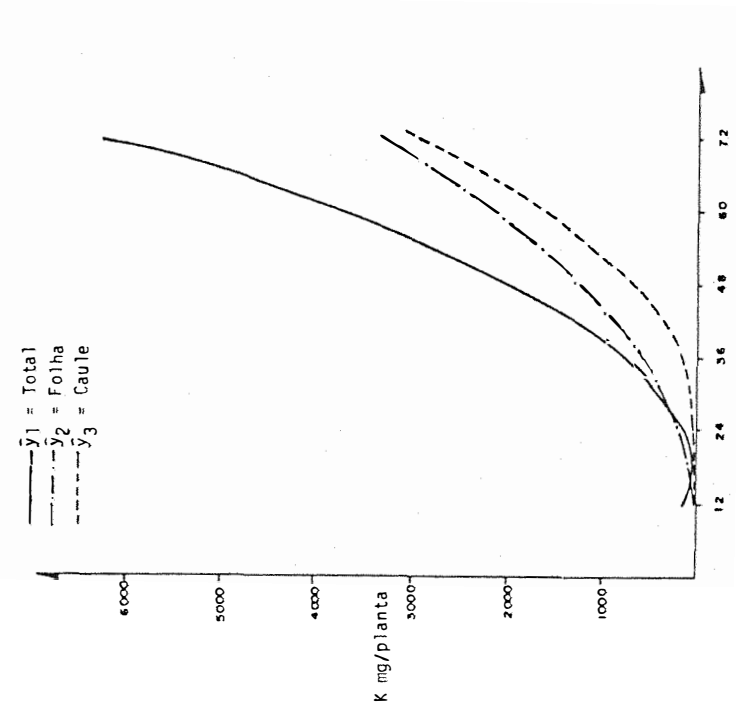


Figura 7 - Acúmulo de potássio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

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 planta, a partir do período de maior velocidade de acúmulo de matéria seca que é aos 48 dias, aproximadamente.

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. Swanback e Anderson (1947), Anderson (1953) e Swanback e Anderson (1952), citados por HAUCK (1958) e também Raper e McCants (1966) citados por McCANTS e WOLF (1967) encontraram resultados semelhantes.

4.2.2.4. 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 cálcio nas folhas aumenta do início até atingir um ponto de máximo aos

$$\hat{Y}_1 = 0,45 + 3,47238 \times 10^{-2} x - 3,844246 \times 10^{-4} x^2 \quad R^2 = 84,76\%$$

$$\hat{Y}_2 = 0,59 - 1,686673 \times 10^{-2} x + 5,894511 \times 10^{-4} x^2 - 5,706662 \times 10^{-6} x^3 \quad R^2 = 97,78\%$$

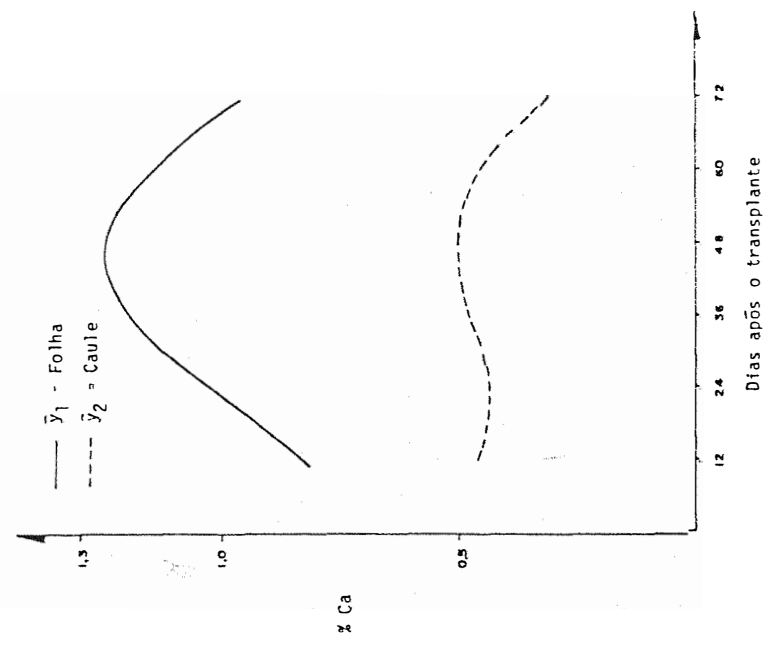


Figura 8 - Concentração do cálcio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

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

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

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

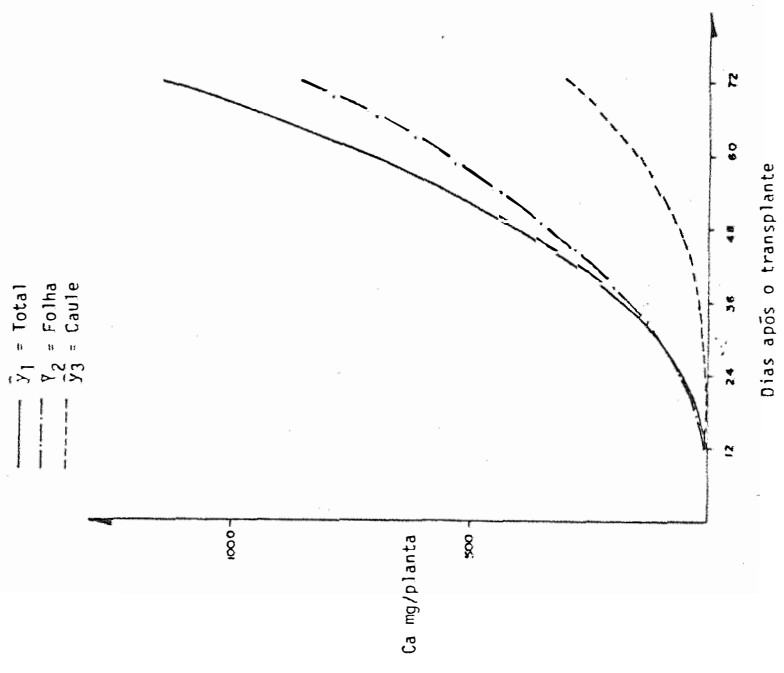


Figura 9 - Acúmulo de cálcio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

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 nas 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 Mc Cants (1966) citados por Mc CANTS e WOLTZ (1967).

