

FUNDAÇÃO CARGILL

ADUBAÇÃO FOLIAR

VOLUME II

COORDENADORES

Antonio Enedi Boaretto

Ciro Antonio Rosolem

2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR
BOTUCATU, 28 de setembro a 1º de novembro
1987

ADUBAÇÃO FOLIAR

VOLUME II

COORDENADORES

ANTÔNIO ENEDI BOARETTO

Eng.Agr., M.S., Dr., Livre Docente e Adjunto; Prof. Titular ,
Dept. de Ciências do Solo, da FCA/UNESP, Botucatu, SP; Prof. As-
sociado, Seção de Nutrição Mineral de Plantas, CENA/USP, Pi-
racicaba.

CIRO ANTÔNIO ROSOLEM

Eng.Agr., M.S., Dr. e Livre Docente; Prof. Titular, Departa-
mento de Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

FUNDAÇÃO CARGILL
CAMPINAS, SP, BRASIL
1989

1a. tiragem de 900 exemplares
Nº 159, dois volumes, abril de 1989

FUNDAÇÃO CARGILL

SEDE : São Paulo, SP, BRASIL

ESCRITÓRIO : rua Álvaro Müller 370 VILA ITAPURA
13 023 CAMPINAS SP BRASIL

Boaretto, Antonio Eneidi, coord.

Adubação foliar, coordenado por Antônio Eneidi Boaretto e Ciro Antônio Rosolem. Campinas, Fundação Cargill, 1989

x(vol.I) e vii(vol.II), 669p., ilus -
trado, 21 cm

Rosolem, Ciro Antonio, coord.

CDU 631.8
633

SUMÁRIO DO VOLUME II

PÁGINA

A ADUBAÇÃO FOLIAR DAS CULTURAS

10) ADUBAÇÃO : CONCEITUAÇÃO E PRÁTICA. BOARET- TO, A.E. & ROSOLEM, C.A.	301
1. INTRODUÇÃO	301
2. ADUBAÇÃO FOLIAR CORRETIVA	302
3. ADUBAÇÃO FOLIAR SUBSTITUTIVA	305
4. ADUBAÇÃO FOLIAR COMPLEMENTAR	305
5. ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR NO ESTÁDIO RE- PRODUTIVO	310
6. CONCLUSÃO	315
BIBLIOGRAFIA CITADA	317
11) USO DE ISÓTOPOS EM ESTUDOS DE ADUBAÇÃO FO- LIAR. MURAOKA, T. & BOARETTO, A.E.,.....	321
1. INTRODUÇÃO	321
2. ISÓTOPOS RADIOATIVOS (RADIOISÓTOPOS)	322
3. ISÓTOPOS ESTÁVEIS	323
4. TÓPICOS DE ADUBAÇÃO FOLIAR ESTUDADOS COM ISÓTOPOS RADIOATIVOS ESTÁVEIS	324
4. CONCLUSÃO	332
BIBLIOGRAFIA CITADA	334
12) ADUBAÇÃO FOLIAR EM CAFÉ. HIROCE, R. & DE- CHEN, A.R.	335
1. CONCLUSÕES	357

LITERATURA	Página
LITERATURA CITADA	358
13) ADUBAÇÃO FOLIAR EM CITROS. MELARE, J.R.	367
1. INTRODUÇÃO	367
2. PROGRAMA DE APLICAÇÃO	369
14) ADUBAÇÃO FOLIAR EM FRUTÍFERAS DE CLIMA TEM- PERADO. BASSO, C. & WILMS, F.W.W.	371
1. INTRODUÇÃO	371
2. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS PERENES .	372
3. ESTADO NUTRICIONAL DOS POMARES	375
4. ADUBAÇÃO FOLIAR	377
5. LITERATURA CITADA	388
15) DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E ADUBAÇÃO FOLIAR DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA. BRAGA, F.G.	393
1. ORIGEM DA VIDEIRA	393
2. APARECIMENTO DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA	394
3. IMPORTÂNCIA DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA.....	394
4. DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS	395
5. ADUBAÇÃO FOLIAR	397
BIBLIOGRAFIA	399
16) ADUBAÇÃO FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR. COLETI, J. T.	401
1. HISTÓRICO	401
2. DESENVOLVIMENTO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA USINA SÃO JOSÉ	405
3. COMENTÁRIOS FINAIS	411

	Página
BIBLIOGRAFIA CITADA	414
17) ADUBAÇÃO FOLIAR EM ALGODÃO. LACA-BUENDIA, J. P.	417
1. INTRODUÇÃO	417
2. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DO ALGODOEIRO	420
3. RESPOSTA DO ALGODOEIRO À ADUBAÇÃO FOLIAR COM NPK	420
4. RESPOSTA DO ALGODOEIRO À FERTILIZAÇÃO FOLIAR COM MICRONUTRIENTES (BORO, ZINCO, MANGANÊS, FERRO, COBRE E MOLIBDÊNIO)	449
5. RESPOSTA DO ALGODOEIRO À FERTILIZANTES FOLIARES PREPARADOS COMERCIALMENTE	465
6. CONCLUSÕES	482
REFERÊNCIAS	485
18) ADUBAÇÃO FOLIAR DO FEIJOEIRO. ROSOLEM, C.A. & BOARETTO, A.E.	499
1. INTRODUÇÃO	499
2. NUTRIÇÃO MINERAL	499
3. SISTEMA RADICULAR.....	501
4. ADUBAÇÃO FOLIAR	501
5. CONCLUSÃO	509
LITERATURA CITADA	509
19) ADUBAÇÃO FOLIAR EM SOJA. ROSOLEM, C.A. & BOARETTO, A.E.	513
1. INTRODUÇÃO	513
2. NITROGÊNIO	515

	Página
3. FÓSFORO	519
4. POTÁSSIO	520
5. CÁLCIO	520
6. MAGNÊSIO E ENXOFRE	523
7. BORO E ZINCO	524
8. CLORO, COBRE E FERRO	526
9. MANGANÊS	527
10. MOLIBDÊNIO E COBALTO	529
11. FORMULAÇÕES MISTAS	533
12. CONCLUSÃO	536
REFERÊNCIAS	537
20) ADUBAÇÃO FOLIAR EM MANDIOCA. DANTAS, J.P. .	547
1. INTRODUÇÃO	547
2. ADUBAÇÃO FOLIAR EM MANDIOCA	548
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	551
BIBLIOGRAFIA	556
21) ADUBAÇÃO FOLIAR DE CULTURAS TUBEROSAS. NA- KAGAWA, J. & BRINHOLI, O.	557
1. INTRODUÇÃO	557
2. EFEITOS DE FONTES FORNECIDAS VIA FOLIAR ..	558
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	579
BIBLIOGRAFIA CITADA	582
22) ADUBAÇÃO FOLIAR EM TRIGO . SIQUEIRA, O.J.F.	587
1. INTRODUÇÃO	587
2. ASUBAÇÃO FOLIAR : RESULTADOS E PERSPECTIVAS	594
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	607

	Página
23) ADUBAÇÃO FOLIAR EM HORTALIÇAS. BOARETTO, A.E. & ROSELEM, C.A.	617
1. INTRODUÇÃO	617
2. CORREÇÃO OU PREVENÇÃO DE DEFICIÊNCIAS NU- TRICIONAIS	620
3. ADUBAÇÃO FOLIAR SUBSTITUTA DA ADUBAÇÃO .. VIA SOLO	628
4. ADUBAÇÃO FOLIAR ESTIMULANTE OU SUPLEMEN- TAR	636
5. ADUBAÇÃO FOLIAR COMPLEMENTAR	642
6. OUTROS EXPERIMENTOS	643
7. CONCLUSÕES	645
8. BIBLIOGRAFIA	646
24) CULTURA DO MORANGUEIRO (<i>Fragaria x ana-</i> <i>nassa</i> DUTCH.): NUTRIÇÃO MINERAL, CORRE- ÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO FOLIAR. CASTELLA- NE, P.D.	651
1. INTRODUÇÃO	651
2. ASPECTOS GERAIS SOBRE A CULTURA	652
3. NUTRIÇÃO MINERAL DO MORANGUEIRO	654
4. CORREÇÃO DO SOLO	657
5. ADUBAÇÃO FOLIAR	660
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	665
7. LITERATURA CITADA	665

A ADUBAÇÃO FOLIAR DAS CULTURAS

ADUBAÇÃO FOLIAR: CONCEITUAÇÃO E PRÁTICA

Antonio Eneidi Boaretto¹
Ciro Antonio Rosolem¹

INTRODUÇÃO

Postula-se que a vida vegetal teve seu início na água, onde são encontradas ainda a maioria das espécies. No habitat original as plantas tinham a sua disposição todos os fatores vitais necessários. Quando as plantas, por evolução, passaram a vegetar fora da água, as partes das mesmas especializaram-se em funções diferentes. Assim, as folhas se tornaram os órgãos especializados em fotossíntese, as raízes em fixação, etc. Entretanto, no processo evolutivo as folhas não perderam sua capacidade de absorver água e sais minerais. É nesta característica atávica das folhas que se baseia a alimentação dos vegetais via partes aéreas, principalmente folhas.

Os trabalhos pioneiros foram iniciados em fins do século passado por Griss (1844), Bohn (1877), Mayer (1874), Hiltner (1909), segundo HALLIDAY (1961).

Em trabalhos de pesquisa recentes, utilizando-se de isótopos estáveis e radioativos, são feitas medidas apu-

¹ Engº Agrº, MS, Dr., Livre-Docente.
Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP.
18.600 - Botucatu - SP, Cx. Postal 237.
Tel. (0149): 22-3883.

radas da absorção e transporte dos nutrientes vegetais aplicados sobre folhas, possibilitando ainda distinguir a contribuição da absorção via foliar e via radicular ao total do nutriente contido no vegetal.

Desde os trabalhos pioneiros, passando por trabalhos científicos recentes e o uso rotineiro de absorção foliar, um longo caminho foi percorrido. Hoje a adubação foliar é utilizada no mundo inteiro em diferentes culturas, com certos objetivos específicos a serem alcançados. No Brasil esta técnica é conhecida como adubação foliar ou adubação extra-radicular e em outras línguas como: "foliar feeding, nutrient absorption by above-ground plant parts, extra-radical feeding, foliar manure, nonroot feeding, nutrient spray, foliage feeding, extra-root nutrition, foliar fertilization, foliar application of fertilizers" (inglês); "blattdüngung (alemão); "concimazione fogliare" (italiano); "abonado foliar" (espanhol), etc.

Assim como a adubação tradicional via solo e sistema radicular tem um objetivo definido, específico, ou seja complementar a nutrição da planta em quantidade e qualidade em relação ao que o solo pode fornecer, também a adubação foliar precisa ser definida, estudada e utilizada com objetivos específicos. De outra forma corre-se o risco de resvalar para a panacéia, para o remédio de todos os males, para a charlatanice.

Desta forma, neste capítulo procura-se definir situações e condições em que a adubação foliar tem sido proposta e utilizada com maior ou menor sucesso.

ADUBAÇÃO FOLIAR CORRETIVA

A fertilização foliar iniciou-se com o objetivo de corrigir deficiências de micronutrientes. Alguns exemplos são tirados de BOYNTON (1954), uma das primeiras revisões de literatura sobre o assunto.

FERRO: O primeiro uso comercial de pulverização de

sulfato de ferro, foi para corrigir clorose foliar em abacaxicultura no Havaí, em solos onde o ferro encontrava-se em baixa disponibilidade, devido a concentração extremamente alta de manganês. Neste trabalho verificou-se que solução aquosa contendo de 2 a 8% de sulfato ferroso possibilitou a recuperação temporária da clorose e que o período de eficiência de uma única pulverização variou com o grau de indisponibilidade de ferro no solo e a vegetação de planta.

ZINCO: Em citros, aplicações de vários compostos de zinco, na concentração de 1,15 libras de zinco metálico ou mais por 100 galões de água, possibilitou completa recuperação de deficiência de zinco, num período de 1 a 3 anos. Nestes solos, mesmo com maciças doses de sais de zinco aplicados no solo, era frequente a eficiência parcial ou total desta adubação na correção da clorose característica da deficiência de zinco. (1 kg = 2,205 libras e 1 galão = 0,264 litros).

COBRE: Relatou-se que a mistura de 8 libras de $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ mais 8 libras de Ca(OH)_2 em 100 galões de água, aplicada 30 dias antes do florescimento do citros, não permitiu o aparecimento dos sintomas de deficiência características e aumentou a produção, o tamanho e quantidade de frutos no ano da aplicação.

No Brasil a partir de 1973, foram constatadas deficiências de Cobre em cafezais do Estado de São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, principalmente quando instalados em Latossolo Vermelho Amarelo. A aplicação de Cu nestes casos tem demonstrado um "efeito tônico" do nutriente (CRUZ Fº & CHAVES, 1985; ADUAY, 1973). Assim, foi desenvolvida a "Calda Viçosa", um produto contendo, Cu, Zn, Mg, B, N e Ca, que foi utilizada com resultados muito promissores (CRUZ Fº & CHAVES, 1985).

MANGANÊS: A aplicação de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ em citros, na Califórnia e Flórida (USA), na concentração de 2 a 4 libras/100 galões de água, possibilitou a completa recuperação da clorose característica e previniu o desenvolvimento de sintomas nas partes novas da planta no ano da aplicação.

BORO: A deficiência do boro em salsão, plantado em solo orgânico pode ser evitada pela inclusão de borax em concentração de 2 a 3 libras por 100 galões de água, juntamente com fungicidas.

MOLIBDÊNIO: Relatou-se que respostas satisfatórias foram mostradas por citros que exibiam sintomas de deficiência de molibdênio com 1 pulverização de molibdato de sódio, na concentração de 100g/100 litros de água.

Estes exemplos tomados de BOYNTON (1954), de CRUZ Fº & CHAVES (1985) e de ADUAY (1983) tem a finalidade de mostrar que adubação foliar corretiva é usada quando se constata a deficiência nutricional e aplica-se o nutriente específico. Portanto, a adubação foliar corretiva deve ser efetuada num determinado momento e seu efeito é de curta duração, pois caso as causas de deficiência não sejam superadas, é possível que a deficiência nutricional se faça sentir novamente à medida que a planta retome o seu desenvolvimento.

É possível usar a adubação foliar preventiva, quando se sabe que um determinado nutriente (na maioria dos casos micronutrientes) é deficiente no solo e que sua aplicação neste não é efetiva. É o caso, por exemplo, de deficiência de zinco em cafezais, plantados em solos argilosos pois nestes a aplicação no solo não corrige a deficiência. Recomenda-se a pulverização de sulfato de zinco a 0,6%, em alto volume. A baixo volume, somente para cafezais adultos, pode-se empregar solução até 12,5 % de sulfato de zinco, havendo neste caso a necessidade de se neutralizar a solução com hidróxido de cálcio a razão de 20% do peso de sulfato de zinco. Pode-se aplicar 3 kg do sal por pulverização por hectare, estando o número de aplicações dependente do grau de deficiência apresentado pelo cafezal (IBC, 1981).

Um aspecto particular da adubação corretiva é quando se utiliza da mesma como fator auxiliar na recuperação de plantas que foram submetidas a alguma forma de "stress", como é o caso de adubação foliar com nitrogênio em cafeeiros que foram submetidos a geada ou recuperação de algodoads que sofreram com granizo. Um outro

aspecto ainda é a utilização do cloreto de potássio, aplicado em solução sobre as folhas de cafeeiro para protegê-lo de uma possível geada. Esta prática se fundamenta no fato que quanto mais alta a concentração de sais na seiva mais baixo e seu ponto congelamento, possibilitando a planta escapar do efeito prejudicial da geada quando esta ocorre numa determinada faixa de temperatura.

Os produtos específicos que podem ser recomendados para a adubação foliar corretiva e/ou preventiva estão na tabela 1. Eventualmente podem ser adicionados à solução compostos que atuem sinergicamente com o elemento problema. As indicações são gerais e devem ser testadas, entretanto as mesmas não tem causado dano quando a umidade relativa do ar é alta (> 60%).

ADUBAÇÃO FOLIAR SUBSTITUTIVA

Não se deve pensar que a adubação foliar possa substituir o fornecimento de nutrientes via solo, embora admitam alguns autores que, em casos isolados, é possível demonstrar que a exigência nutricional pode ser suprida via exclusivamente foliar. Por exemplo, considerando-se um cafeeiro de 4 anos de idade, em produção, que receberia uma adubação de 100-50-100 g/cova de N - P_2O_5 - K_2O e que se possa aplicar 2 l/cova de solução a 2,5% de adubo. Os adubos utilizados poderiam ser: uréia, monoamônio fosfato e sulfato de potássio. Seriam necessários então: 200 g de uréia + 100 g de MAP + 200 g de sulfato de potássio/cova, totalizando-se 500 g de adubo. Seriam necessários portanto 10 aplicações de adubo foliar para suprir a exigência, restando saber se na prática isso seria viável economicamente.

ADUBAÇÃO FOLIAR COMPLEMENTAR

Neste caso uma parte do adubo é aplicado via solo convencionalmente, sendo completada pela aplicação fo-

Tabela 1. Recomendações para a correção de deficiências por via foliar (MALAVOLTA, 1981; ROSOLEM, 1984).

Deficiência	Cultura	Produto	Concentração (1) kg/100 l.
N	Abacaxi	Uréia	3 - 0,12
	Algodão		1 - 1,5
	Batatinha		2 - 2,5
	Cafeeiro		2,5
	Cana-de-açúcar		1,25 - 3,0
	Banana, manga, chá		1,25 - 3,0
	Macieira		0,50 - 0,75
	Tomateiro		2,0 - 2,5
P	Cafeeiro	Superfosfato simples	1
	Cana-de-açúcar	MAP	0,5 - 2,0
K	Cafeeiro	Cloreto, sulfato,	0,5
		nitrato	
	Citrus	Sulfato	0,6 - 1,2
		Nitrato	3,0 - 1,2
Ca	Aipo	Cloreto	1,8 - 2,4
	Tomateiro		0,6 - 2,4

Cont.