4.2.2.5. 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.

$$\hat{y}_1 = 0,22 + 1,609747 \times 10^{-2} x - 2,012029 \times 10^{-4} x^2 \quad R^2 = 94,28\%$$

$$\hat{y}_2 = 0,31 - 1,423253 \times 10^{-2} x + 4,161844 \times 10^{-4} x^2 - 3,589731 \times 10^{-6} x^3 \quad R^2 = 98,51\%$$

— \hat{y}_1 = Folha
 - - - \hat{y}_2 = Caule

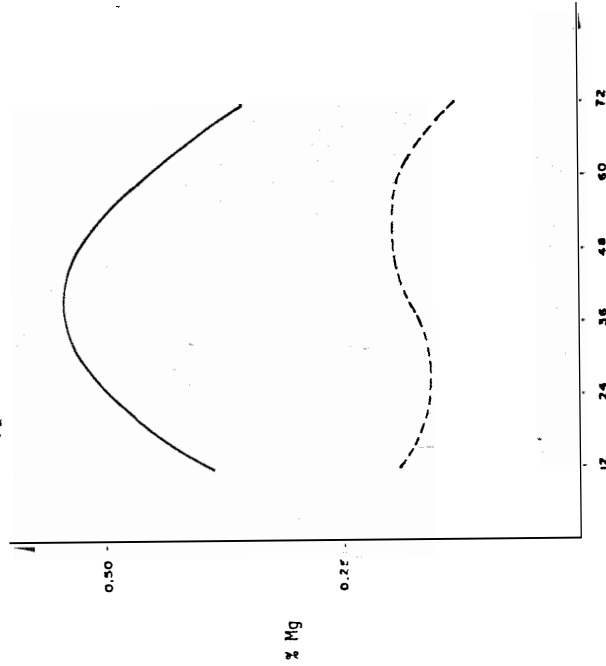


Figura 10 - Concentração de magnésio nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\hat{y}_1 = -16,193499 - 0,173815x + 0,086681x^2 \quad R^2 = 98,94\%$$

$$\hat{y}_2 = 81,705666 - 10,79161x + 0,396848x^2 - 0,00289607x^3 \quad R^2 = 98,94\%$$

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

— \hat{y}_1 = Total
 - - - \hat{y}_2 = Folha
 - - - \hat{y}_3 = Caule

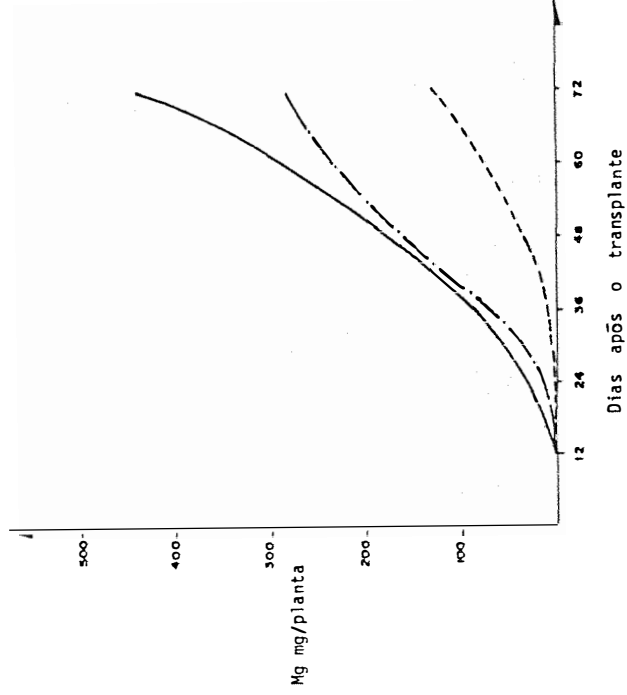


Figura 11 - Acúmulo de magnésio na parte aérea do fumo em função da idade da planta

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 isto, 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.

Como se verifica pela Figura 11, 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 rapi

damente 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 Mc Cants (1966), citados por Mc CANTS e WOLTZ (1967) mostram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

4.2.2.6. 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.

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= 28,73224 - 3,2383x + 9,606118x^2 & R^2 &= 99,55\% \\ \hat{y}_2 &= 3,14325 - 0,803697x + 0,0442196x^2 & R^2 &= 99,15\% \\ \hat{y}_3 &= 25,5890 - 2,434604x + 0,051841x^2 & R^2 &= 97,22\% \end{aligned}$$

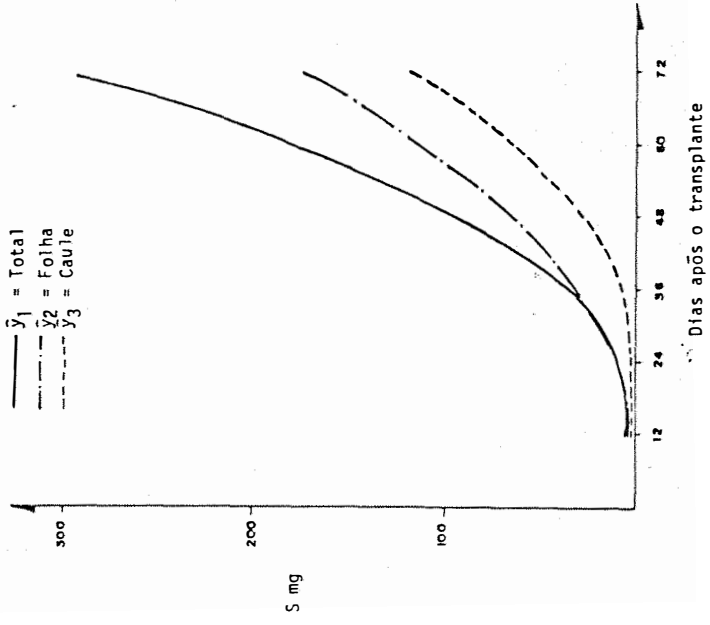


Figura 13 - Acúmulo de enxofre na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= \text{Dados observados} \\ \hat{y}_2 &= 0,45 - 2,935957 \times 10^{-2}x + 7,837991 \times 10^{-4}x^2 - 6,095143 \times 10^{-6}x^3 & R^2 &= 88,95\% \end{aligned}$$

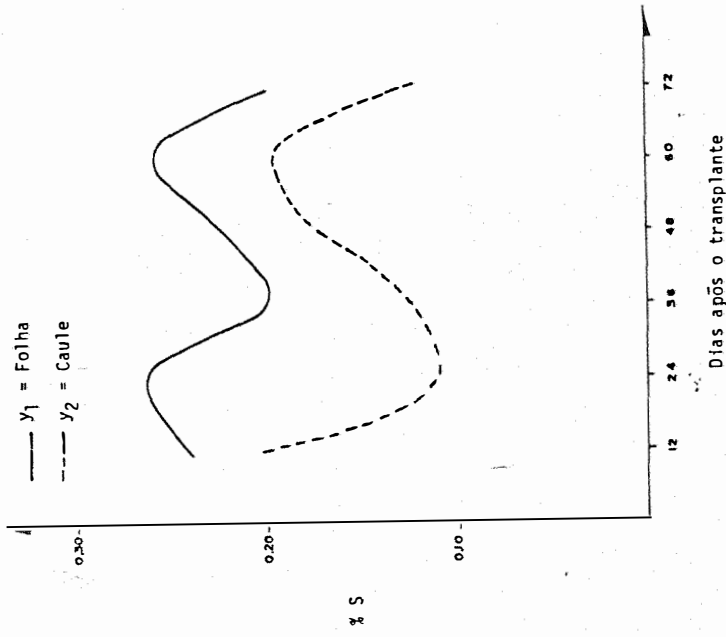


Figura 12 - Concentração de enxofre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

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) (Tabela 1). 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.

4.2.3. Acúmulo de micronutrientes

4.2.3.1. 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 dias (19 ppm) nos caules. Deste período em diante, há uma estabilização na concentração de boro (Figura 14). Este comportamento mostra que a concentração segue um sentido inverso ao acúmulo da matéria seca (Figura 1), indicando claramente um efeito de diluição do nutriente na planta.

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

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

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

\hat{y}_1 = total
 \hat{y}_2 = folha
 \hat{y}_3 = caule

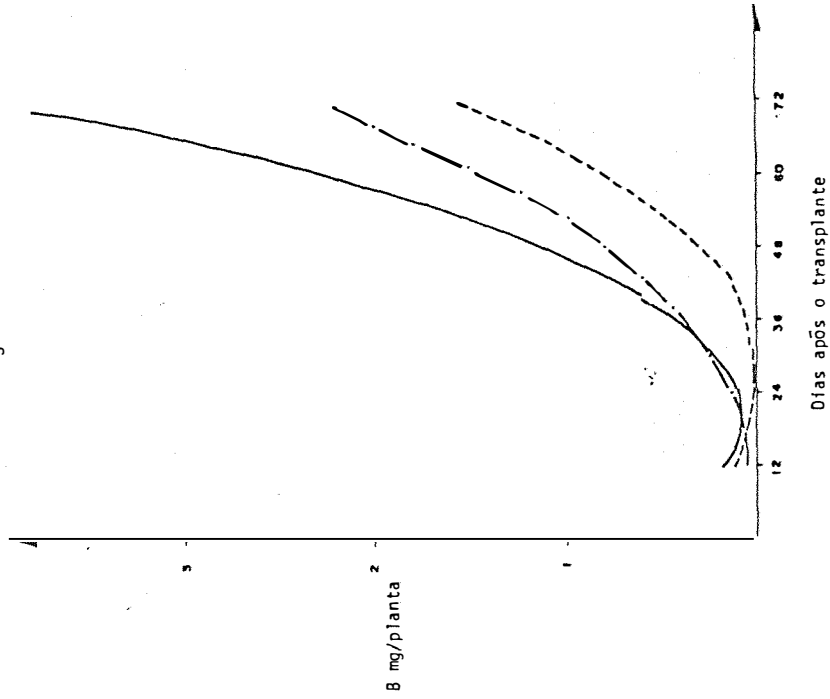


Figura 15 - Acúmulo de boro na parte aérea do fumo em função da idade da planta

$$R^2 = 97,70\%$$

$$R^2 = 97,23\%$$

$$\hat{y}_1 = 65,13 - 1,2556x + 0,9952 \times 10^{-2} x^2$$

$$\hat{y}_2 = 98,67 - 4,4630x + 0,8241 \times 10^{-1} x^2 - 0,5070 \times 10^{-3} x^3$$