Tabela 1. Continuação.

Deficiência	Cultura	Produto	Concentração(1) kg/100 l.
Mg	Aipo, citrus, macieira tomateiro, cafeeiro	Sulfato	1 - 2
B	Aipo, alfafa, beterraba, crucíferas, frutíferas, cafeeiro	Ácido bórico Borax	0,1 - 0,3 0,3 - 0,5
Cu	Hortaliças, frutíferas, cafeeiro	Sulfato, calda bordalesa	0,2 - 0,5
Mn	Aipo, citrus, feijões, soja, tomateiro	Sulfato	0,4 - 0,8
Mo	Citrus, couve-flor, repolho	Molibdato de sódio ou amônio	0,05 - 0,09
Zn	Plantas anuais Plantas perenes	Sulfato	0,25 - 0,40 0,60 - 1,00

(1) kg do produto/100 l de água, sendo que o 2º número se refere a aplicações a alto volume.

liar. É comum este tipo de adubação na lavoura de café e citrus, onde os macronutrientes são aplicados via solo e os micronutrientes necessários são aplicados nas folhas. Entretanto é discutível a aplicação de boro, via foliar em cafeeiro.

Em cana-de-açúcar tem sido utilizados com sucesso a adubação foliar complementar, aplicada por avião. Neste caso são utilizadas aplicações a baixo volume, com formulações contendo melaço. Segundo LORENZETTI & COLLETTI (1981) este sistema proporcionou as seguintes vantagens: redução das doses de adubos lixiviáveis no plantio e cultivo de soqueira; fazer cobertura nitrogenada e potássica na época de maior necessidade da planta, havendo a possibilidade de omiti-la em áreas comprovadamente bem nutridas; aplicação de fósforo nas soqueiras, na época de maior necessidade. Os autores apresentaram os gastos com fertilizantes, no período de 1976 a 1979, da Usina São José, em Macatuba, em termos de toneladas de cana necessários para pagar a despesa com fertilizantes, laboratórios, transporte de adubo e aplicação aérea, tratorizada e manual (tabela 2).

Tabela 2. Custo comparativo da adubação de cana-de-açúcar durante a implantação do sistema de adubação foliar complementar na Usina de São José, Macatuba - SP. (LORENZETTI & COLLETTI, 1981)

SAFRA	ÁREA ADUBADA 1.000 ha	CUSTO t cana/ha
1976	18	9,71
1977	20	5,48
1978	21	6,86
1979	23	5,83

Uma possibilidade a ser melhor explorada é a utilização de nitrogênio em cobertura via foliar.

Apesar da prática não ser efetiva em tomateiro estaqueado (BOARETTO, 1982), ela tem sido recomendada para determinadas situações em algodoeiro (BONNER, 1985) nos Estados Unidos e na Índia (SINGH et alii, 1970). ROSOLEM et alii (1982) demonstraram que existe potencial para a substituição da adubação nitrogenada em cobertura por aplicações foliares de uréia em feijoeiro, com economia de fertilizante, em determinadas situações. Na cultura do trigo tem sido obtidas respostas semelhantes em termos de produtividade aplicando-se de 1/3 (ARNOLD & DILL, 1967) a 1/2 (JAIN & RATHI, 1972) da dose usada convencionalmente ao solo.

Hã, entretanto, resultados em que adubação foliar complementar não proporcionou aumentos de produção, como por exemplo no algodoeiro (SILVA, 1969) além de outros exemplos citados por ROSOLEM (1984).

Outra maneira de encarar a adubação complementar é apresentada por CAMARGO & SILVA (1975). Trata-se de um sistema constituído de no mínimo 3 pulverizações, que tem a finalidade de fornecer os nutrientes básicos, de acordo com as exigências nutricionais de cada etapa de vida dos vegetais. Neste sistema hã 3 formulações básicas: nitrogenada, fosfatada e potássica, contendo cada uma delas os 3 macronutrientes primários, mas em proporções diferentes, de tal forma que a primeira seja rica em N, a segunda em P e a terceira em K. Isso porque segundo SILVA (1981), que cita Peterburgüishi, para cada fase da vida vegetal, hã um nutriente que é absorvido em maior proporção. Assim, na fase de crescimento, desde a germinação até antes do florescimento, a planta exigiria mais nitrogênio, o fósforo seria o mais requerido na fase do florescimento e o potássio na frutificação. Por esta razão o ideal seria a pulverização com o adubo mais rico em N, P e K em cada estágio de desenvolvimento citado. Neste sistema, a recomendação seria de diminuição de aproximadamente 20% da adubação convencional via solo e esta adubação que falta seria complementada por 3 pulverizações, de acordo com as fases de desenvolvimento da cultura. As formulações seriam: a) fase de crescimento ou vegetação: 25-05-05; 30-10-10; 13-04-09; 30-00-00

etc. b) fase de floração: 13-30-15; 08-16-08; 10-20-10 etc. c) fase de frutificação: 15-15-30; 15-15-30; 05-05-15; 20-05-30 etc.

Entretanto, não se encontrou na literatura trabalhos que dessem sustentação à teoria apresentada, e muito menos à prática recomendada por esse autor.

A adubação foliar complementar pode ainda ter efeito sobre a qualidade do produto.

Uma queda no teor de cálcio dos frutos devido à diluição por crescimento ou por um decréscimo na concentração do cálcio fisiologicamente ativo é um passo decisivo na maturação (MATTOO & LIEBERMAN, 1977). A maturação está condicionada à produção de etileno, e esta é estimulada em tecidos deficientes em Ca, podendo ser diminuída pelo tratamento do fruto com cálcio (LOUGHEED *et alii*, 1979). De fato foi demonstrado que pulverizações com cálcio podem melhorar a qualidade de maçãs (BREMER *et alii*, 1986).

ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR NO ESTÁDIO REPRODUTIVO

Segundo os preconizadores desta técnica, GARCIA & HANWAY (1976) a formulação deve conter N, P, K e S, que seriam os nutrientes que se translocam para as sementes em maior quantidade. A formulação obedece aproximadamente a relação entre os nutrientes da semente. O objetivo não é suprir nutrientes que são deficientes no solo, mas cultivar a cultura em solos com suprimento adequado de nutrientes disponíveis e então aplicar os nutrientes da formulação mencionada na fase de "enchimento dos grãos". Isto porque há evidências experimentais que, durante a fase de "enchimento dos grãos", os fotossintatos produzidos são canalizados primeiramente para as sementes em desenvolvimento, sendo o suprimento via raízes limitado. Os nutrientes absorvidos através das raízes não são suficientes então para suprir as necessidades de desenvolvimento das sementes, então N, P, K e S são translocados

das folhas para os grãos em desenvolvimento, ocorrendo a senescência rápida das folhas. Desta forma, a reposição dos nutrientes via foliar poderia manter a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que deverá refletir-se em termos de produção de grãos.

O trabalho de VASILAS et alii (1980) demonstra que realmente, grande parte do N aplicado via foliar é translocado para as sementes. Ressalta-se que o adubo foliar contendo ^{15}N foi preparado com uréia, polisfosfato de potássio e sulfato de potássio, suprindo 21,0 + 2,2 + 7,0 + 1,2 kg/ha de N + P + K + S respectivamente, em cada um das aplicações. As adubações foliares foram repetidas 4 vezes entre os estádios R5 e R7. (tabela 3).

Tabela 3. Efeitos da fertilização foliar sobre a produção de grãos (VASILAS et alii, 1980).

TRATAMENTO	PRODUÇÃO DE GRÃOS	
	1976 "cv Willian"	1977 "cv Kent"
	----- kg/ha -----	
testemunha	3.294 a	3.203 a
P + K + S	3.846 a	3.794 ab
^{15}N + P + K + S	3.470 a	3.248 b

A utilização do ^{15}N aplicado no ano de 1977 encontra-se na figura 1, mostrando que na colheita foi recuperado quase 70% do ^{15}N aplicado, sendo que a maior parte (+ 62%) deste encontrava-se nos grãos; correspondendo este 18% do N total.

Ressalta-se que o tratamento N + P + K + S causou queimaduras nas folhas da soja nos dois anos, o que não ocorreu com o tratamento sem a uréia.

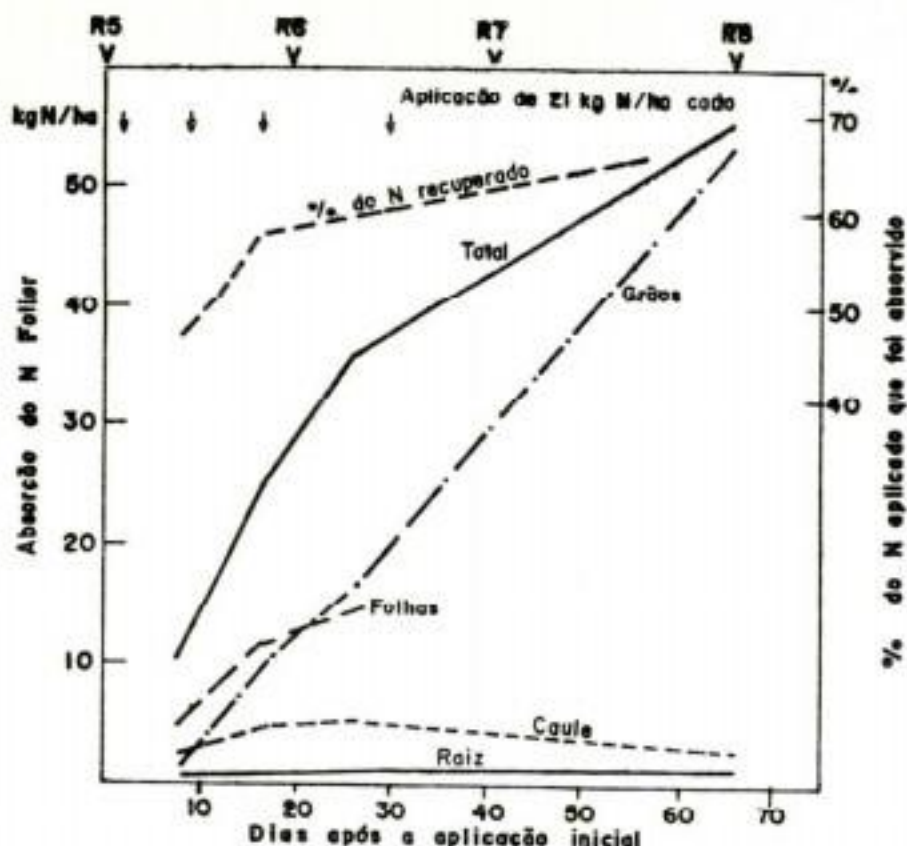


Figura 1. Efeito da aplicação de nitrogênio na absorção e redistribuição do elemento na planta durante a formação dos grãos (Rosolem, 1984; adaptado de VASILAS *et alii*, 1980).

Desde o trabalho de GARCIA & HANNAY (1976), vários outros trabalhos foram feitos e obtiveram respostas de produção, enquanto outros demonstraram ser não efetiva esta prática (ROSOLEM, 1984). No Brasil também tem sido obtidos resultados contraditórios quando se utiliza a formulação N + P + K + S. Os resultados positivos mostram que este tipo de adubação foliar tem potencial, mas os resultados negativos indicam que muito ainda deve ser pesquisado antes que se possa fazer recomendação generalizada. A fitotoxicidade da solução usada parece ser um dos fatores mais limitantes no uso da adubação foliar suplementar no estágio reprodutivo, como mostram os resultados de MURAOKA & NEPTUNE (1977).

ADUBAÇÃO FOLIAR SUPLEMENTAR ESTIMULANTE

Segundo ROSOLEM (1984) este tipo de adubação foliar foi proposto baseando-se nos trabalhos de Humbert (1963) e Trenkel **et alii** (1976), os quais verificaram que formulações NPK, em determinadas proporções, quando aplicadas às folhas em pequenas doses, proporcionavam aumentos nas quantidades de nutrientes nas plantas que eram superiores às quantidades aplicadas, concluindo-se pela existência de um efeito estimulante da adubação foliar na absorção radicular (tabela 4) daí o nome de estimulante suplementar, e que seria um investimento a mais.

Tabela 4. Adubação foliar suplementar estimulante.
(TRENKEL **et alii**, s/d)

TRATAMENTO		PRODUÇÃO DE ARROZ	DIFERENÇA
		kg/ha	kg/ha
Testemunha		5000	-
4 aplicações de 10-4-7 (31/vez)		5450	450

NUTRIENTES EM 12 l DE 10-4-7		NUTRIENTES CONTIDOS EM 450kg DE ARROZ	DIFERENÇA
N	1450 g	7500 g	6050 g
P ₂ O ₅	580 g	2000 g	1420 g
K ₂ O	1015 g	10500 g	9485 g

Este tipo de adubação foliar seria recomendada para culturas vigorosas de alta produtividade e, portanto, sem carência nutricional. Segundo PRIMAVESI (1980), as culturas nessas condições podem reagir à adubação foliar estimulante, geralmente mais que as culturas deficientes.

tes, pois esta prática teria a finalidade, de garantir a produção pendente, em períodos de ocorrência de "stress" nutricional.

Para TRENKEL *et alii* (s/d) esta adubação foliar representa uma ajuda de curta duração, mas muito eficaz aos processos de crescimento e desenvolvimento da cultura e é errôneo recomendar este tipo de adubação foliar para as culturas de baixo rendimento.

A eficácia da adubação foliar estimulante esta na dependência de se utilizar uma formulação, denominada pelos preconizadores de "fisiologicamente equilibrada" a qual deve ter relação entre $N : P_2O_5 : K_2O$ de $1 : 0,07 : 0,4$, correspondendo a uma formulação tipo 14-4-7, a qual seria diluída em água e aplicada com frequência. Argumentam que esta proporção entre os macronutrientes primários corresponde ao conteúdo médio ou ao conteúdo adequado nas folhas da maioria das culturas, considerando também os coeficientes de absorção foliar de 90-55 - 90% para o N-P-K respectivamente e que esta relação foi testada em muitos experimentos na Estação Experimental Agroquímica Limburgerhof, Alemanha. Nessa formulação adicionam-se quantidades variáveis dos micronutrientes, porque as culturas de grande produtividades, exigem também um suprimento adequado desses.

Existem duas situações segundo PRIMAVESI (1980) em que este tipo de adubação pode ser recomendada. A primeira, através de pulverizações regulares de pequenas quantidades de adubo foliar nas culturas programadas para a alta produtividade com fluxo adequado de nutrientes via radicular, além do trato fitossanitário perfeito. Neste caso executar-se-ia de 4 a 8 aplicações de 2 a 4 l/ha aplicação da formulação líquida 14-4-7, durante a fase vegetativa mais intensiva da cultura. Serve para evitar uma queda brusca na curva real da cultura que poderia ocorrer pelo déficit gerado por um consumo maior que o fornecimento radicular, como por exemplo, durante a fase de florescimento, enchimento de grãos ou mesmo num período de seca. A figura 2 ilustra esse aspecto. Uma segunda situação que poderia empregar esta técnica seria quando a cultura foi adubada convenientemente, mas o sistema radicular foi

impedido de desenvolver-se ou por impedimento físico ou inibido pela elevada concentração de nutrientes localizados no início da cultura. Neste caso são realizadas de 2 a 6 pulverizações de 5 a 12 l/ha/aplicação de formulação 14-4-7. A frequência e o volume de nutrientes por aplicação varia com a necessidade de cultura, dependendo do porte, vigor, carga de flores e frutos, condições climáticas, etc., devendo ser dosada de tal modo que evite injúrias foliares ou queda de flores, frutos, etc.

Há relatos na literatura de efeito positivo da adubação foliar suplementar estimulante, como o apresentado na tabela 5, tirado do PRIMAVESI (1980).

Tabela 5. Resposta do algodoeiro "IAC-16" a adubação foliar estimulante (PRIMAVESI, 1980).

TRATAMENTO	SOLO SUPERFICIAL SOLTO		SOLO C/ SUBSOLO ADENSADO	
	kg/ha	índice	kg/ha	índice
Testemunha	2483	100	2233	100
14-4-7(1)	3234	130	2317	104

(1) 4 l/ha/aplicado aos 40-60-800-100 dias.

Entretanto a maioria dos trabalhos publicados no Brasil, nos quais se utilizou a adubação foliar estimulante não surtiu o efeito desejado (RÓSOLEM, 1984).

CONCLUSÃO

A utilização da adubação foliar corretiva sempre terá seu lugar. A utilização de micronutrientes parece consolidada para as culturas perenes e tem potencial para expansão.

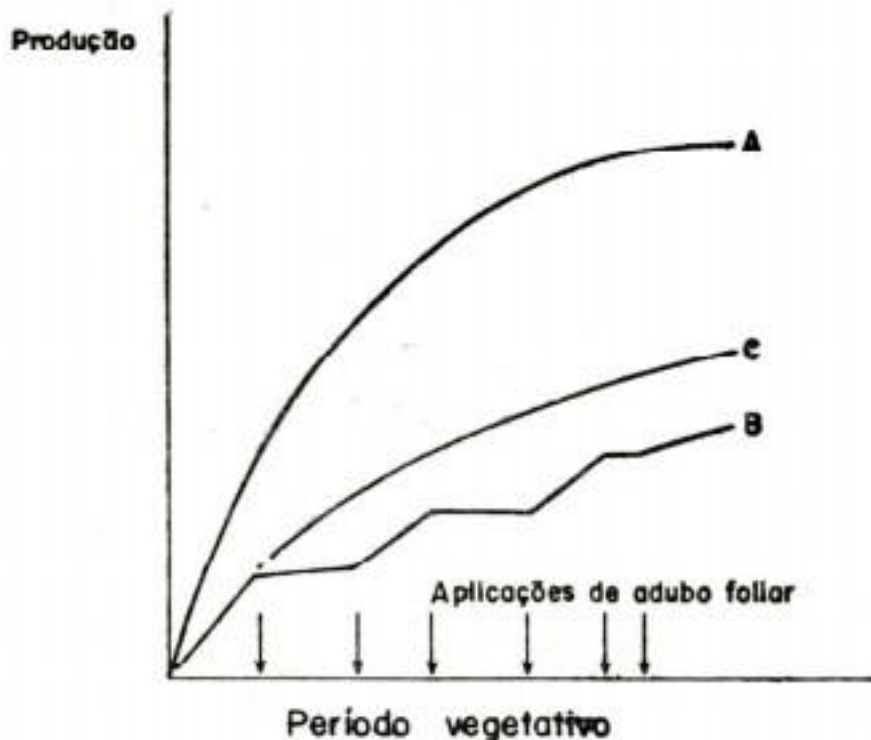


Figura 2. Rendimento assegurado pela adubação foliar estimulante.

A utilização de adubação foliar complementar a adubação via solo tem um potencial muito grande, mas é necessário conhecer a viabilidade econômica de sua aplicação e prática.

A adubação foliar com diferentes formulações para cada estágio de desenvolvimento das culturas carecem de fundamento e experimentação para se comprovar a hipótese, embora respostas positivas sejam muito pouco prováveis.

A adubação foliar no estágio de enchimento dos grãos parece ter potencial, desde que seus mecanismos sejam devidamente entendidos e existam os produtos adequados. Por outro lado a experimentação realizada no Brasil até o presente desaconselha a utilização da adubação foliar estimulante.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADUAY, E.A. Effects of copper fungicide sprays on soil and leaf nutrient composition and yield of coffee trees. *Turrialba*, 25(2): 132-137. 1975.
- ARNOLD, G.H. & DIL, Z.R. Late top-dressing of winter wheat by means of aerial spraying with urea. *Neth. Nitrogen Tech. Bull.*, 5, 28p. 1967.
- BOARETTO, A.E. Adubação foliar em Tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) Estaqueado. Botucatu-SP, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, 1982. 183 p. (Tese de Livre-Docência).
- BONNER, C.M. Cotton production recommendations. Coop. Ext. Serv., Univ. of Arkansas. 1985. 39 p.
- BREMER, H.; MAYER, W. & TERSCHÜREN, H.J. Field trials with wuxal suspensions on apples. In: Alexander, A. *Foliar Fertilizations*, Martinus Nijhoff Publ., 1986. p. 293-309.
- BOYNTON, D. Nutrition by foliar application. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 4: 31 - 54. 1954.

- CAMARGO, P.N. & SILVA, O. Manual de Adubação Foliar. São Paulo-SP, Ed. e Distribuidora Herba Ltda, 1975. 258 p.
- CRUZ, F.; J. da C.; CHAVES, J.M. **Calda Viçosa no Controle da ferrugem do Cafeeiro**. Univ. Fed. de Viçosa. 1985. 22 p. (Boletim Técnico nº 51).
- GARCIA, R.L. & HANWAY, J.J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. Agron. J. 68: 653-657. 1976.
- HALLIDAY, D.J. Foliar application of major nutrients of fruit and plantation crops. Outlook on Agriculture, London, 3(3): 111-115, 1961.
- IBC. Ministério da Indústria e Comércio. Cultura de Café no Brasil: Manual de recomendações. Instituto Brasileiro do Café, 1981, 503 p.
- JAIN, N.K.; RATHI, K.S. Economics of soil and foliar feeding of nitrogen to fall wheat. **Indian Journal of Agricultural Research**, 6(4): 259-262. 1972.
- LORENZETTI, J.M. & COLETTI, J.T. Adubação foliar em cana-de-açúcar. Uma experiência da Usina São José. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1º, FEPAF, Botucatu. Anais, FEPAF, Botucatu, 1981, p. 32-50.
- LOUGHEED, E.C.; MURR, D.P.; MILLER, S.R. Effects of Calcium and daminozide on ethylene production and softening of apple fruits. **Experimentae**, 35: 43 - 45. 1979.
- MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo-SP, Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MATTOO, A.K.; LIEBERMAN, M. Localization of the ethylene-synthetizing system in apple tissue. **Plant Physiol.** 60: 794-799. 1977.

- MURAOKA, T. & NEPTUNE, A.M.L. Effect of day time on foliar spraying of several levels of nitrogen fertilizer, NPKS solutions and its components, on common bean levels. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, 34: 493-495, 1977.
- PRIMAVESI, O. Resultados de Nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: BOARETTO, A.E. & ROSOLEM, A.E., coord. *Anais do I Simpósio de Adubação Foliar* (4 a 8 de agosto de 1980), Botucatu-SP. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP.
- ROSOLEM, C.A. Adubação Foliar. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Anais do Simpósio sobre fertilizantes na Agricultura Brasileira*, 1984, p. 419-449.
- ROSOLEM, C.A.; MARCHADO JR.; BALDUCCI Jr.; J.J.; HING, L.T. Adubação foliar do feijoeiro (*Paseolus vulgaris* L.). II Efeitos do nitrogênio com e sem cobertura nitrogenada. *Anais do 1º Simpósio de Adubação Foliar*, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu - (4 a 8 de agosto de 1981), 1981. p. 122.
- ROSOLEM, C.A.; MACHADO J.R.; BALDUCCI, J.J.; HING, L.T. Adubação foliar do feijoeiro: II. Efeitos do nitrogênio com e sem cobertura nitrogenada. *Turrialba*, 32 (4): 423-428, 1982.
- SILVA, N.M. Estudo comparativo da adubação foliar com a convencional do algodoeiro. *Bragantia*, Campinas - SP, 28: 47-64, 1969.
- SILVA, O. Uso adequado da adubação foliar. *A Granja*, Porto Alegre-RS, 37(398): 53-57, 1981.
- SINGH, P.; JOSHI, R.C. e KATTI, G.V. Soil and foliar application of on to cainfed cotton. *Indian Journal of Agronomy*, 5(3): 269-271. 1970.
- TRENKEL, M. Abonado foliar. Ludwigshafen, Republica Federal de Alemanha, Basf Brasileira S/A - Ind. Quim, sd. 18 p.

VASILAS, B.L.; LEGG, J.O.; WOLF, D.C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of ^{15}N . labeled urea. Agron. J., **72**: 271-276, 1980.

USO DE ISÓTOPOS EM ESTUDOS DE ADUBAÇÃO FOLIAR

Takashi Muraoka¹
Antonio Enedi Boaretto²

INTRODUÇÃO

Desde as primeiras pesquisas feitas em fins do século passado e início do presente, até o uso corrente da adubação foliar nas principais culturas do mundo inteiro, um longo caminho já foi percorrido. Nos trabalhos mais recentes, graças a técnicas isotópicas, tem sido possível medidas mais acuradas dos efeitos da aplicação de nutrientes via parte aérea dos vegetais.

O átomo é composto de um núcleo carregado positivamente circundado por camadas de elétrons com cargas negativas. O núcleo contém prótons (positivo) e neutrons (sem carga), cuja soma representa o número de massa.

O número de prótons, conhecido como número atômico, é que caracteriza um elemento químico. Porém, os núcleos dos átomos de um dado elemento podem não ter todos o mesmo número de neutrons. São os isótopos. Assim, tomando como exemplo o elemento hidrogênio, temos os isótopos: hidrogênio comum com um próton e um neutron e o trítio com um próton e dois neutrons.

¹ Engº Agrº, MS, Dr.

² Engº Agrº, MS, Dr., Livre-Docente.
Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP.
13.400 - Piracicaba-SP, Cx. Postal

ISÓTOPOS RADIOATIVOS (RADIOISÓTOPOS)

Alguns isótopos tem núcleos instáveis, desintegrando-se espontaneamente, cada elemento sempre com característica própria de desintegração (Quadro 1), para atingir a estabilidade. Estes isótopos são chamados radioisótopos, pois, ao se desintegrarem emitem radiações ionizantes, que podem ser α (alfa), β (beta) ou γ (gama) e liberação de energia. Graças a essas radiações facilmente detectáveis por aparelhos especiais chamados contadores, pode-se identificar os elementos com grau de sensibilidade insuperáveis por qualquer outra técnica de análise conhecida.

Técnicas utilizando diretamente os efeitos provocados por radiação, principalmente gama, são aplicadas em pesquisas agrícolas na área de melhoramento genético, entomologia, conservação de alimentos e física do solo. Para estudos de fertilidade do solo e de nutrição de plantas, porém, não se aproveita desses efeitos e sim para a localização do elemento dentro da planta ou no solo onde foi aplicado ou translocado. Por isso, são chamados, traçadores.

A desintegração radioativa é um processo exponencial representado por uma equação de primeira ordem:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

onde, N_0 é o número de átomos presentes a um dado tempo t , N o número de átomos remanescentes após esse período de tempo t , λ é uma constante de proporcionalidade e igual a $\lambda = 0,693/T$ na qual, T = meia vida do radioisótopo.

ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Alguns elementos não tem meia vida suficientemente longa para experimentos normais de relação solo-planta.

Quadro 1. Características dos radioisótopos de importância nos estudos de solos e nutrição de Plantas.

RADIOISÓTOPOS	MEIA VIDA*	TIPO DE RADIAÇÃO (ENERGIA MÁXIMA EM Mev)
^{14}C	5730 anos	$\beta^- (0,156)$
^3H	12,33 anos	$\beta^- (0,0186)$
^{13}N	9,97 min	$\beta^+ (1,190)$
^{32}P	14,28 dias	$\beta^- (1,710)$
^{33}P	25,30 dias	$\beta^- (0,248)$
^{40}K	$1,28 \times 10^9$ anos	$\beta^- (1,31) \gamma (1,461)$
^{42}K	12,36 horas	$\beta^- (3,52) \gamma (1,524)$
^{45}Ca	163 dias	$\beta^- (0,257)$
^{28}Mg	21,0 horas	$\beta^- (0,459) \gamma (1,342)$
^{35}S	87,2 dias	$\beta^- (0,167)$
^{36}Cl	$3,01 \times 10^5$ anos	$\beta^- (0,709) \beta^+ (0,12)$
^{67}Cu	61,7 horas	$\beta^- (0,39) \gamma (0,185)$
^{59}Fe	44,6 dias	$\beta^- (0,467) \gamma (1,099)$
^{52}Mn	5,63 dias	$\beta^- (0,574) \gamma (1,46)$
^{54}Mn	312,5 dias	$\gamma (0,838)$
^{99}Mo	62,02 horas	$\beta^- (1,214) \gamma (0,1405)$
^{65}Zn	243,8 dias	$\beta^- (0,325) \gamma (1,115)$
^{57}Co	271 dias	$\gamma (0,137)$
^{58}Co	70,8 dias	$\beta^+ (0,475) \gamma (0,8108)$
^{26}Al	$7,3 \times 10^5$ anos	$\beta^+ (1,17) \gamma (1,809)$
^{22}Na	2,601 anos	$\beta^+ (0,545) \gamma (1,274)$
^{24}Na	15,02 horas	$\beta^- (1,389) \gamma (2,754)$
^{86}Rb	18,65 dias	$\beta^- (1,772) \gamma (1,077)$
^{56}Ni	6,10 dias	$\gamma (0,1583, 0,818)$
^{63}Ni	100 anos	$\beta^- (0,659)$

FONTE: Chart of Nuclides, 12th ed, General Electric Co, USA, 1977.

* Tempo que leva qualquer quantidade inicial de radionuclídeo a reduzir para a metade pelo decaimento radioativo.

É o que acontece com o nitrogênio, cujo radioisótopo de meia vida mais longa é o ^{13}N , com apenas 9,97 minutos. Neste caso é utilizado o isótopo estável ^{15}N , valendo-se da constância da relação isotópica dos átomos de ^{15}N , e ^{14}N na natureza, que é de 0,365% para 99,635%. Para tanto, através dos processos físicos ou físico-químicos altera-se a concentração do isótopo menos abundante, o ^{15}N em relação a sua concentração natural (0,365%) para mais, tendo então como produto um material enriquecido em ^{15}N . Neste processo resulta também o produto com a concentração em ^{15}N menor do que a natural e diz-se que o material é empobrecido em ^{15}N . Embora ambos, o enriquecimento e o empobrecimento, possam servir como traçadores, o primeiro é comumente utilizado, pois possibilita obter informações com muito maior sensibilidade e exatidão. A adição de um traçador a um sistema irá resultar na mudança da concentração natural de ^{15}N , proporcional a quantidade incorporada de nitrogênio no sistema, o que permite a sua quantificação.

No Quadro 1, constam os radioisótopos e no Quadro 2, os isótopos estáveis de importância nos estudos de solo e nutrição de plantas. Pode-se observar que alguns elementos de interesse biológico não possuem radioisótopos adequados para serem utilizados como traçadores como, por exemplo, o boro cujo radioisótopo de meia vida longa é o ^{8}B , com apenas 770 milissegundos. Da mesma forma, não têm radioisótopos adequados os seguintes elementos importantes: Mg, Cu, Mo e o Co. No caso do potássio, cujos radioisótopos ^{42}K e ^{40}K apresentam os problemas de meia vida, em certos estudos é utilizado o ^{86}Rb , por esse elemento apresentar características químicas parecidas com as do potássio.

TÓPICOS DE ADUBAÇÃO FOLIAR ESTUDADOS COM ISÓTOPOS RADIOATIVOS E ESTÁVEIS

1. Eficiência do adubo aplicado via foliar

Quando se diz eficiência quer dizer quanto do nutriente que é depositado sobre folha é absorvido.

Quadro 2. Abundância natural relativa dos isótopos estáveis importantes nos estudos de solos e nutrição de plantas.

ISÓTOPOS	ABUNDÂNCIA NATURAL (%)
^2H	0,015
^{18}O	0,204
^{13}C	1,110
^{15}N	0,365
^{34}S	4,210

FONTE: Chart of Nuclides, 12th Ed., General Electric Co, U.S.A., 1977.

Para ilustrar este aspecto são apresentados resultados de SILVA et alii (1983).

Um dos objetivos desta pesquisa era estudar a absorção de uréia via foliar em função do tempo. A justificativa para este ensaio era que haviam, na época de ensaio, algumas usinas de açúcar aplicando uréia por avião em cana-de-açúcar e desejava-se saber a eficiência desta operação.

Preparou-se então a solução de uréia de tal modo que a mesma tinha 3,27 de átomos % ^{15}N e a concentração era próxima de 10% de N.

Quantidades adequadas de solução foram aplicadas sobre as folhas de cana-de-açúcar plantadas em vasos e após decorridos 6-24-48-72-96 e 120 horas, colheram-se as mesmas, separando-se a parte aérea e raízes. As folhas foram lavadas com porções de água, para eliminar aquela quantidade de nitrogênio que ainda permanecia sobre as folhas sem entretanto ter penetrado na mesma. Os materiais foram secos em seguida em estufa a 65°C e pesados. Procederam-se em seguida as determinações do teor de N, átomos % de ^{15}N em espectrômetro de massa e assim

determinou-se a quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante. Sabendo-se a quantidade de nitrogênio aplicado (QNA) e a quantidade deste que foi recuperado na planta (NPS), foi possível determinar a eficiência da utilização de nitrogênio (EUF).

$$EUF (\%) = NPF \times 100/QNA$$

A Figura 1 mostra parte dos resultados obtidos na pesquisa mencionada. Nota-se que inicialmente há uma absorção rápida da uréia, sendo que mais de 50% do nitrogênio foi absorvido num prazo de 6 horas.

Em experimentos posteriores determinou-se que 50% do nitrogênio aplicado via foliar é absorvido no espaço de 1 hora após sua aplicação.

Também os isótopos radioativos são úteis nos estudos de eficiência de absorção dos nutrientes por via foliar. O exemplo que segue foi tirado de BOARETTO **et alii** (1986). O objetivo, entre outros, do trabalho era estudar a eficiência de absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro. Para tanto aplicaram solução contendo ^{32}P (H_3PO_4) e ^{35}S (sulfato de potássio) com atividades específicas em torno de $10 \mu Ci/ml$ e concentração de 1,45 mg P/ml e 1,1 mg S/ml, sendo o pH igual a 2,1. A solução foi aplicada no terceiro trifólio a contar do colo, na época do florescimento. Coletaram-se as folhas onde foi aplicado a solução separada dos demais e lavou-as. As amostragens foram feitas 1-5-10-15-30-60-120 minutos após a aplicação da solução sobre as folhas num primeiro experimento e no segundo amostras foram coletadas 1-2-4-8-16-24-48-72-96-120-144 e 168 horas após a aplicação de solução contendo fósforo e enxofre sobre as folhas. Os resultados estão no Quadro 3.

Verifica-se que a utilização do fósforo e enxofre são bastante semelhantes e que após 1 dia da aplicação mais de 50% dos nutrientes aplicados já haviam sido absorvidos pela folhas.

Quadro 3. Fósforo e enxôfre absorvido pelas folhas do feijoeiro (BOARETTO *et al.*, 1986).