\hat{y}_1 = Folha
 \hat{y}_2 = Caule

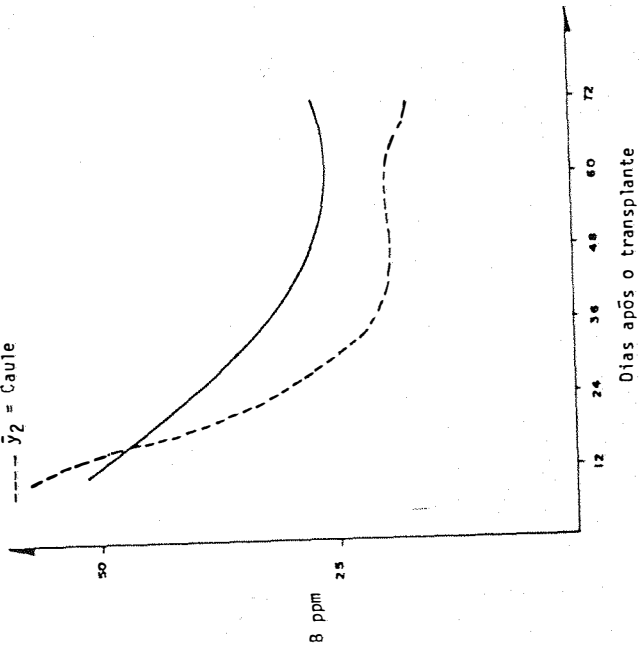


Figura 14 - Concentração de boro nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

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, Jã 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.

4.2.3.2. 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

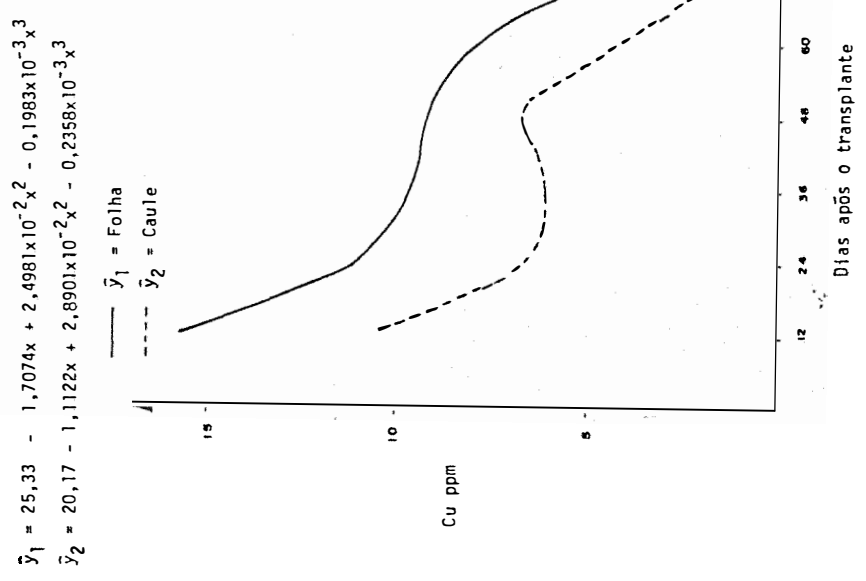


Figura 16 - Concentração de cobre nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$\hat{y}_1 = 0,602916 - 0,07069972x - 0,00230312x^2 - 1,89512 \times 10^{-5}x^3$ $R^2 = 88,28\%$
 $\hat{y}_2 = 0,361583 - 0,04299999x + 0,00144373x^2 - 1,20054 \times 10^{-5}x^3$ $R^2 = 94,72\%$
 $\hat{y}_3 = 0,241333 - 0,02760976x + 0,00085938x^2 - 0,6945784 \times 10^{-5}x^3$ $R^2 = 70,66\%$

— \hat{y}_1 = Total
 - - - \hat{y}_2 = Folha
 - - - \hat{y}_3 = Caule

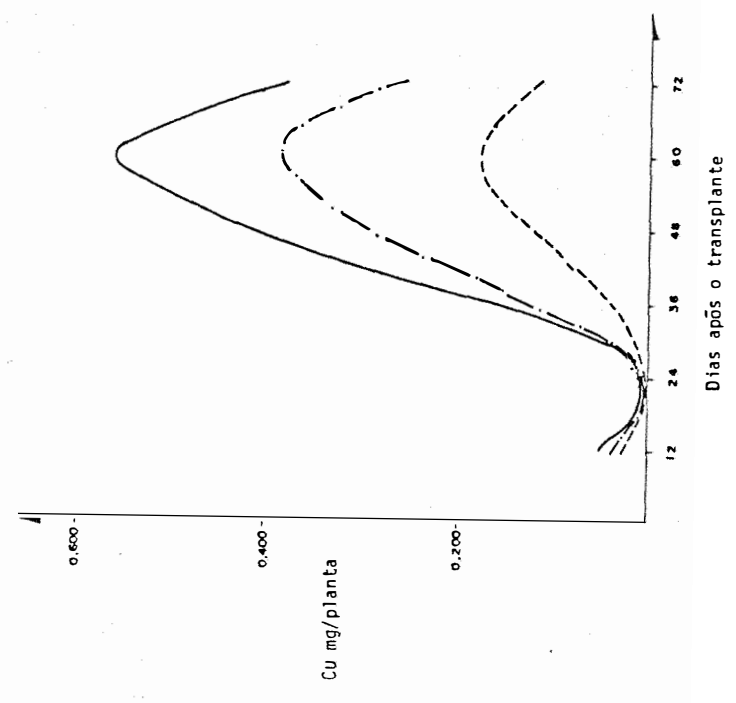


Figura 17 - Acúmulo de cobre na parte aérea do fumo em função da idade da planta

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 cobre acompanha o acúmulo de matéria seca (Figuras 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).