Tempo de contacto	$\mu\text{g Ppf}(1)$	EUP(2) %	$\mu\text{g Spf}(2)$	EUS (4) %
1º experimento(min)				
1	-	0,1	-	0,1
5	2	0,3	2	0,5
10	5	0,8	5	1,4
15	12	2,3	12	3,0
30	19	5,9	18	7,4
60	11	4,3	11	5,7
120	37	10,1	39	13,5
2º experimento (h)				
1	50	10,4	53	14,3
2	68	15,7	57	17,4
4	93	23,7	64	21,4
8	104	28,2	72	25,5
16	192	53,1	149	54,6
24	206	52,5	175	58,6
48	200	54,3	173	61,9
72	184	45,6	177	57,5
96	180	54,0	161	63,1
120	187	50,1	167	58,4
144	146	43,5	137	53,3
168	147	42,1	141	53,1

(1) $\mu\text{g Ppf}$ = microgramas de fósforo proveniente do fertilizante.

(2) EUP = eficiência de utilização do fósforo

(3) $\mu\text{g Spf}$ = microgramas de enxôfre proveniente do fertilizante.

(4) EUS = eficiência de utilização do enxôfre.

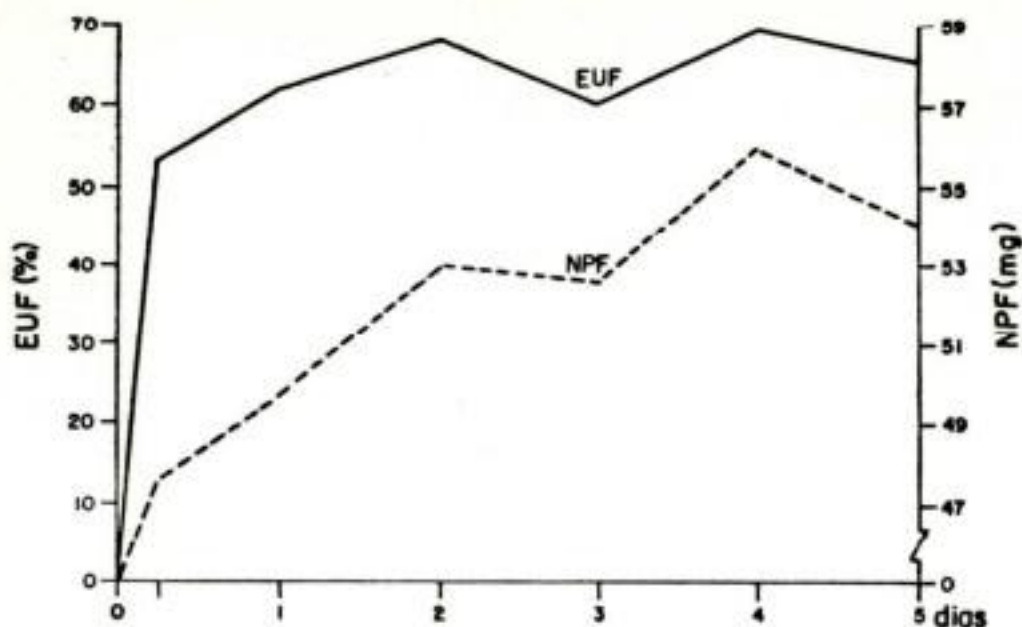


Figura 1. Eficiência de utilização do N aplicado via foliar em cana-de-açúcar. (SILVA *et alii*, 1983).

2. Translocação dos Nutrientes

Após a absorção de um determinado nutriente aplicado sobre as folhas o mesmo pode permanecer imóvel na folha ou se translocar para outras partes da planta. O exemplo é tirado de BOARETTO & MURAOKA (1987).

Neste experimento utilizou-se a fórmula 22-11-0 (N-P₂O₅-K₂O) contendo 20% de melaço de cana e desejava-se saber se o fósforo era absorvido e translocado. A solução tinha densidade 1,3 g/cm³ e aplicou-se sobre as folhas +1, +2, +3 (Sistema Klujper) de cana-de-açúcar, plantada em vasos, o correspondente a 50 l/ha, ou seja 5,5 kg/ha de P₂O₅. Esta solução foi marcada com 5μCi/ml de ³²P. Após 3-6-12-24 horas e 2-3-10-20-30 dias colheram-se as canas separando-se as folhas que receberam o adubo, colmos, as folhas restantes, as raízes e os perfilhos, quando haviam. As folhas que haviam recebido o

^{32}P , foram lavados com 3 porções de água, para remover o fósforo que permanecia sobre as folhas. As amostras foram secas em estufas, pesados e moídos. Procederam-se as análises químicas de P total e as contagens por minuto. Os resultados encontram-se na Figura 2.

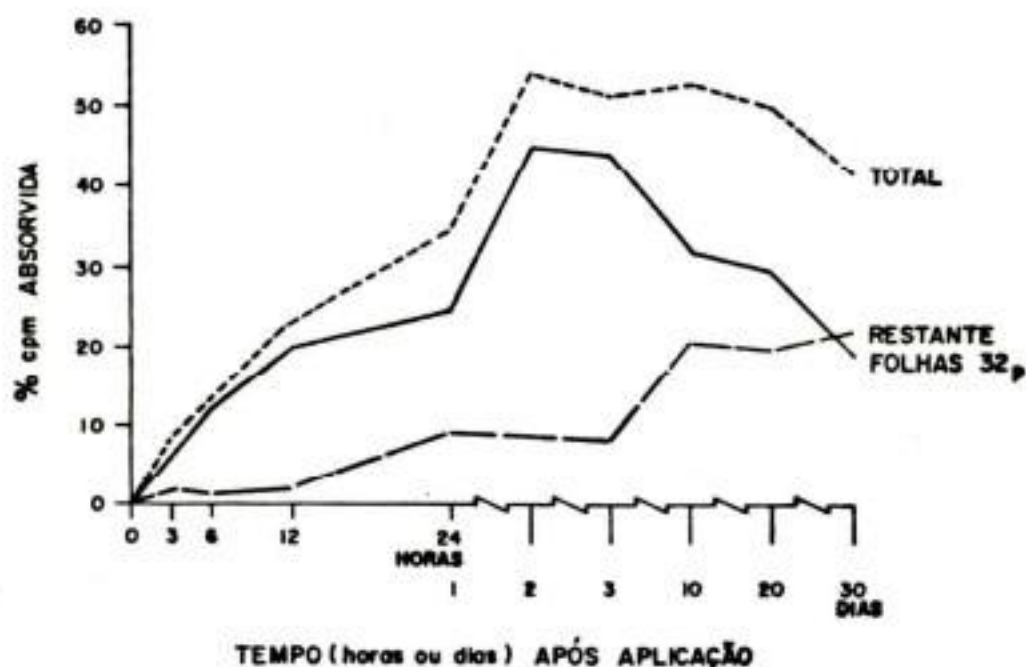


Figura 2. Porcentagem de aproveitamento e translocação do fósforo aplicado. (BOARETTO & MURAOKA, 1987).

Verifica-se pela Figura 2 que após 2 dias mais de 50% do fósforo aplicado havia sido absorvido. A translocação iniciou-se imediatamente e no final de 30 dias atingia a metade da quantidade absorvida. Demonstrou-se ainda que aos 30 dias 19,3%, 8,5%, 2,4% e 1,2% do fósforo aplicado encontrava-se, respectivamente, nas folhas que receberam o fósforo, nas demais folhas, no colmo, nas raízes e perfilhos.

Um outro exemplo tirado de BOARETTO et alii (1983) mostra a não translocação do cálcio aplicado sobre as folhas de feijoeiro, apesar de haver uma absorção de mais de 70% da quantidade de cálcio aplicada. (Figura 3).

3. Fontes de Nutrientes

O exemplo foi tirado de BOARETTO et alii (1984) que estudaram os efeitos de fontes de fósforo e a influência da uréia e/ou sacarose sobre a absorção de fósforo pelas folhas do feijoeiro. As soluções, contendo as fontes de fósforo com ou sem uréia e sacarose, continha 0,145% P e atividade específica de 10 $\mu\text{Ci/ml}$ e foram aplicados no 3º trifólio. Os mesmos tratamentos foram repetidos de manhã e à tarde. A coleta do experimento foi feita 24 horas após a aplicação de solução (^{32}P), separando-se os trifólios que receberam os adubos marcados (os quais foram lavados) do restante da planta. Procederam-se à secagem, pesagem e moagem da matéria seca. Através das análises químicas determinaram-se os teores de P total e em cintilador líquido as contagens.

O Quadro 4 mostra que a absorção de fósforo das duas fontes de fósforo são semelhantes quando aplicados pela manhã, mas o MAP é mais eficiente à tarde.

Quadro 4. Absorção de fósforo pelas folhas do feijoeiro (BOARETTO et alii, 1984).

FONTES DE P	HORÁRIO DE APLICAÇÃO	
	Tarde	Manhã
H_3PO_4	38 A (1)	53 A
MAP	59 B	58 A

(1) na vertical, letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

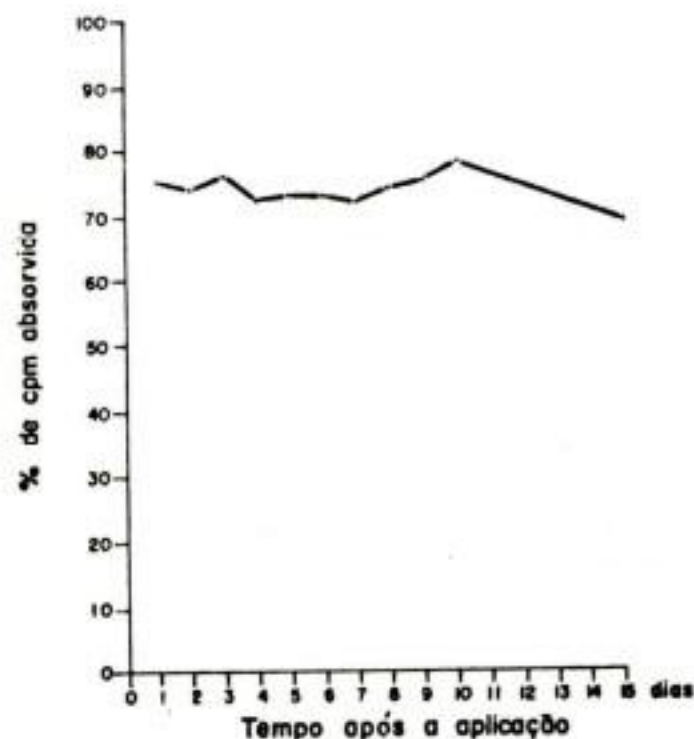
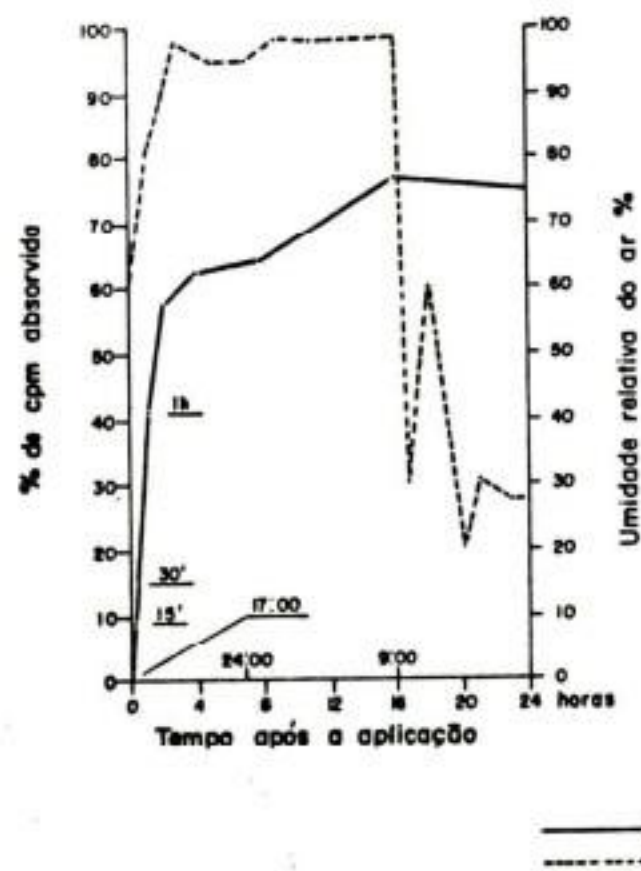


Figura 3. Curvas de absorção de ^{45}Ca pela folha em função do tempo (BOARETTO et al., 1983).

4. Época de Aplicação do Adubo Foliar

É possível, através do uso de isótopos, determinar a época em que a adubação foliar é mais eficiente. O exemplo tirado de MURAOKA *et alii* (1984) tinha, entre outros objetivos, verificar qual a melhor época de aplicação do nitrogênio via foliar, no feijoeiro. A uréia aplicada na concentração de 2%, na dosagem de 200 l/ha, continha 2,0% de átomos de ^{15}N . As pulverizações foliares foram feitas 15-22-36 e 45 dias após a semeadura. No final do experimento analisaram-se os teores totais de nitrogênio e a razão isotópica, possibilitando calcular a eficiência de utilização de nitrogênio aplicado nas diferentes épocas (Quadro 5).

Verifica-se pelos resultados que a eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) aplicado via foliar, aumentou com a idade da planta e houve um efeito da adubação nitrogenada aplicada no solo, sobre a EUN somente no início (1ª aplicação) desaparecendo nas seguintes.

CONCLUSÃO

A utilização de isótopos é muito eficiente em muitos estudos de absorção foliar. Vale salientar que o uso destes em pesquisas biológicas são instrumentos de trabalho e não o objetivo em si. A pergunta que se deve fazer sempre é: qual é o fenômeno biológico que se quer estudar e como o uso dos isótopos pode ajudar para melhor entendê-lo?

Neste sentido de instrumento de trabalho, os isótopos prestam um serviço inestimável não só a adubação, mas a toda a ciência.

Quadro 5. Eficiência de utilização do nitrogênio de cada aplicação foliar (MURAOKA et al., 1984).

Aplicação foliar dias após a semeadura	Tratamento do solo-plantio			
	20 SA ⁽¹⁾	40 SA ⁽²⁾	ON ⁽³⁾	ON ⁽³⁾
			s/inoc.	c/inoc.
15	28 aA	27 a A	31 a AB	38 a B
22	38 b	43 b	39 a	44 ab
29	41 b	49 b	48 b	48 b
36	62 c	59 c	59 c	60 c
45	66 c	65 c	60 c	62 c

1 - 20 kg/ha de N (sulfato de amônio) aplicado no sulco de plantio.

2 - 40 kg/ha de N (sulfato de amônio) aplicado no sulco de plantio.

3 - sem aplicação de nitrogênio no plantio, sem e com inoculação das sementes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BOARETTO, A.E.; DAGHLIAN, C.; MURAOKA, T.; CRUZ, A.P. Absorção foliar e translocação de cálcio (^{45}Ca) pelo feijoeiro. Científica, São Paulo, 11(2): 227 - 231, 1983.
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; CRUZ, A.P.; DAGHLIAN, C. Absorção de fósforo e enxofre pelas folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, San José, 36(1): 120-123, 1986.
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T. Absorção e translocação de fósforo (^{32}P) aplicado na foliar em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Científica, São Paulo, 1987 (no prelo).
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; ROSA, J.P.P. Absorção foliar de fósforo pelo feijoeiro: efeitos de fontes, doses de uréia e sacarose. In: Seminário Regional sobre Técnicas Nucleares na Produção de Plantas Agrícolas; Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 12-23/11/1984, p. 125-131.
- MURAOKA, T.; OLIVEIRA, I.P.; BOARETTO, A.E.; VICTÓRIA, R.L. Efeitos da aplicação foliar de uréia e da adubação no solo de sulfato e amônio e uréia na produção e aproveitamento do N pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: Seminário Regional sobre Técnicas Nucleares na Produção de Plantas Agrícolas; Centro de Energia Nuclear, Piracicaba, 19-23/11/1984, p. 211 - 216.
- SILVA, A.Q.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; CAMARGO, E.; EIMORI, I.E.; CARVALHO, J.G.; GUILHERME, M.R. Absorção foliar de uréia marcada com ^{15}N em cana-de-açúcar. Relatório apresentado a disciplina "Uso de isótopos estáveis na Agricultura e Ecologia". Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba-SP, 1983, 44 p.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM CAFÉ

Rúter Hiroce¹
Antonio Roque Dechen²

Adubação foliar é um processo em que a nutrição das plantas é feita através das partes aéreas, principalmente das folhas. Contudo não deve ser encarada como substituta da adubação radicular, mas sim como temporária suplementar a essa, uma vez que as folhas possuem outras funções específicas predominantes.

Os primeiros trabalhos sobre a alimentação foliar data de um século, mas só em fins da década de 1950 e início de 1960 é que surgiram os primeiros estudos no País, realizados com cafeeiro na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP: (ARZOLLA *et alii*, 1955/56; CROCOMO, 1959; CROCOMO & NEPTUNE, 1961; MALAVOLTA & COURY, 1957; MALAVOLTA *et alii*, 1959; NEPTUNE *et alii*, 1961) e no Instituto Agrônomo, Campinas, SP: (MENDES *et alii*, 1961). A partir da década de 1970, o Instituto Brasileiro de Café vem realizando vários es-

-
- ¹ Engº Agrº, Dr. - Instituto Agrônomo.
Av. Barão de Itapura, 1481
Caixa Postal 28, Tel. (0192): 29119; 31-5422 ramal 176
13.100 - Campinas, SP
- ² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP
Av. Pádua Dias, 11
Caixa Postal 9, Tel. (0194): 33-0011
13.400 - Piracicaba, SP

tudos com aplicação de nutrientes, por via foliar, cujos resultados vêm sendo apresentados em congressos promovidos por essa Instituição. De um modo geral, nos experimentos conduzidos com aplicação de nutrientes, por via foliar, não se teve o cuidado de se proteger o solo, exceto no trabalho de MENDES *et alii* (1961). Daí os resultados serem muitas vezes superestimados. Resultados positivos obtidos com produtos à base de cobre podem estar associadas também ao controle de doenças (SILVA *et alii*, 1975) em geral, não citadas no trabalho. Na aplicação foliar a alto volume, a maior parte cai no solo e o adubo é absorvido pelas raízes em maior quantidade do que pelas folhas (FRANCO, 1984) o que significa, na verdade, adubação radicular por via líquida. Na aplicação a baixo volume, mesmo com a absorção total pelas folhas, a quantidade de nutrientes absorvida é muito pequena em relação às necessidades das plantas.