4.2.3.3. 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 nos cau-

$$\hat{y}_1 = 35,34 \times 10^2 - 1,8278 \times 10^2 x + 3,5663 x^2 - 0,02288 x^3 \quad R^2 = 99,73\%$$

$$\hat{y}_2 = -515,49 + 94,5732 x - 2,2993 x^2 + 0,01522 x^3 \quad R^2 = 75,30\%$$

— \hat{y}_1 = Folha
 - - - \hat{y}_2 = Caule

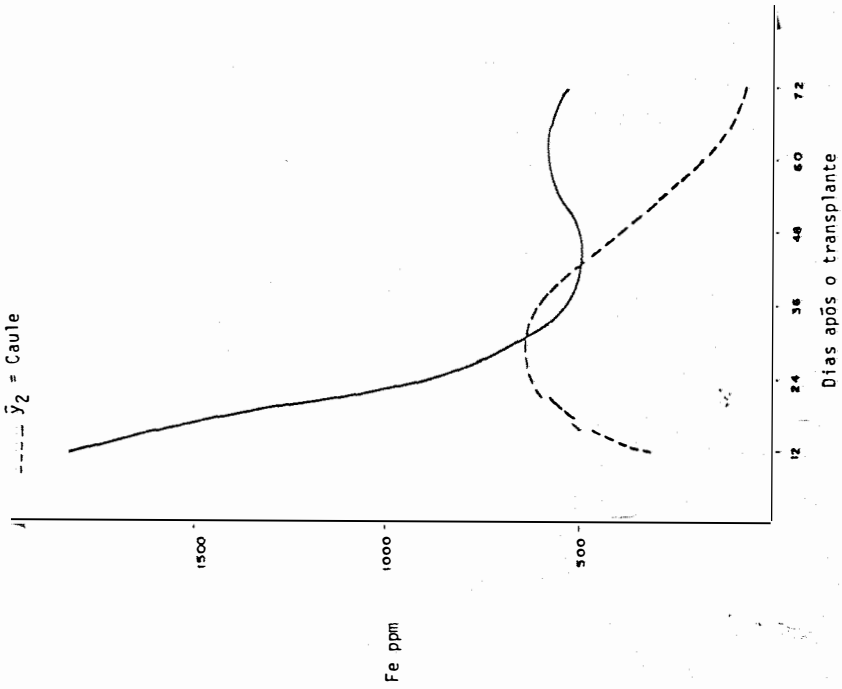


Figura 18 - Concentração de ferro nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

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

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

\hat{y}_3 = Dados observados.

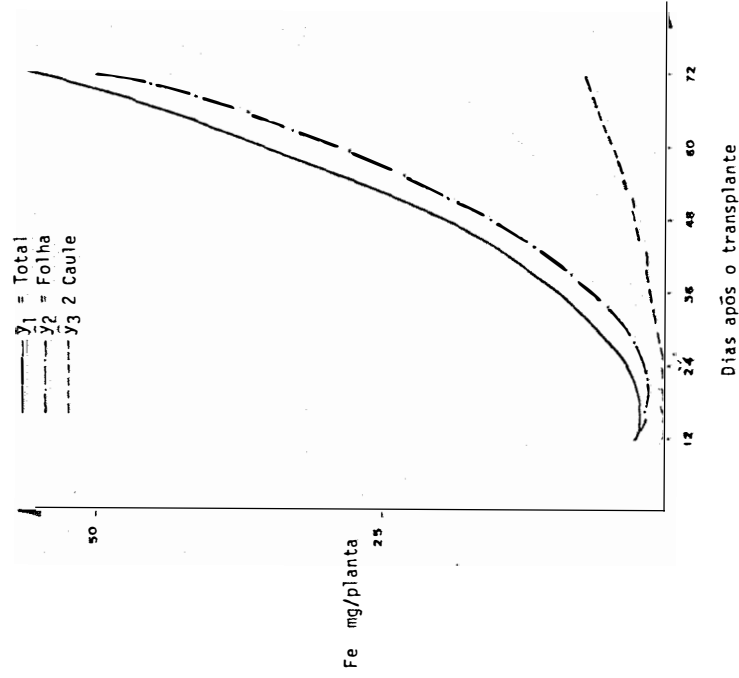


Figura 19 - Acúmulo de ferro na parte aérea do fumo em função da idade da planta

les hã um aumento atẽ os 24 dias para depois decrescer atẽ a ũltima amostragem. Isto mostra que no caule hã um maior acũmulo do nutriente, em relaçaõ ao acũmulo de matẽria seca, no inĩcio do desenvolvimento.

A absorçaõ de ferro nas folhas acompanha livremente o acũmulo de matẽria seca.

Aos 48 dias, aproximadamente onde hã maior velocidade do acũmulo de matẽria seca na planta, as folhas apresentaram teor de 513 ppm de ferro.

JACOBSON (1945) mostra que teores entre 68 e 140 ppm de Fe sãõ 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 acũmulo de ferro acompanha o acũmulo de matẽria seca (Figura 1). Hã, aproximadamente, uma linearidade no acũmulo de ferro a partir dos 24 dias e, praticamente, toda a quantidade do nutriente se acumula nas folhas como mostra a Figura 19.