Por outro lado, a análise química das folhas que receberam aplicação de nutrientes, via foliar, revela a quantidade absorvida mais a adsorvida, pois já foram revelados teores de mais de 900 ppm de cobre nas folhas de cafeeiros sem que estas apresentassem qualquer anormalidade.

Foram encontrados cerca de 40 trabalhos com aplicação foliar de nutrientes em cafeeiro, refletindo a importância econômica desta cultura e a extensão da ocorrência de deficiências minerais.

CROCOMO (1959) utilizando uréia - ^{14}C em folhas de cafeeiro com seis meses de idade observou que 94% do total foi absorvida pelas folhas (Quadro 1).

VASQUEZ & NEPTUNE (1977) observaram que a aplicação de ^{15}N , por via foliar, não provocou aumentos de produção de matéria seca de cafeeiro (Quadro 2).

MENDES *et alii* (1961) observaram que a aplicação de uréia, por via foliar, resultou em valores similares de nitrogênio das folhas de cafeeiro aos obtidos com pulverização do solo. (Quadro 3). Os mesmos autores em outro ensaio verificaram que o pincelamento com uréia a 2,5%

Quadro 1. Absorção de uréia - ^{14}C aplicada às folhas de cafeeiro com seis meses de idade (CROCOMO, 1959).

QUANTIDADE	N	^{14}C
	mg	contagem/minutos
Aplicada	56,00	$9,5 \times 10^6$
Removida por lavagem	3,36	$5,8 \times 10^5$
Absorvida	52,64	$8,9 \times 10^6$
% absorvida	94,0	93,7

Quadro 2. Efeito da adubação foliar na produção de matéria de mudas de café com três fontes de ^{15}N . (VASQUEZ & NEPTUNE, 1977).

TRATAMENTO	Nitrato de sódio	Sulfato de amônio	Uréia	Média
		g/planta		
A. Solo	33,8	43,2	37,6	38,2
B. Foliar	20,6	28,2	22,6	23,8
C. 1/2 Solo + 1/2 Foliar (^{15}N)	35,4	31,4	31,9	32,9
D. 1/2 Solo + 1/2 Foliar (^{14}N)	30,7	42,6	32,5	35,3
E. Testemunhas	-	-	-	23,8
Média	30,1	36,4	31,2	

na face superior da folha ou em ambas as faces apresentou teores de nitrogênio nas folhas semelhantes às que não receberam uréia (Quadro 4).

Quadro 3. Absorção de uréia (N) pelas folhas do cafeeiro (MENDES *et alii*, 1961).

Data da amostragem e pulverização	Pulverização de copa	Pulverização da copa com proteção do solo	Pulverização do solo	Sem pulverização
	----- N% -----			
05.11.57	2,15	1,92	2,05	2,08
25.11.57	2,56	2,47	2,51	2,44
09.12.57	3,16	3,01	2,80	2,22
19.12.57	3,26	3,35	3,08	2,43
16.01.58	3,32	3,01	3,01	2,43
14.02.58	3,16	2,89	3,17	2,66
Média	2,94	2,78	2,77	2,38

Quadro 4. Teor de nitrogênio das folhas de cafeeiro em 01-03-58, cultivado em solução nutritiva desde 08-01-58 (MENDES *et alii*, 1961).

TRATAMENTO	N - %
1. Pincelamento com uréia a 2,5% na face superior das folhas deficientes	1,68
2. Pincelamento de ambas as faces das folhas deficientes	1,94
3. Plantas normais mantidas em solução sem N	1,52
4. Plantas normais mantidas em solução com uréia	3,53
5. Plantas normais mantidas em solução de Hoagland	3,32
6. Plantas deficientes colocadas em solução com uréia	3,04
7. Plantas deficientes colocadas em solução de Hoagland	3,09

FRANCO & GROHMANN (1984) calcularam que seriam necessárias 12 pulverizações de uréia a 2% para a produção de 2,5 kg de café em coco com teor de 2,05% de nitrogênio.

FRANCO (1984) no fim de 10 aplicações de uréia a 2% encontrou teor de 1,41% de nitrogênio nas folhas de cafeeiro, muito abaixo do teor considerado adequado de 3,00%.

MALAVOLTA *et alii* (1959) estudaram a aplicação de superfosfato radioativo em cafeeiro em condições de campo e encontraram melhor aproveitamento, quando aplicado em pulverização (Quadro 5).

BARROS *et alii* (1984) estudaram a aplicação de adubo fosfatado e observaram que o superfosfato triplo apli

Quadro 5. Absorção do superfosfato radioativo pelo cafeeiro em condições de campo (MALAVOLTA *et alii*, 1959).

Modo de Aplicação	Aproveitamento
	%
Na superfície do solo	10,2
Em cova, a 15 cm de profundidade	2,4
Em meia-lua, a 15 cm de profundidade	1,7
Em pulverização	38,8

cada quatro vezes ao ano, por via foliar, produziu tanto quanto ao tratamento do superfosfato simples aplicado enterrado na projeção dos ramos (Quadro 6).

MORAES *et alii* (1979) observaram que o fosfato monoamônio acima de 2%, por via foliar, provocaram aumentos substanciais no desenvolvimento de cafeeiros novos (Quadro 7). Esses autores obtiveram também aumentos de

Quadro 6. Modo de aplicação de adubo fosfatado ao cafeeiro em produção, 1981/84 (BARROS *et alii*, 1984).

Tratamento*	kg/ha	Índice
1. Sem adubo fosfatado	2142	100
2. Em cobertura na projeção dos ramos	2247	105
3. Em cobertura sob a sala	2139	99
4. Enterrada na projeção dos ramos	2677	125
5. Aplicação foliar (8 vezes/ano)	2322	108
6. Aplicação foliar (4 vezes/ano)	2697	126

*. 2 a 4 - superfosfato simples;
5 a 6 - superfosfato triplo.

Quadro 7. Efeito de superfosfato simples (SS) e de fosfato monoamônio (MAP) no desenvolvimento de cafeiros novos (MORAES *et alii*, 1979).

Adubo fosfatado	Peso fresco - g		
	Folhas	Total	Índice
Testemunha	23,1	78,5	100
SS a 5% em setembro	11,4	38,8	49
MAP a 0,5% em setembro	19,0	65,0	83
MAP a 2% em setembro	27,2	116,6	142
MAP a 5% em setembro	74,5	266,5	339
MAP a 2% em setembro e outubro	73,7	272,5	347
MAP a 5% em setembro e outubro	90,2	314,4	400

produção com a aplicação de fosfato monoamônio e uréia isolados ou combinados (Quadro 8).

A aplicação de adubo (Quadro 9), por via foliar a 5%, em oito vezes por ano, produziu um aumento de 22% sobre a testemunha, mas inferior ao tratamento aplicado ao solo (SANTINATO *et alii*, 1984).

Quadro 8. Efeito de fosfato monoamônio (MAP) e de uréia na produção de cafeeiro. 1977/79, (MORAES *et alii*, 1979).

Tratamento	kg/ha	Índice
Sem adubo	751	100
Adubação básica	1161	155
Adubações básica + MAP a 2%	1334	178
Adubações básica + uréia a 1% (3 vezes)	1335	178
Adubações básica + MAP a 1% + uréia 1%	1264	168

Quadro 9. Modo de aplicação de adubo potássio ao cafeeiro em produção, 1982/84 (SANTINATO **et alii**, 1984) 1984).

Tratamento	kg/ha	Índice
1. Sem adubo potássico	974	100
2. Em cobertura na projeção dos ramos	1516	156
3. Em cobertura sob saia	1348	138
4. Enterrado na projeção dos ramos	1362	139
5. Aplicação foliar a 5% (8 vezes/ ano)	1192	122

NEPTUNE **et alii** (1961) observaram aumento do teor de potássio nas folhas e nos grãos pela aplicação de doses de adubos potássicos, por via foliar (Quadro 10).

MORAES & CERVELINI (1976) compararam adubação NPK no solo e por via foliar com a testemunha sem adubo obtendo aumento de 10 a 28% da adubação foliar sobre a teste

Quadro 10. Teores de potássio nas folhas e nos grãos de cafeeiro, cultivado em condições de campo, em relação a doses de KCl por via foliar (NEPTUNE **et alii**, 1961).

K ₂ O/planta	K - % nas folhas amostragem		K - % em grãos amostragem	
	1ª	2ª	1ª	2ª
g/l				
0	2,94	3,02	3,05	3,08
2,25	3,20	3,42	3,42	3,60
4,50	3,40	3,52	3,50	3,75
9,00	3,55	3,65	3,65	3,80

temunha, enquanto a adubação no solo propiciou aumento da ordem de 64% (Quadro 11).

GARCIA & PEREIRA (1983) compararam diversas combinações da adubação foliar e radicular com a adubação tradicional do solo. As diferentes combinações apresentaram produções mais baixas do que essa última, tendo a adubação foliar produzido 46% da adubação tradicional (Quadro 12).

GARCIA *et alii* (1980) compararam doses de magnesita, calcário calcinado e sulfato de magnésio no solo e via foliar. Este último tratamento apresentou aumento de 9% sobre a testemunha. (Quadro 13).

GARCIA *et alii* (1983) obtiveram com a aplicação de sulfato de magnésio a 5% (4 vezes ao ano) produção de 82% da testemunha. (Quadro 14).

CROCOMO & NEPTUNE (1961) observaram a absorção (75,9%) de enxofre radioativo pelas folhas novas e velhas de cafeeiro. (Quadro 15).

Quadro 11. Efeito da adubação no solo e foliar em cafezal (MORAES E CÉRVELINI, 1976).

Tratamento	Produção	
	kg/ha	Índice
A. Sem adubo	1297	100
B. Adubação no solo	2126	164
C. Adubação foliar com Fertipal B igual a 1/3 de B	1655	128
D. Adubação foliar com uréia, sul- fato de amônio e KCl igual a 1/3 de B	1424	110
E. 2/3 de B no solo e 1/3 de B foliar	1788	138

Quadro 12. Efeito de várias combinações da adubação foliar e no solo na produção de cafeeiro, 1982/83/ (GARCIA & PEREIRA, 1983).

Tratamento	Varginha		Boa Esperança	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
A. Adubação tradicional + Zn e B foliar	1058	100	3534	100
B. 1/2 adubação de A + 8 foliares de NPK	651	62	2944	83
C. Toda foliar + + complementação no solo	427	40	2427	69
D. Sô foliar	259	24	1638	46
E. N foliar + Zn, B, P e K no solo	586	55	1538	43
F. P foliar + Zn, B, N e K no solo	935	88	2761	78
G. K foliar (KCl) + Zn, B, N e P no solo	1008	95	2396	68
H. K foliar (K_2SO_4) + Zn, B, N e P no solo	1129	107	3225	91

Quadro 13. Fontes e modo de correção da deficiência de magnésio em cafeeiro, 1980 (GARCIA et alii, 1980).

Mg 0	Nas folhas	Produção	
g/planta	Mg - %	kg/ha	Índice
0	0,12	408	100
20 (Magnesita)	0,19	1176	288
40 (Magnesita)	0,22	1176	288
80 (Magnesita)	0,24	1392	341
20 (MgSO ₄)	0,17	1194	293
40 (Calcário calcinado)	0,19	1410	345
Foliar (MgSO ₄ a 5%) - 3 vezes	0,15	444	109

Quadro 14. Fontes e doses de magnésio no plantio e na formação de cafeeiro, 1982/83. (GARCIA **et alii**, 1983).

Tratamento	kg/ha	Índice
Testemunha	394	100
Pulverização $MgSO_4$ a 5% - 4 vezes	323	82
300g calcário no plantio + + 300 g anual	970	246
25g $MgSO_4$ no plantio + 25g anual	630	160
50g $MgSO_4$ no plantio + 50g anual	881	224
25g K-Mag no plantio + 25g anual	858	218
50g K-Mag no plantio + 50g anual	923	234
300 calcário + 25g $MgSO_4$ anual	1014	257
300 g calcário + 25g K-Mag anual	896	227

Quadro 15. Distribuição de ^{35}S aplicado às folhas de cafeeiro. (CROCOMO & NEPTUNE, 1961).

Órgão	Atividade absorvida
	%
Folhas novas + hastes superiores	42,0
Folhas velhas	33,9
Hastes inferiores	14,3
Raízes	4,6

MORAES & GALLO (1965) estudaram a absorção de boro via foliar e radicular em duas localidades. O bórax na concentração de 1,5%, via foliar, alcançou níveis elevados em Campinas, entre três e cinco meses, após a sua aplicação. (Quadro 16).

Quadro 16. Efeito da aplicação de boro nas folhas de cafeeiro 1960/62. (MORAES & GALLO, 1965).

Tratamento				
Campinas				
	09/60	12/60	02/61	02/62
Testemunha	36	61	72	59
NPK	33	43	49	40
NPK + 30 g (Borax)	29	200	138	127
NPK + 90 g (Borax)	27	280	177	316
NPK + 20 g (Ácido bórico)	43	280	145	232
NPK + 1,5% foliar (Borax)	41	165	100	78
Bragança Paulista				
	35	40	45	55
Testemunha	35	40	45	55
NPK	20	22	33	32
NPK + 30 g (Borax)	19	48	45	73
NPK + 90 g (Borax)	16	178	115	135
NPK + 20 g (Ácido bórico)	25	50	47	81
NPK + 1,5% foliar (Borax)	17	74	39	49

CARVALHO (1980) obteve aumento na produção de cafeeiro da ordem de 103%, associado a um teor de 143 ppm de cobre nas folhas pela aplicação foliar durante cinco anos de 7,5 g por cova de oxicloreto de cobre (Quadro 17), segundo informações pessoais da autora, houve efeito do oxicloreto de cobre no controle da ferrugem até a dosagem de 3,0 g/cova, a partir desta dose houve aumento de produção devido a aplicação de cobre. O elevado teor de cobre registrado reflete a soma da quantidade absorvida mais a adsorvida.

SANTO *et alii* (1984) obtiveram aumento de produção da ordem 57% pela aplicação de sulfato de cobre a 0,4 %, por via foliar associado a um teor de 8,4 ppm de cobre nas folhas. Com a aplicação de 10 ou 20 g do referido sal na cova de cafeeiro houve prejuízo na colheita associada a teores superiores de 120 ppm de cobre nas folhas (Quadro 18).

Quadro 17. Efeito de oxicloreto de cobre na produção e no teor de cobre nas folhas de cafeeiro, 1978 (CARVALHO, 1980).

Oxicloreto de cobre	Nas folhas	Produção	
g/cova	Cu - ppm	kg/ha	Índice
0,0	24	1276	100
1,5	45	2410	189
3,0	65	2172	170
4,5	96	2454	192
6,0	117	2019	158
7,5	143	2597	203

Quadro 18. Efeito do sulfato de cobre na produção de cafeeiro (SANTO et alii, 1984).

Sulfato de cobre	Nas folhas	Produção	
g/cova	Cu - ppm	kg/ha	Índice
Sem cobre	5,0	936	100
2,5	19,8	1248	134
5,0	42,4	1308	137
10,0	130,3	966	104
20,0	120,0	1062	113
Foliar 0,4% (três vezes/ ano)	8,4	1464	157

GARCIA *et alii* (1980) estudaram a absorção de boro e zinco em presença de outros sais (Quadro 19), e concluíram que o zinco foi absorvido em quantidade mais elevada na presença do cloreto de potássio (53,7 ppm contra 25,1 ppm de zinco nas folhas de cafeeiro testemunha).

GARCIA *et alii* (1983) compararam vários produtos comerciais contendo boro e zinco e observaram que nenhum produto proporcionou produção superior ao tratamento com sulfato de zinco, ácido bórico, sulfato de magnésio e uréia (Quadro 20).

PAULINI *et alii* (1975) obtiveram aumento de 54% na produção pela aplicação foliar de sulfato de zinco a 12,5% e aumentos superiores a 100%, quando foi adicionado tratamento com sulfato ou oxiclreto de cobre (Quadro 21). Como havia ferrugem do cafeeiro, o cobre teve também efeito adicional de fungicida.

SANTO *et alii* (1985) estudaram dose e modo de aplicação de zinco, boro e cobre em cafeeiro (Quadro 22). Observaram que a aplicação de sulfato de zinco a 0,6%, via foliar em três vezes ao ano, proporcionou produções semelhantes à aplicação via radicular nas doses de 10, 20 e 40 g por cova. Em relação ao ácido bórico, a sua aplica

Quadro 19. Absorção de B e Zn, via foliar, pelo cafeeiro na presença de outros sais. (GARCIA *et alii*, 1980).

Aplicação foliar	B	Zn
	folhas - ppm	
1. Zn e B	32	25,1
2. Zn e B + NPK + Mg	39	22,7
3. Zn e B + uréia	36	30,3
4. Zn e B + MAP	34	23,9
5. Zn e B + KCl	31	53,7
6. Zn e B + K ₂ SO ₄	31	33,1

Quadro 20. Comparação de vários produtos com boro e zinco em cafeeiro (GARCIA et alii, 1983).

Produtos	Zn	B	Mg	S		
	-----		%	-----		
					kg/ha	Índice
Maxisafra WM-2	13	6	-	6,9	1188	168
Maxisafra WM-3	8	3	4	9,0	1134	160
Y B YFOL YM	8	3	5	8,0	1122	158
Nutricolor N 2 B	7	1	4	-	1122	158
Micronutri 204	20	4	-	-	960	136
Micronutri BR-15	8	2,8	-	0,8	1056	149
Fertifoliar	7	2,8	3	-	1158	164
Orgamim	-	-	-	-	1020	144
Fertifoliar café	7	0,5	2	-	1194	169
Nutrimins café	4	0,5	1	3,5	1560	220
Prô-Química	12	3,0	5	12	1062	150
Quimifol café	5	1	3	-	1128	159
ZnSO ₄ +H ₃ BO ₃	21	17	-	-	1512	214
ZnSO ₄ +H ₃ BO ₃ +MgSO ₄ +uréia	21	17	15	-	1584	224
Pulverização com H ₂ O+adesivo	-	-	-	-	768	108
Testemunha	-	-	-	-	708	100

Quadro 21. Efeito de cobre e zinco na produção de café (PAULINI *et alii*, 1975).

Tratamento	Produção	
	kg/1000	Índice
Testemunha	257	100
ZnSO ₄ 12,5%	397	154
ZnSO ₄ 12,5% + CuSO ₄ 0,8%	532	207
ZnSO ₄ 12,5% + oxícloreto 50%	594	231

ção, via foliar a 0,3% em três vezes ao ano, apresentou produções mais elevadas do que as doses de 5, 10 e 20 g por cova. A aplicação de sulfato de cobre a 0,3%, via foliar, em três vezes ao ano apresentou produção semelhante à dose de 2,5 e 5,0 g por cova (Quadro 22).

MARTINS *et alii* (1981), comparando vários produtos comerciais contendo boro e zinco, obtiveram aumento de produção da ordem de 12,5% em relação à testemunha.

OLIVEIRA *et alii* (1983) estudaram o efeito de duas fontes de zinco, por via foliar, e observaram que um grama de zinco (sulfato de zinco) mais três gramas de nitrogênio (uréia) por cova provocaram leve queima das folhas e aumento de produção de cerca de 15%. O produto comercial com nitrogênio e zinco, em doses equivalentes ao anterior, produziu 10% menos que a testemunha, além da queima médias das folhas (Quadro 23).

GUIMARÃES *et alii* (1983) mostraram que o sulfato de zinco a 0,5%, via foliar, três vezes ao ano por cova, propiciou aumento de 64% na produção (Quadro 24).

TOLEDO (1967) obteve 10% de aumento de produção pela aplicação de sulfato de zinco a 0,6%, via foliar duas vezes ao ano (Quadro 25), enquanto PEREIRA *et alii* (1984)

Quadro 22. Dose e modo de aplicação de zinco, boro e cobre em cafeeiro em produção (SANTO et alii, 1985).

ZnSO ₄	kg/parcela	Índice
g/cova		
0	18,6	63
5	27,1	92
10	29,6	101
20	30,3	103
40	29,1	99
Pulverização a 0,6% (3 vezes/ano)	29,3	100
Bórax	kg/parcela	Índice
g/cova		
2,5	18,3	92
5,0	13,8	69
10,0	14,1	71
20,0	15,8	79
Pulverização a 0,3% H ₃ BO ₃ (3 vezes/ano)	19,9	100
CuSO ₄	kg/parcela	Índice
g/cova		
0	15,6	74
2,5	20,5	97
5,0	19,3	91
10,0	15,6	74
20,0	16,8	79
Pulverização a 0,3% (3 vezes/ano)	21,2	100

Quadro 23. Adubação não radicular com duas fontes de zinco em cafeeiro (OLIVEIRA *et alii*, 1983).

Tratamento	N	Zn	Zn-ppm	Produção	Queima nas folhas
		g/planta	nas folhas	kg/ha	Índice
Urêia	3	-	6	1422	115
ZnSO ₄	-	1	10	1324	107
Urêia + ZnSO ₄	3	1	20	1424	115
Testemunha	-	-	4	1236	100
NZN 3,75 l/ha	0,75	0,25	17	1373	111
NZN 7,50 l/ha	1,50	0,50	28	1571	127
NZN 15,00 l/ha	3,00	1,00	32	1110	90
NZN 30,00 l/ha	6,00	2,00	46	817	66

leve

leve

média

severa

Quadro 24. Aplicação foliar de doses de sulfato de zinco na produção e no teor de zinco das folhas de cafeeiro (GUIMARÃES *et alii*, 1983).

ZnSO ₄	Folhas	Produção	
aplicação-conc.	Zn-ppm	kg/ha	Índice
0	8	1001	100
1 - 0,5%	19	1455	145
3 - 0,5%	21	1647	164
1 - 1,0%	25	1486	148
3 - 1,0%	55	1421	142
1 - 1,5%	49	1249	124
3 - 1,5%	61	1331	133

Quadro 25. Efeito da aplicação de sulfato de zinco na produção de cafeeiro, 1964/67. (TOLEDO, 1967)

ZnSO ₄	Produção	
g/planta	kg/ha	Índice
0	1655	100
20	2077	125
40	1948	118
80	1807	109
Foliar a 0,6% (2 vezes/ano)	1818	110

obtiveram aumento de 50% na produção com o mesmo produto na mesma concentração.

SILVA & ALMEIDA (1975) conseguiram aumento de 38% na produção com dose de 6 g de sulfato de zinco por planta, via foliar. SILVA *et alii* (1975) ob-

tiveram aumento de cerca de quatro vezes por aplicação foliar de sulfato de zinco mais oxicleto de cobre.

GARCIA & SALGADO (1981) concluíram que cloreto de zinco, nitrato de zinco e associação de sulfato de zinco com cloreto de potássio proporcionaram absorção de zinco em maiores quantidades do que o sulfato de zinco isoladamente.

MORAES *et alii* (1978) obtiveram melhores resultados quando o óxido de zinco foi dissolvido pelo ácido nítrico e clorídrico. (Quadro 26). Entretanto BLANCO *et alii* (1972) obtiveram melhor aproveitamento de zinco pelo cafeeiro, através de sulfato de zinco em relação a acetato, nitrato e cloreto (Quadro 27). Esses autores verificaram aumento de absorção de zinco pelo cafeeiro em pH = 6 (Quadro 28) e em função do tempo, observaram ainda queda de absorção na ausência de luz, em temperatura baixa, em presença de cobre, boro, mercúrio, uréia, sacarose, 2,4 DNP e N₂.

Quadro 26. Teor de Zn em folhas de cafeeiro, em função de solventes de óxido de zinco. (MORAES *et alii*, 1978).

Tratamento	Zn
	ppm
Água	9,8
Ácido salicílico	19,3
Ácido acético	20,0
Sulfato de zinco	44,8
Ácido sulfúrico	56,7
EDTA	71,6
Ácido nítrico	114,2
Ácido clorídrico	118,8

Quadro 27. Efeito de diferentes compostos de zinco na composição foliar de cafeeiro. (BLANCO et alii, 1972).

Compostos de zinco	Peso seco	Zn nas folhas		
		Controle	Tratadas	Zn absorvido após 24 horas
	mg	-----	ppm	-----
Sulfato	548	32	923	891
Acetato	734	30	600	570
Nitrato	766	23	330	307
Cloreto	550	33	451	418
Quelato	754	27	27	0

Quadro 28. Efeito do pH da solução externa de sulfato de zinco (0,02% de Zn) no teor das folhas de cafeeiro. (BLANCO et alii, 1972).

pH	Peso seco	Zn nas folhas		
		Controle	Tratadas	Zn absorvido após 24 horas
		-----	ppm	-----
4,0	568	48	416	368
5,0	491	53	689	636
6,0	501	47	795	748
7,0	547	44	758	714

ARZOLLA *et alii* (1955/56) observaram que o zinco radioativo é absorvido em quantidade mais elevada quando aplicada na face inferior das folhas (Quadro 29). Verificaram também que o aumento do teor de Mn, Cu e Mo em solução nutritiva diminuiu a absorção do zinco radioativo em 50%.

Quadro 29. Absorção de zinco radioativo pelas folhas novas de cafeeiro (ARZOLLA *et alii*, 1955/56).

Órgão	Absorção total
	%
Raízes	5,0
Folhas-face superior	12,0
Folhas-face inferior	42,0
Ambas as faces	20,5

SANTINATO *et alii* (1986) verificaram a equivalência nutricional entre sulfato e quelado de zinco.

SILVA & FRANCO (1976) observaram que o sulfato de zinco 12 e 24% a baixo volume provocaram queima nas folhas e o boro 4 e 6% é de difícil solubilização.

POMPEI (1981), verificou que o cafeeiro não tolerou 10% de concentração com mistura de uréia, sulfato de zinco, ácido bórico e fosfórico. ANDRADE *et alii* (1974) verificaram que o sulfato de zinco na concentração de 12,5% em relação a água provocou queimaduras nas folhas mais tenras do cafeeiro que foram consideradas prejudiciais.

BRAGANÇA (1985) obteve aumento de 34% na produção pela aplicação de sulfato de zinco, via foliar, e de 78% pela aplicação foliar de oxicloreto de cobre.

HASHIZUME et alii (1974) verificaram que o NaOH queima mais as folhas de café do que Ca(OH)_2 quando utilizado na neutralização de sulfato de zinco.

MATIELLO et alii (1983) testaram o sistema CDA Micron-Herbi na aplicação foliar de zinco em café obtendo rendimento de 700 a 1000 plantas por hora.

PEREIRA et alii (1975) obtiveram efeito da aplicação de zinco na concentração do nutriente das folhas de café, não tendo ocorrido o mesmo com o boro.

SILVA (1976) obteve efeito do boro e zinco na concentração dos respectivos nutrientes das folhas.

VIANA et alii (1984, 1986) obtiveram algum efeito na produção de café pela aplicação de zinco, via foliar.

VIANA (1981) não obteve nenhum benefício com aplicação foliar de macro e de micronutrientes em café.

GARCIA et alii (1979) não obtiveram benefício adicional da adubação foliar N, P e K com várias aplicações (3 a 10).

MARTINS & SANTINATO (1980) concluíram que a adubação foliar com macronutrientes é dispensável se for feita uma adubação adequada no solo.

CONCLUSÕES

- a. Adubação foliar em café com macronutrientes não traz nenhum benefício adicional.
- b. As respostas obtidas com aplicações de cobre e zinco, via foliar, poderão estar associadas ao controle de moléstias.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, I.P.R.; HASHIZUME, H.; PAULINI, A.E. & MATIELLO, S.B. Estudos sobre correção de deficiências de zinco e cobre em cafezais novos. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2º, Poços de Caldas, MG, 1974. p.268-271.
- ARZOLLA, J. DAL P.; HAAG, H.P. & MALAVOLTA, E. Nota preliminar sobre a absorção e a translocação do radiozínco no cafeeiro (*Coffea arabica*) cultivado em solução nutritiva. Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 12-13: 113-120, 1955/56.
- BARROS, U.V.; SALTINATO, R.; FIGUEIREDO, J.P. & SILVA, O.A. Modo de adubação e fornecimento de fósforo ao cafeeiro em produção. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º Londrina, PR, 1984. p.98-100.
- BLANCO, H.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, O. & SARRUGE, J.R. Absorção de zinco por tecido foliar de cafeeiro. Arq. Inst. Biol. São Paulo, 39: 1-12, 1972.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D. de A. & HAAG, H.P. Absorção de zinco por folhas inteiras de cafeeiro. II. Efeito de diferentes elementos de zinco e de pH da solução externa. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 39: 13-18, 1972.
- BRAGANÇA, J.B. Influência dos micronutrientes cobre e zinco sobre a produtividade do cafeeiro conilon. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12º, Caxambu, MG, 1985. p.129-130.
- CARVALHO, J.G. de. Efeitos de aplicações foliares de oxicloreto de cobre em cafeeiros (*Coffea arabica* L.). Lavras, Esc. Sup. de Agric. de Lavras, 1980, 43 p. (Tese de M.S.).

- CROCOMO, O.J. Estudo sobre metabolismo da uréia ^{14}C aplicada às folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) normal e deficiente em nitrogênio. Piracicaba, Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1959, 83p. Tese de Livre-Docência.
- CROCOMO, O.J. & NEPTUNE, A.M.L. Distribuição de ^{35}S aplicado às folhas de plantas de café cultivado em solução nutritiva. O Solo, Piracicaba, 53(1): 95-99, 1961.
- FRANCO, C.M. A influência da adubação foliar com uréia em cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras 11º, Londrina, PR, 1984, p.2-4 (Resumos).
- FRANCO, C.M. & GROHMANN, F. Quantidade de solução de uréia pulverizada, retida na superfície das folhas do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º Londrina, PR, 1984. p. 1-2 (Resumos).
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M. & FIORAVANTE, N. Estudos de diferentes épocas de adubação foliar N, P e K na formação de cafezais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 7º Araxá, MG, 1979, p.319-320 (Resumos).
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M. & FIORAVANTE, N. Fontes e modo de correção da deficiência de magnésio em cafeeiro, In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º Campos do Jordão, SP, 1980. p. 53-54. (Resumos).
- GARCIA, A.W.R.; MARTINS, M. & TOLEDO, A.R. Notas sobre absorção de zinco e boro, via foliar, pelo cafeeiro na presença de outros sais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, Campos do Jordão, SP, 1980, p.1-2 (Resumos).
- GARCIA, A.W.P. & PEREIRA, J.M. Estudo da substituição e/ou complementação de nutrientes (N, P e K) por via foliar. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 10º, Poços de Caldas, MG, 1983. p.215-220 (Resumos).

- GARCIA, A.W.R. & SALGADO, A.R. Absorção de zinco pelo cafeeiro através de sais e misturas quelatizadas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º, São Lourenço, MG, 1981. p.39-47. (Resumos).
- GARCIA, A.W.P.; SALGADO, A.R.; FREIRE, A.C.F. & PEREIRA, J.N. Estudos de produtos visando o fornecimento de zinco e boro ao cafeeiro, via foliar e via solo. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 10º, Poços de Caldas, MG, 1983. p.319-322 (Resumos).
- GARCIA, A.W.R.; TOLEDO, A.R.; GUERRA NETO, E.G. & MATA, J.M. de. Estudos de fontes e doses de magnésio no plantio e formação de cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 10º, Poços de Caldas, MG, 1983. p.151-152. (Resumos).
- GUIMARÃES, P.T.G.; CARVALHO, J.G.; MELLES, C.C.A. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do cafeeiro, XXXVIII. Efeito da aplicação foliar de doses de sulfato de zinco na produção e na composição mineral das folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", XL: 497 - 507, 1983.
- HASHIZUME, H.; PAULINI, A.E.; ANDRADE, I.P.R.; MATIELLO, J.B. & MANSK, Z. Estudos da neutralização do sulfato de zinco e dos seus efeitos na redução das injúrias e correção das deficiências de zinco em cafeeiros novos. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2º, Poços de Caldas, MG, 1974. p.285-287.
- MALAVOLTA, E. & COURY, T. Nota sobre a aplicação de uréia em pulverização no cafeeiro. Bol. Sup. Serv. Café, São Paulo, 32: 14-15, 1957.

- MALAVOLTA, E.; NEPTUNE, A.M.L. & LOTT, W.L. Estudo sobre alimentação do cafeeiro. II. Absorção do superfosfato radioativo pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. var Bourbon Amarelo) em condições de campo. Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 16: 101-111, 1959.
- MARTINS, M.; GARCIA, A.W.R.; SALGADO, P.R. & CORRÊA, J. B. Estudo comparativo de produtos comerciais visando fornecer boro e zinco ao cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º; São Lourenço, MG, 1981. p.364-367. (Resumos).
- MARTINS, M.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; NOBRE, G.W. & FIORAVANTE, N. Adubação foliar suplementar de NPK na formação e produção do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 8º, Campos do Jordão, SP, 1980. p.333-337.
- MATIELLO, J.B.; PINHEIRO, M.R. & AVILES, D.P. Resultados preliminares de correções de deficiências de zinco em cafeeiros com aplicação foliar usando o sistema CDA - Micron - Herbi. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 10º, Poços de Caldas, MG, 1983. p.73-74.
- MENDES, H.C.; FRANCO, C.M.; GALLO, J.R. & MORAES, M.V. de. Absorção de uréia pelas folhas do cafeeiro. Bragantia, Campinas, 20, 1961. p.513-529.
- MORAES, B.M. de; PEREIRA, J.E.; MATIELLO, J.B. & OLIVEIRA, J.A. Estudo de algumas formulações químicas preparadas a partir de óxido de zinco empulverizações do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6º, Ribeirão Preto, SP, 1978. p.118-119. (Resumos).
- MORAES, F.R.P. de & CERVELINI, G. da S. Adubação foliar em cafezal. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XI, Campinas, SP, 1975. Anais, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.207-209.