4.2.3.4. Manganẽs

Os resultados de concentraçaõ de manganẽs estãõ na Figura 20. Verifica-se que a tendẽncia das curvas sãõ semelhantes ãs da concentraçaõ de ferro (Figura 18).

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

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

$\hat{y}_3 =$ Dados observados

$$\hat{y}_1 = 264,08 - 12,5848x + 3,1212 \times 10^{-1} x^2 - 0,23563 \times 10^{-2} x^3 \quad R^2 = 83,65\%$$

$$\hat{y}_2 = -117,49 + 16,55x - 0,3966x^2 + 0,26523 \times 10^{-2} x^3 \quad R^2 = 54,88\%$$

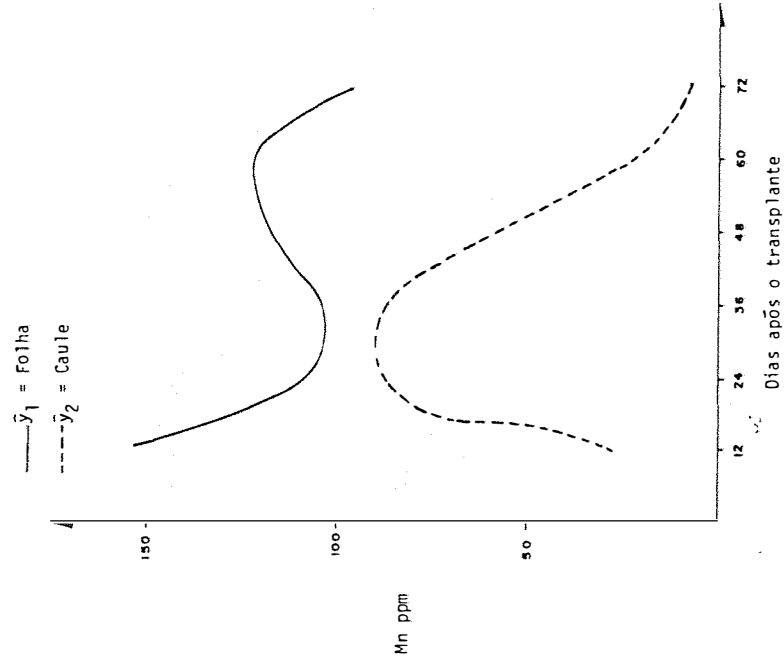


Figura 20 - Concentração de manganês nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

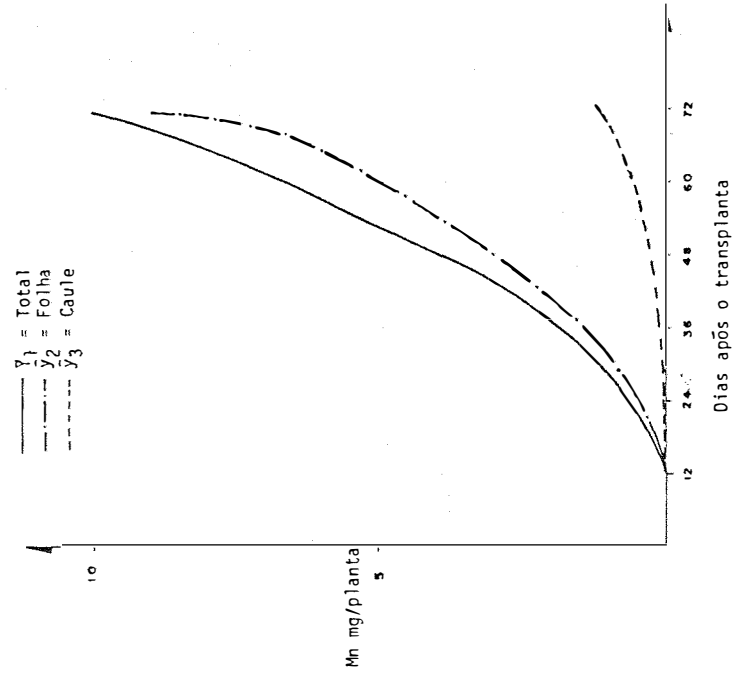


Figura 21 - Acúmulo de manganês na parte aérea do fumo em função da idade da planta

A concentração nas folhas diminuem até os 36 dias, aumentando em seguida até os 60 dias, decrescendo novamente 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 acompanharam o acúmulo de matéria seca da planta, nos dois órgãos da planta.

4.2.3.5. 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).

$$\bar{y}_1 = 125,50 - 7,3981x + 0,20698x^2 - 0,17079x10^{-2}x^3$$

$$\bar{y}_2 = 58,58 - 1,2506x + 0,852554x10^{-2}x^2$$

$$R^2 = 53,62\%$$

$$R^2 = 92,57\%$$

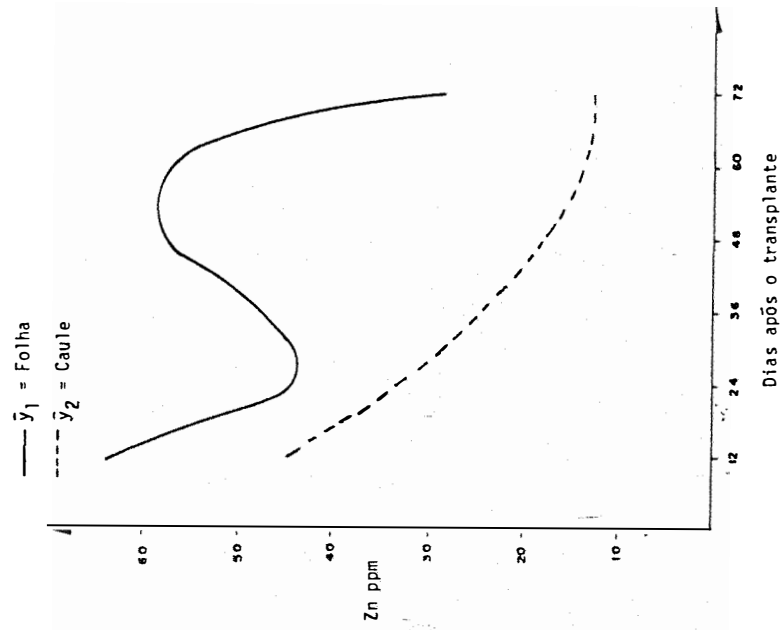


Figura 22 - Concentração de zinco nas folhas e caule do fumo em função da idade da planta