- MORAES, F.R.P. de & GALLO, J.R. Correção de sintomas de deficiência de solo em cafeeiro. In: Cultura e Adubação do Cafeeiro, Ed. Instituto Brasileiro de Potassa, VIII. Resultados de ensaio de adubação, São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1965. p. 221-224.
- MORAES, F.R.P. de; HEINRICH, W.O. & CERVELINI, G. da S. Emprego de fosfato monoamônico e da uréia por via foliar. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 7º, Araxá, MG, 1979. p.42-43.
- MORAES, F.R.P. de; HEINRICH, W.O.; GALLO, J.R. & CERVELINI, J. da S. Fosfatos industriais e naturais no desenvolvimento de cafeeiros novos. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 7º, Araxá, MG, 1979. p.32-34.
- NEPTUNE, A.M.L.; CROCOMO, O.J.; PIMENTEL GOMES, F. & CAMPOS, H. Pulverização foliar em cafeeiro. II. Aplicação de adubos potássicos. Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 18: 277-286, 1961.
- OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P.; SARRUGE, I.R.; COSTA, J.D. & DECHEN, A.R. Adubação não radicular com duas fontes de zinco na produção e na composição mineral das folhas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, XL: 497-507, 1983.
- PAULINI, A.E.; HASHIZUME, H.; ANDRADE, I.P.R.; MARIELLO, J.B. & MANSK, Z. Efeito de zinco e cobre na produtividade de lavouras de café em formação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3º, Curitiba, PR, 1975. p.55-57 (Resumos).
- PEREIRA, J.E.; MATIELLO, J.B. & MIGUEL, A.E. Fontes e modo de aplicação de zinco e boro na adubação mineral do cafeeiro, em solo latosol vermelho amarelo distrófico húmico. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Curitiba, PR, 1975. p.203-205.

- PEREIRA, J.E.; OLIVEIRA, J.A. de & KUPPER, A. Fontes, modos de aplicação e doses de zinco na produção do cafeeiro em latossolo Vermelho Amarelo distrófico húmico. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º. Londrina, PR, 1984. p.203-206 (Resumos).
- POMPEI, F. Contribuição à nutrição foliar de culturas. In: Simpósio de Adubação Foliar, 1º, Botucatu, SP, 1980. Anais. Botucatu, FEPAF, 1981. p.27.
- SANTINATO, R.; BARROS, U.F.; FIGUEIREDO, J.P.F. & SILVA, O.A. Modo de adubação e fornecimento de potássio ao cafeeiro em produção. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º Londrina, PR, 1984. p. 83 - 85, (Resumos).
- SANTINATO, R.; MATIELLO, J.B. & FERNANDES, D. R. Teste de equivalência nutricional entre sais e quelato de zinco na aplicação foliar no cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 13º, São Lourenço, MG, 1986. p.133-135.
- SANTO, J.Q.E.; BARROS, U.V.; SANTINATO, R. & MATIELLO, J. B. Efeito de doses crescentes de sulfato de cobre (Cu) no plantio do cafeeiro em solos LVHd na região de Jequitinhonha em Minas - Capelinha (MG). In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º, Londrina, PR, 1984. p.278-279 . (Resumos).
- SANTO, J.Q.E.; SANTINATO, R. & MATIELLO, J.B. Dose e modo de aplicação dos micronutrientes, zinco, boro e cobre na formação do cafeeiro, em solo latosol vermelho amarelo húmico, no Jequitinhonha, MG. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12º, Caxambú, MG, 1985. p.226-230. (Resumos).
- SILVA, J.B.S. Estudos de novas fontes dos micronutrientes zinco e boro para o cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4º, Caxambú, MG, 1976. p.234-235.

- SILVA, J.B.S. da & ALMEIDA, S.R. Estudos de doses de sulfato de zinco em cafezais instalados em solos de cerrado no sul de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3º, Curitiba, PR, 1975. p.314-316 (Resumos).
- SILVA, J.B.S. da; ALMEIDA, S.R. & GONÇALVES, J.C. Estudo dos efeitos da aplicação de N, P, Mg, Zn, B e Cu, por via foliar em cafezais instalados em solo de cerrado. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 3º, Curitiba, PR, 1975. p.302-304 (Resumos).
- SILVA, J.B.S. da & FRANCO, C.M. Absorção de zinco e boro pelas folhas do cafeeiro, de soluções de diferentes concentrações e de mistura de ambos. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4º, Caxambú - MG, 1976. p.277-280. (Resumos).
- TOLEDO, S.V. de. Efeito da aplicação do sulfato de zinco na produção do cafeeiro cultivado em terra de campo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XI, Brasília, 1967. p.56-58. (Resumos).
- VASQUEZ, A.R. & NEPTUNE, A.M.L. Adubação foliar de mudas de café (*Coffea arabica* L.) var. Mundo Novo com três fontes de nitrogênio ¹⁵N. Anais da Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, XXXIV: 565-584, 1977.
- VIANA, A.S. Adubação foliar com macro e micronutrientes em cafeeiros em produção: In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 9º, São Lourenço, MG, 1981. p. 243-246. (Resumos).
- VIANA, A.S.; FLORENCE, M.L.D. & GARCIA, A.W.R. Estudos de fontes e doses de enxofre e zinco na formação de cafeeiros em solo LEd. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 13º, São Lourenço, MG, 1986. p.66-68.

VIANA, A.S.; FLORENCE, M.L.D.; GARCIA, A.W.R. & FIORAVANTE, N. Estudos de fontes e doses de enxofre e zinco na formação de cafeeiros em solos LED. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11º, Londrina, PR, 1984. p.257-260.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM CITROS

*José Renato Melare*¹

INTRODUÇÃO

A adubação foliar é feita principalmente para os nutrientes: boro, zinco e manganês e a adubação foliar com macronutrientes obedece os resultados da diagnose foliar.

Diagnose foliar

1. Amostragem

A coleta de folhas para análise deve ser realizada nos meses de fevereiro/março. Neste período apresentam cerca de 6 a 7 meses de desenvolvimento. Para cada talhão são escolhidas 25 plantas que representem a área. De cada planta são coletadas 4 folhas, nos sentidos Norte, Sul, Leste e Oeste a uma altura mediana da planta. Cada amostra, portanto, conterà 100 folhas. Os ramos escolhidos são aqueles que contenham frutos, retirando-se a terceira ou quarta folha, contando a partir do pedúnculo do fruto (Figura 1). As folhas devem ser retiradas com o pecíolo e totalmente inteiras.

¹ Fazenda Sete Lagoas Agrícola S.A. - Bairro Martinho Prado - Mogi-Guaçu-SP CEP 13840 - Fone (0192) 66-1121.



Figura 1. Folhas para a diagnose foliar (folhas 1,3, brotação da primavera).

Após a coleta as folhas são colocadas em sacos de papel identificando o local da retirada para posterior envio ao laboratório.

Caso haja demora no envio, é conveniente a conservação do material em geladeira. Não se recomenda a secagem das folhas pois existe a possibilidade de contaminação da amostra com impurezas.

É importante também que a amostra seja homogênea, ou seja, não coletar folhas de diferentes copas ou áreas (talhões).

2. Interpretação dos resultados da análise de folhas

Normalmente são fornecidos os valores dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre) e micronutrientes (ferro, manganês, cobre, zinco e boro). Os macronutrientes são expressos em

porcentagem da matéria seca e os micronutrientes em ppm.

Para interpretação dos resultados determinados por análise química, pode-se usar a tabela 1.

Tabela 1. Limites dos teores de nutrientes minerais em folhas de citros com 6-7 meses de idade.

Nutri- ente	Qtde Mat. seca	Defi- cien- te	Baixo	Ótimo	Alto	Exces- so
N	%	<2,0	2,0-2,3	2,4-2,7	2,8-3,0	>3,0
P	%	<0,09	0,09-0,11	0,12-0,16	0,17-0,29	>0,3
K	%	<0,7	0,7-1,1	1,2-1,7	1,8-2,3	>2,4
Ca	%	<1,5	1,5-2,9	3,0-4,5	4,6-6,9	>7,0
Mg	%	<0,20	0,20-0,29	0,30-0,49	0,5-0,7	>0,8
S	%	<0,14	0,14-0,19	-0,39	0,4-0,6	>0,6
Zn	ppm	<18	18-24	25-49	50-200	>200
Mn	ppm	<18	18-24	25-49	50-500	>500
B	ppm	<20	20-35	36-100	101-200	>200
Cu	ppm	<3,6	3,6-4,9	5-12	13-20	>20
Fe	ppm	<35	35-49	50-120	130-200	>200?

Dentro destes limites é estabelecido o programa de adubação foliar, colocando os elementos à medida da necessidade das plantas.

PROGRAMA DE APLICAÇÃO

As informações obtidas pela diagnose foliar servirão para a safra do ano seguinte ou uma aplicação na safra do ano, caso os elementos se encontrem em níveis abaixo do nível ótimo.

Basicamente são programadas 3 aplicações foliares de micronutrientes dentro do ano agrícola.

A primeira aplicação coincide com a pulverização de florada (agosto/setembro). A segunda seria nos meses de dezembro/janeiro, ficando a terceira como opção, depois de serem observados os níveis dos nutrientes pela análise foliar.

Com relação a N,P,K,Ca,Mg são repostos com a adubação química e calcáreação dos pomares.

O cobre e o enxofre normalmente são repostos à cultura quando se faz a pulverização de florada ou no controle de ácaros.

Para o ferro, dificilmente encontra-se problemas em virtude dos solos serem ricos neste nutriente. Para o boro, normalmente apenas uma aplicação no ano é suficiente para suprir as necessidades da planta.

O zinco e o manganês necessitam de duas ou mais aplicações. Em relação as aplicações os elementos são colocados acompanhando-se as pulverizações de ácaros para barateamento do custo de aplicação.

CONCLUSÃO

É extremamente importante que a coleta do material de folhas seja feita com muito critério e padronização, pois dela é que depende todo programa de aplicação foliar tanto para macro como micronutrientes.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM FRUTÍFERAS DE CLIMA TEMPERADO

Clori Basso¹

Friedrich Wilhelm Werner Wilms²

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura de clima temperado no Brasil, pela exigência climática, concentra-se basicamente nos estados sulinos. O melhoramento genético e a prática da quebra de dormência tornaram possível o cultivo de espécies tipicamente de clima temperado em regiões com clima mais ameno, com bons resultados econômicos. Dentre essas espécies cita-se a macieira, cujo cultivo expandiu-se grandemente nas duas últimas décadas.

Das espécies de frutíferas de clima temperado hoje cultivadas no Brasil destacam-se a macieira, o pessegueiro e a videira, quer por sua importância sócio-econômica, quer pela área plantada e produção.

Segundo EMBRAPA (1984), são cultivados cerca de 18 mil ha com pessegueiro no Brasil, sendo que aproximadamente 12 mil ha concentram-se na região de Pelotas - RS. Nessa região, o principal destino da produção de pêssego é a indústria de conservas, que na safra 1980/81 produ-

¹ Engº Agrº, Mestre em Agronomia.

² Engº Agrº, Dr.

EMPASC - Estação Experimental de Caçador.
Caixa Postal D-1, Tel. (0496) 62-1211
89.500 - Caçador, SC.

ziu 48 milhões de latas de 1 kg. Os demais pomares situam-se em diversos estados das regiões Sul e Sudeste, em pontos próximos às capitais e produzindo frutas para o consumo "in natura".

O início do cultivo da macieira no Brasil data de várias décadas. No entanto, o incremento da área plantada e da produção de maçãs foi expressivo somente a partir do final da década de 70 (Tabelas 1 e 2).

Além dessas frutas também são cultivadas a ameixa, a amora, o caqui, o figo, o kiwi, o morango, a nectarina, a nêspera, a noz pecã e a pera. Dentre estas, a cultura da pereira apresenta grandes perspectivas. A área cultivada com esta frutífera deverá aumentar significativamente nos próximos anos. Isto deverá ocorrer principalmente nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com cultivares mais nobres, do tipo europeu e asiático.

2. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS PERENES

As principais frutíferas de clima temperado cultivadas no Brasil são plantas perenes de porte arbóreo, cujas exigências nutricionais são diferentes das de espécies de ciclo anual. As frutíferas possuem um sistema radicular que ocupa um volume relativamente grande do solo, quer em profundidade, quer lateralmente. A distribuição do sistema radicular depende da espécie, porta-enxerto, disponibilidade de água, características físicas e químicas do solo e de práticas culturais. Como regra geral, pode-se considerar que 70% a 80% do sistema radicular encontra-se na camada superficial de 40 cm a 50 cm de profundidade, aprofundando-se mais em solos mais leves. Isso confere-lhes a capacidade de explorar um volume maior de solo, tanto para absorção de nutrientes como para absorção de água.

Outro aspecto importante é a característica de perenidade das plantas, que permite absorver água e nu-

Tabela 1. Evolução da produção brasileira de maçã (t).

Safrá	Estado produtor					Total
	RS	SC	PR	SP	MG	
1978/79	5.600	21.410	700	11.000	240	38.950
1980/81	13.500	39.175	4.000	11.600	947	69.222
1982/83	21.000	57.338	8.000	13.200	1.100	100.638
1984/85	55.000	138.055	17.300	8.000	1.200	219.555
1985/86	65.000	156.887	15.727	7.716	1.830	247.160

Fonte: INSTITUTO CEPA/CS (1987).

Tabela 2. Evolução da área plantada com macieira no Brasil (ha).

Ano	Estado					Total
	RS	SC	PR	SP	MG	
1972	134	797	-	-	-	931
1976	1.118	3.815	696	-	-	5.629
1980	4.424	8.031	2.906	2.480	200	18.041
1984	7.449	11.946	4.493	3.000	280	27.168

Fonte: KREUZ et alii (1986).

trientes por um longo período durante o ciclo vegetativo. Isso é mais válido para regiões de clima ameno, como as predominantes no Sul do Brasil, do que para as de inverno rigoroso, onde o ciclo vegetativo é menor.

As plantas perenes têm a capacidade de armazenar nutrientes nos tecidos lenhosos do sistema radicular e da parte aérea. Essa é uma importante fonte de nutrientes, responsável pelo crescimento no início do ciclo vegetativo, quando o sistema radicular ainda é pouco ativo ou quando a taxa de crescimento vegetativo é alta.

Estes aspectos são importantes e devem ser considerados sob o ponto de vista nutricional de plantas frutíferas. Por estas razões as plantas frutíferas conseguem bom desempenho em condições de fertilidade que não seriam as ideais para culturas anuais. Por outro lado, considerando os aspectos de perenidade e de distribuição do sistema radicular, é na implantação de um pomar que se tem a melhor oportunidade de efetuar uma adequada correção da acidez do solo e a melhoria da disponibilidade de nutrientes.

3. ESTADO NUTRICIONAL DOS POMARES

A análise do solo é sem dúvida o único método disponível para qualificar e quantificar os adubos e corretivos a serem aplicados na implantação de um pomar. Considerando os aspectos anteriormente citados, a análise do solo não é um bom indicativo para a necessidade de adubação em pomares em produção. Porém, ela fornece subsídios valiosos para serem utilizados junto com outros parâmetros. O principal é a análise de tecidos (folhas ou outras partes), mas também deve-se considerar a presença de sintomas de deficiência, o crescimento, a produção, as práticas culturais, as adubações anteriores e a idade das plantas.

Tendo por base a análise foliar das amostras enviadas por produtores de macieira de Santa Catarina ao Labo

ratório de Fisiologia e Nutrição Vegetal da EMPASC - Caçador/SC, em 1985 (Tabela 3), constata-se que os principais desequilíbrios nutricionais são:

- 69% das amostras com teores de N acima do normal;
- 38% das amostras com teores de K acima do normal;
- 79% das amostras com teores de Ca abaixo do normal;
- 43% das amostras com teores de Zn abaixo do normal;
- 15% das amostras com teores de B abaixo do normal.

Tabela 3. Distribuição porcentual, por faixa de interpretação, das amostras de folhas de macieira de produtores de Santa Catarina, analisadas em 1985. (Total de 697 amostras).

Faixa de interpretação	Nutrientes									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Insuficiente	0	0	0	26	1	0	0	33	0	5
Abaixo do normal	0	12	18	53	8	0	2	10	0	10
Normal	31	88	44	21	83	96	73	48	100	85
Acima do normal	59	0	35	0	8	4	18	9	0	0
Excesso	10	0	3	0	0	0	7	0	0	0

Situação semelhante aos pomares de Santa Catarina foi constatada nas amostras analisadas para produtores de macieira do Rio Grande do Sul e do Paraná.

Num levantamento do estado nutricional do pessegueiro efetuado pela EMBRAPA (1984), em 25 pomares da região

de Pelotas-RS, constatou-se pomares com teor abaixo do normal para os nutrientes Ca (100%), B (92%), Mg (80%), N (52%), Fe (52%) e Mn (46%). Teores acima do normal ocorreram com os nutrientes P (24%), K (44%) e Zn (32%).

4. ADUBAÇÃO FOLIAR

A adubação foliar em fruteiras de clima temperado tem por finalidade fornecer à planta, de maneira rápida, nutrientes para evitar ou corrigir deficiências.

O método de avaliação pelos sintomas de deficiência é bastante rápido, prático e barato. Porém, nem todos os nutrientes apresentam sintoma típico que permite identificar a carência que está ocorrendo. Outro aspecto importante é que quando os sintomas são visíveis na planta, o crescimento, a produção e/ou a qualidade dos frutos já foram afetados. Assim, deve-se tomar medidas preventivas para que isso não ocorra. Desta forma, o método ideal para avaliar a necessidade de aplicação de nutrientes via foliar é a análise foliar. Esta permite também identificar estados de fome oculta, quando os sintomas ainda não se manifestaram, e caracterizar situações de deficiência para nutrientes que não apresentam sintomas típicos.

Para culturas de maior expressão econômica existem procedimentos já estabelecidos para coleta de amostras e para interpretação dos resultados da análise foliar. Nas culturas para as quais não se dispõe destas informações, um bom procedimento para identificar estados de carência nutricional é analisar simultaneamente amostras obtidas em plantas que apresentam problemas e em plantas de bom desempenho agrônomo.