$$\bar{y}_1 = 3,064583 - 0,3546136x + 0,01115518x^2 - 0,860352x10^{-4}x^3$$

$$\bar{y}_2 = 2,8179166 - 0,3317897x + 0,0105675x^2 - 0,842281x10^{-4}x^3$$

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

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

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

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

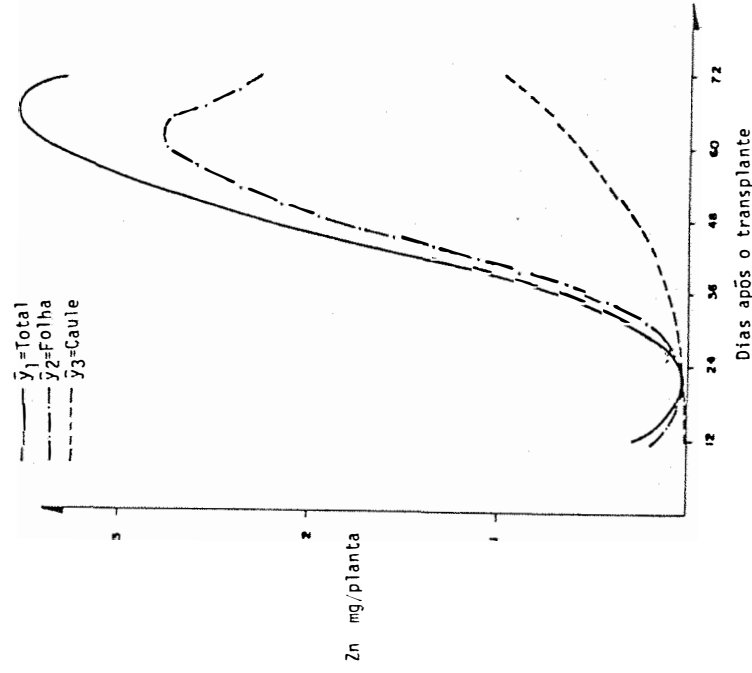


Figura 23 - Acúmulo de zinco na parte aérea do fumo em função da idade da planta

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 o 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.

4.2.4. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes

A Tabela 13 mostra as estimativas dos pontos de máximo do acúmulo de matéria seca e de nutrientes na planta de 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, 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 13. Vários pesquisadores (Tabela 1), estudaram a absorção de nutrientes em plantas de fumo e a maioria obteve resultados semelhantes aos da Tabela 13 (Schmid,1954; Parker, 1952; Boussingault, s/d, citados por HAUCK, 1958).

Tabela 13 - 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

4.2.5. Exportação de nutrientes

As quantidades de nutrientes acumuladas e exportadas pelas folhas estão na Tabela 14.

Para facilidade de interpretação os resultados foram expressos em kg de nutrientes, para uma produção de 1.000 kg de folhas.

O potássio é o nutriente mais absorvido pelo fumo (72 kg), seguido pelo nitrogênio (42 kg).

A extração de nutrientes segue a seguinte ordem: $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu$.

A exportação pelas folhas segue praticamente a mesma ordem: $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu$ (Tabela 14).

Tabela 14 - 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

4.2.6. Diagnose foliar

A Tabela 15 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 15 podem ser considerados suficientes 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 conforma Parker, citado por HAUCK (1958) e do Brasil, 1.300 kg/ha.

Tabela 15 - Concentrações de nutrientes, nas folhas do fumo aos 48 dias após o transplante, com produção de 1.439 kg de folhas/ha

Macro-nutrientes	%	Micro-nutrientes	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		

5. CONCLUSÕES

5.1. Ensaio em solução nutritiva

- a) A omissão de N, P, K, Ca e Mg no substrato afetou a produção de matéria seca da parte aérea da planta.
- b) Os sintomas visuais de deficiência são bem definidos e de fácil caracterização para todos os nutrientes estudados.
- c) Os níveis com deficiência e sem deficiência, obtidos nas folhas novas foram, respectivamente:
N% = 1,23 e 3,06; K% = 1,88 e 3,25; Ca% = 0,20 e 0,59; B ppm = 34,25 e 59,25.

5.2. Ensaio em condições de campo

- a) A maior velocidade de acúmulo de matéria seca ocorreu próximo aos 48 dias após o transplante.
- b) As concentrações mínimas ocorreram de modo geral, 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 pela planta seguiu a ordem; $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu$.
- d) A exportação de nutrientes pelas folhas seguiu a ordem: $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu$.

6. LITERATURA CITADA

- ABIFUMO. 1981/83. Associação Brasileira da Indústria do Fumo. Ed. Assessoria de Comunicação Social, Rio de Janeiro-R.J. 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.
- BORTNER, C.E. 1935. Toxicity of manganese to Turkish tobacco in acid Kentucky soil. Soil Sci. 39:15-22.
- 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. 1944. 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; C.W. BACON e E.G. MOSS. 1923. Sand drown, a chlorose of tobacco to magnesium deficiency, and the relation of sulphate and chloride of potassium to the disease. Jour. Agr. Res. Vol. 23.
- 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.
- GARNER, W.W.; C.W. BACON; J.D. BOWLING e D.E. BROWN. 1934. The nitrogen nutrition of tobacco. U.S.D.A., Washington, D.C. Techn. Bull. nº 414.
- GOROSTIAGA, L.O.E. 1966. Efeitos das deficiências de macronutrientes no crescimento e na composição mineral do fumo (*Nicotiana tabacum* L.) var. M.A. 1 81p. (Tese de Mestrado-ESALQ-USP).
- GUPTA, V.C. 1979. Boron nutrition of crops. Advances in Agronomy. New York, Academy Press, Vol. 31. 300p.
- 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.
- JACOBSON, L. 1945. Iron in the leaves and chloroplasts of some plants in relation to their chlorophyll content. Plant Physiol. Michigan, 20:233-245.
- JONES, H.E. e G.D. SCARSETH. 1944. The calcium-boron balance in plants, as related to boron needs. Soil Sci, Baltimore, 57:15-24.
- JORDAN, H.V. e C.E. BARDSLEY. 1958. Response of crops to sulfur on Southeastern soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22:254-256.
- KAMPRATH, E.J.; W.J. NELSON e J.W. FITTS. 1957. Sulfur remove from soils by field crops. Agron. Jour. 49:289-293.
- KRUGER, W. e G. WIMMER. 1927. Ernährungsverhältnisse. Anbau, Düngung und Krankheiten der Zuckersübe. Mitteilungen der Anhaltischen Versuchsstation Bernburg. 60-65p.
- LAGATU, H. e L. MAUME. 1935. Variations des rapports physiologiques en correlation avec la maladie du jeu sauvage chez la jouille du tabac. Compt. Rend. Acad. Sci., Paris. 201: 374-376.
- Mc CANTS, C.B. e W.G. WOLTZ. 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. Advances in Agronomy. New York, Academic Press, 211-65.

- Mc EVOY, E.T. 1944. Studies on the optimum nutrition of flue-cured tobacco. Scientific Agriculture. Vol. 25. p.489.
- Mc EVOY, E.T. 1954. The relation of ammonium and sulphate ions to magnesium deficiency in tobacco. Canadian Jour. Agr. Sci. 34:281.
- Mc EVOY, E.T. 1955. Interaction of sodium and potassium on growth and mineral content of flue-cured tobacco. Canadian Jour. Agr. Sci. 35:294-299.
- Mc MURTREY, J.E. 1929. Nutritional deficiency studies on tobacco. Journal of the American Society of Agronomy. Vol. 21. p.142.
- Mc MURTREY, J.E. Jr. 1931. Relation of calcium and magnesium to the growth and quality of tobacco. Jor. Amer. Soc. Agron. 23:1051-1052.
- Mc MURTREY, J.E. Jr. 1932. Relation of calcium and magnesium to the growth and quality of tobacco. Jour. Soc. Agron. 24:707-716.
- Mc MURTREY, J.E. Jr. 1933. Distintive effects of the deficiency of certain essential elements on the growth of tobacco plants in solution cultures. U.S.D.A., Washington, D.C. Tech. Bull. 10:340.

- Mc MURTREY, J.E. Jr., 1938. Symptoms on field-grown tobacco characteristic of the deficiency supply of each of several essential chemical elements. U.S.D.A. Washington, D.C. Techn. Bull. n^o 612.
- Mc MURTREY, J.E. Jr., 1964. Nutrient deficiencies in tobacco. In: Hunger signs in crops. 3a. ed. A Symposium. Publ. by Amer. Soc. Agron. and Nat. Fert. Ass. Washington, D.C.
- MENGEL, K. e E.A. KIRBY. 1982. Principles of plant nutrition. Berne, International Potash Institute. 655p.
- MORGAN, M.F. 1929. Tobacco as an indicator plant in studying nutritional deficiencies of soil under greenhouse conditions. Jour. Amer. Soc. Agron. 21(2):130-136.
- MOSS, E.C. 1929. Nutritional problems of bright tobacco. Jour. Amer. Soc. Agron. 21(2):137-141.
- 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.
- PIMENTEL GOMES, F. 1973. Curso de estatística experimental. 5a. ed. São Paulo, Nobel. 430p.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP. ESALQ/USP. 56p.
- SARRUGE, J.R. 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1:231-233.
- SCHIFFER, L. 1959. The effect of increased and gradual potassium fertilization on yield and quality of tobacco.
- SWANBACK, T.R.; O.E. STREET e P.J. ANDERSON. 1933. Tobacco substation at Windsor: the relation of calcium to the growth of tobacco. Connecticut State Agr. Expt. Sta. Bull. 350:473-478.
- RINCKNELL, R.C.; J.P. LOPEZ RITAS e H. AYALA. 1962. La deficiencia de potasio en el Estado. Portuguesa. Fertilité, 16:23-31.
- WALLACE, A. e E. FROLICH. 1965. Phosphorus deficiency symptoms in tobacco and transpirational water loss. Nature 208(5016):1231.

WEDIN, W.F. e B.E. STRUCKMEYER. 1959. Effects of chloride and sulfate ions on the growth, leaf-burn, composition, and anatomical structure of tobacco (*Nicotiana tabacum*). Plant Physiol. 33:133-139.

WOLF, F.A. 1935. Nutritional disease. In: Tobacco. Diseases and decays. Duke Univ. Press. Durham, N. Carolina.