Salvo algumas excessões, a adubação foliar não é o método ideal para fornecimento de macronutrientes. Estes devem ser fornecidos via solo, iniciando-se com uma boa correção na implantação e adotando-se critérios adequados para a adubação de manutenção. Peculiaridades ine-

rentes às culturas da macieira e da pereira exigem pulverizações com cálcio para suprir este nutriente aos frutos.

A eficiência da aplicação de micronutrientes via foliar é comprovadamente superior à aplicação no solo. A determinação da necessidade de aplicações foliares deve, sempre que possível, basear-se na análise foliar. Em fruticultura são frequentes os tratamentos fitossanitários, cujos produtos muitas vezes contêm micronutrientes em sua formulação. Estes produtos são também uma fonte de nutrientes para as plantas, e devem ser considerados dentro de um programa global de adubação foliar.

4.1. Adubação foliar para macieira e pereira

A macieira e a pereira são bastante similares quanto a exigências nutricionais. Alguns problemas fisiológicos que ocorrem nos frutos destas espécies são controlados pelas mesmas práticas de manejo e adubação.

Considerando as peculiaridades da cultura e os dados apresentados na Tabela 3, os nutrientes que normalmente necessitam ser aplicados via foliar são o cálcio e o zinco. Mais raros são os casos em que necessita - se aplicar magnésio e boro.

4.1.1. Cálcio

A adubação foliar com cálcio não tem por objetivo suprir a planta com este nutriente, visto que a exigência da cultura é muito maior que a quantidade possível de ser suprida via foliar. Para esse fim deve-se tomar as medidas necessárias em todas as práticas que favoreçam uma melhor absorção de cálcio. As pulverizações com cálcio têm por objetivo principal atingir diretamente os frutos para possibilitar um melhor controle dos distúrbios fisiológicos que ocorrem em pré e pós-colheita. Vários distúrbios estão estreitamente relacionados com o teor de cálcio no fruto e sua relação com outros nutrientes, como nitrogênio, potássio e magnésio. Dentre os

distúrbios fisiológicos mais comuns na macieira, o de maior importância é o "bitter pit".

Para auxiliar no controle de distúrbios, durante a fase vegetativa deve-se fazer as práticas culturais necessárias para este fim e aplicar cálcio via foliar sistematicamente, em pulverizações quinzenais e a alto volume. Inicia-se quando os frutos têm aproximadamente, 1cm de diâmetro, continuando até próximo à colheita.

O cloreto de cálcio (CaCl_2) na concentração de 0,5% a 0,7% é a fonte mais recomendada e em uso nas diversas regiões produtoras de maçãs do mundo. O nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] é uma fonte alternativa, porém só é indicado para pomares que necessitam adubação complementar de nitrogênio e, mesmo assim, somente nas primeiras aplicações. Segundo GREENE & SMITH (1979) aplicações tardias de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ têm até aumentado as manchas de cortiça nos frutos (Tabela 4). Outra alternativa seria o cálcio quelatizado, desde que seja aplicada quantidade suficiente para que a quantidade do elemento cálcio atenda as necessidades da cultura (BRAMLAGE, 1986; CLINE, 1986; CLINE, 1983; BRAMLAGE et alii, 1985; BRAMLAGE & WEIS, 1986). Para isto ter-se-ia que aplicar quantidades grandes de cálcio quelatizado, o que torna o produto antieconômico. Para um controle eficiente de distúrbios fisiológicos, BRAMLAGE (1986) recomenda aplicação de 80 kg a 85kg de CaCl_2 /ha/ciclo. Para aplicação de igual quantidade de Ca, necessita-se aplicar de 128 kg a 136 kg de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, ou cálcio quelatizado (6% de Ca) na dosagem de 450 l/ha/ciclo. O aspecto econômico dos quelatos também é citado por CAMARGO & SILVA (1975) e por KOCH (1981).

A absorção do complexo quelado é mais difícil que a do íon, porém, depois de absorvido, a sua translocação é mais rápida (CAMARGO & SILVA, 1975). Os quelatos têm a vantagem de permitir mistura com outros produtos que eventualmente possam ser incompatíveis se misturados com sais.

A concentração de CaCl_2 ou de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ não deve ultrapassar as recomendações, e devem ser aplicados a temperaturas inferiores a 25°C-27°C para minimizar os ris-

Tabela 4. Efeito de aplicações foliares de cálcio e boro sobre manchas de cortiça e teor de nutrientes em maçãs.

Tratamento	Dose ^{1/} (kg/ha)	Manchas cortiça por fruto	Ca (ppm)		B (ppm)	
			Casca	Polpa	Casca	Polpa
Testemunha	0	4,6b	410bc	110b	31c	10b
CaCl ₂ ·2H ₂ O	55,2	1,4d	570a	130a	31c	11b
Solubor	18,5	2,4cd	370d	110b	138a	65a
Ca EDTA	17,9	4,1bc	380cd	110b	43b	14b
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	80,7	7,9a	520a	120ab	30c	8b

- Valores com a mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5%.

^{1/} Doses parceladas em 4 aplicações, em 11 e 25/07 e 08 e 23/08 (hemisfério norte).

Fonte: GREENE & SMITH (1979).

cos de fitotoxidez. Se aplicado incorretamente, o CaCl_2 pode causar injúrias às folhas da macieira (CLINE, 1983; DRAKE *et alii*, 1979), enquanto que o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ pode causar injúrias aos frutos (BRAMLAGE, 1986). Para a pereira RICHARDSON & LOMBARD (1979) citam que o CaCl_2 é menos fitotóxico que o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Alguns exemplos da eficiência de pulverizações com CaCl_2 para o controle de distúrbios fisiológicos são apresentados nas Tabelas 4 e 5 para a macieira e na Tabela 6 para a pereira.

Tabela 5. Efeito do volume de solução de cloreto de cálcio sobre a incidência de "bitter pit" em maçãs da cv. Northern Spy.

Volume de Solução (l/planta)	"Bitter Pit" (%)	
	Na Colheita	Após frigocon- servação
0	13,4	34,5
4,5	9,5	45,4
9	2,3	20,4
13,5	0,2	12,9

- Total de 3 pulverizações: 23/07 a 0,5%; 09/08 a 0,6% e 06/09 a 0,7% (hemisfério norte).

FONTE: CLINE (1983).

Resultados preliminares de um experimento com macieira em execução na Estação Experimental de Caçador/SC-EMPASC, também indicam a superioridade de pulverizações com CaCl_2 0,6% em relação ao cálcio quelatizado na dosagem de 4 l/ha (recomendação média dos fabricantes de cálcio quelatizado no Brasil).

Tabela 6. Efeito da concentração de cloreto de cálcio aplicado com surfactante a intervalos semanais em agosto sobre a incidência de "cork spot" em frutos de pera cv. Anjou.

Tratamento (ppm de Ca^{++})	"Cork Spot" (%)	Redução do Cork Spot (%)
0	24,7	-
325	15,9	36
975	10,8	56
1.625	8,9	64
3.250	5,4	80

FONTE: RICHARDSON & LOMBARD (1979).

Para a pereira, as recomendações de concentração de CaCl_2 é algo inferior às recomendações para macieira. RICHARDSON & LOMBARD (1979) sugerem CaCl_2 0,4% a 0,6%. A concentração de 1,2% (3.250 ppm de Ca^{++} - Tabela 6) causou injúria nas folhas e algum dano nos frutos. Em outro trabalho RAESE (1986) aplicou CaCl_2 a 0,35%.

4.1.2. Magnésio

Da mesma forma que para o cálcio, o magnésio deve ser fornecido via solo mediante uso adequado do calcário dolomítico. No entanto, em algumas situações específicas poderá ser necessário aplicar magnésio via foliar para suprir temporariamente este nutriente e, ao mesmo tempo deve-se tomar as medidas corretivas necessárias.

Em macieira, e possivelmente em pereira, poderá ser necessário aplicar magnésio via foliar nas seguintes situações:

- pomares novos, onde a taxa de crescimento vegetativo é alta;

- pomares com baixa disponibilidade de Mg no solo, geralmente associado à correção da acidez inadequada;
- pomares com alta disponibilidade de potássio;
- pomares adultos com excessivo crescimento vegetativo;
- associação dos itens acima.

A fonte mais econômica e eficiente para aplicação foliar de magnésio é o sulfato de magnésio. Outras opções são o nitrato de magnésio e o magnésio quelatizado.

WEBSTER (1985) comparou o sulfato de magnésio com o magnésio quelatizado para correção de deficiência via adubação foliar em macieira. O sulfato foi claramente superior ao quelato, indicando que, sem considerar a composição química dos produtos, a absorção está altamente relacionada à quantidade do nutriente aplicado por unidade de área foliar. O sulfato de magnésio foi aplicado na concentração de 2,03% (0,2% de Mg) e o magnésio quelatizado (4% de Mg) na diluição 1:200 (0,02% de Mg), num volume de solução de 3.000 l/ha. Isto equivaleu a aplicação de 15 l/ha do produto quelatizado. Considerando a diferença em mg de Mg/planta, o produto quelatizado deveria ser aplicado a aproximadamente 0,1% de Mg, o que equivaleria aplicar 75 l/ha.

As recomendações de concentração do sulfato de magnésio variam na literatura, como por exemplo: 2,5% (CAMARGO & SILVA, 1975); 2% a 3% (BASSO *et alii*, 1986); 2,36% (TESKEY & SHOEMAKER, 1978); 1% a 2% (KENWORTHY, 1975). Para pereira, no Chile, GIL S. (s.n.t.) recomenda sulfato de magnésio a 1% ou nitrato de magnésio a 0,5%.

O número de aplicações varia em função do grau de deficiência. Em geral de 2 a 4 pulverizações quinzenais, iniciando-se em novembro ou dezembro, são suficientes para o controle da deficiência naquele ciclo vegetativo.

4.1.3. Zinco

A presença de sintomas de deficiência de zinco na cultura da macieira é comum, mas mais frequentes são os casos conhecidos como fome oculta, detectáveis pela análise foliar. Isto torna a aplicação foliar uma obrigatoriedade para se prevenir prejuízos no crescimento das plantas e na produção.

O zinco pode ser aplicado no período de repouso hibernar ou durante o ciclo vegetativo. As aplicações hibernais, com tratamentos fitossanitários ou com o tratamento de quebra de dormência, têm apresentado resultados satisfatórios, assim como aplicação no início do ciclo vegetativo. Aplicação de sulfato de zinco ($ZnSO_4$) a 0,5% ou óxido de zinco (ZnO) a 0,5%, associados ao óleo mineral no tratamento de quebra de dormência, resultaram em bom controle da deficiência de zinco em Israel. Aplicações após a queda das pétalas resultaram em melhor crescimento vegetativo no ciclo seguinte, por terem influído na quebra da dormência, refletindo-se também em frutos de maior tamanho (HOFFMAN & SAMICH, 1966).

KOCH (1981) comparou $ZnSO_4$ a 1% com zinco quelatizado na dosagem de 11 a 22 l/ha, conforme o produto utilizado. As aplicações foram no inverno, junto com óleo mineral. Todos os produtos resultaram em efeitos semelhantes, mas considera os quelatos mais caros que o sulfato.

CAMARGO & SILVA (1975) citam $ZnSO_4$ e ZnO como fontes de zinco, indicando $ZnSO_4$ a 3% para aplicação logo antes do início da brotação, sem afetar as folhas. KENWORTHY *et alii* (1975) recomendam $ZnSO_4$ 0,1% a 0,2% mais igual concentração de hidróxido de cálcio - $Ca(OH)_2$ nas duas primeiras pulverizações ou $ZnSO_4$ 0,5% + $Ca(OH)_2$ 0,5 após a colheita.

Para as condições do Sul do Brasil, BASSO *et alii* (1986) recomendaram de 2 a 5 pulverizações quinzenais por ano, em função do grau de deficiência. São sugeridos o $ZnSO_4$ 0,2% e o ZnO 0,1%, iniciando-se as aplicações quando os frutos têm 1 cm de diâmetro. Para evitar fitotoxidez do sulfato, sugerem adição de $Ca(OH)_2$ 0,2%.

Resultados parciais de um experimento em execução em plantas de macieira em Santa Catarina, mostram que tanto as aplicações hibernais quanto as feitas durante o ciclo vegetativo controlam a deficiência de zinco. Os tratamentos de inverno foram aplicados em julho, com ZnSO_4 5%, ou na época da quebra da dormência com ZnSO_4 a 1,5% junto com a solução para este fim. Durante o ciclo vegetativo fez-se 3 aplicações quinzenais, iniciando-se em meados de novembro, quando os frutos tinham 1 cm de diâmetro. Para esta época os tratamentos foram ZnSO_4 a 0,2%, com e sem Ca(OH)_2 a 0,2%, e zinco quelatizado (7% de Zn) na dose de 3 l/ha (recomendação do fabricante). Os resultados sumarizados do ciclo 1986/87 são apresentados na Tabela 7. As pulverizações reduziram sensivelmente a ocorrência de sintomas, não havendo diferença entre fontes e épocas de aplicação. Não se observou efeito fitotóxico do ZnSO_4 . As aplicações hibernais não reduziram a ocorrência de manchas necróticas nas folhas e não aumentaram o teor foliar de zinco, nas amostragens de novembro e de fevereiro. Este efeito foi constatado também por HOFFMAN & SAMISH (1966), sugerindo uma deficiência severa e a necessidade de pulverizações em pré-floração para atender a necessidade das plantas no crescimento inicial. Pulverizações posteriores seriam necessárias como complemento e para evitar ocorrência de mancha necrótica em cultivares sensíveis.

4.1.4. Outros nutrientes

A análise foliar poderá indicar necessidade de aplicação foliar de boro. Para esses casos faz-se 2 a 3 pulverizações quinzenais com bórax 0,4% ou com solubor 0,2%, iniciando-se quando as maçãs têm 1 cm de diâmetro (BASSO et alii, 1986). Deve-se evitar abusos pois a faixa de tolerância de boro é muito estreita.

TESKEY & SHOEMAKER (1978) recomendam bórax 0,24% ou pentaborato de sódio, tanto para macieira como para pereira. CAMARGO & SILVA (1975) citam o bórax e o solubor como fontes de boro. GIL S. (s.n.t.) cita que a floração é o ponto crítico para pereira no Chile, época em que o boro deve estar disponível na planta. Para isso

Tabela 7. Efeito de épocas de aplicação foliar de zinco sobre ocorrência de sintomas de deficiência e de mancha necrótica, e sobre o teor foliar de zinco. Videira-SC.

Época de Aplicação	Sintomas de deficiência ^{1/}		Zn nas folhas (ppm)		Mancha necrótica ^{1/}
	20/11/80	18/02/87	20/11/86	18/02/87	23/12/80
Testemunha	2,83 a	2,33 a	14 a	19 b	2,00 a
Dormência	1,00 c	0,50 b	15 a	20 b	2,33 a
Nov/Dez.	1,96 b	0,38 b	14 a	165 a	1,04 b

^{1/} Avaliação por graus de 0 (ausência de sintomas) a 3 (deficiência severa). Para análise estatística os dados originais foram transformados com a equação $Y1 = \sqrt{Y+0,5}$.

Valores com a mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Duncan.

recomenda pulverizações no outono ou em pré-floração, usando bórax, solubor ou ácido bórico 0,1%, evitando aplicar mais que 6 kg/ha/ano para não causar toxidez.

Em função dos dados apresentados na Tabela 3, o nitrogênio não é um nutriente a ser aplicado via foliar. Com objetivo fitossanitário, para controle da sarna, recomenda-se pulverizar o pomar com uréia a 5% no outono, logo no início da queda natural das folhas.

Para as condições do Sul do Brasil, nenhum outro nutriente necessita ser aplicado via foliar em pomares de macieira e, possivelmente de pereira.

4.2. Adubação foliar para pessegueiro e ameixeira

Estas espécies possuem comportamento similar em termos nutricionais.

Segundo TESKEY & SHOEMAKER (1978), o pessegueiro é menos eficiente que a macieira na absorção de nitrogênio aplicado via foliar e é mais sensível ao excesso de boro.

EMBRAPA (1984) considera que o magnésio, se necessário para o pessegueiro, deve ser aplicado no solo pelo calcário dolomítico. O boro deve ser aplicado preferencialmente no solo, na dosagem de 15 a 30 kg/ha, tendo por base a análise foliar. Os micronutrientes cobre, zinco, manganês e ferro são componentes de muitos produtos fúngicos utilizados nos tratamentos fitossanitários, tanto no inverno como durante o ciclo vegetativo. Na hipótese de se constatar a necessidade de aplicação foliar de algum micronutriente no pessegueiro, as seguintes fontes são comumente usadas segundo EMBRAPA (1984): Boro - ácido bórico e bórax; Cobre - sulfato de cobre, óxido de cobre e quelato de cobre; Ferro - sulfato de ferro, fosfato duplo de ferro e quelato de ferro; Manganês - sulfato de manganês e quelato de manganês; Zinco - sulfato de zinco, óxido de zinco e quelato de zinco; Molibdênio - molibdato de sódio ou de amônio.

A nível de produtor no município de Caçador-SC, a aplicação de ZnSO_4 0,2% em pessegueiro causou acentuada queda de folhas e frutos. Em teste paralelo este efeito foi totalmente neutralizado quando adicionou-se igual concentração de Ca(OH)_2 . A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (CNPFT) em Pelotas-RS, efetuou teste experimental e não constatou efeito fitotóxico do ZnSO_4 0,2% em pessegueiro (MAGNANI, Márcio - Informação pessoal).

4.3. Observações Gerais

Para outras frutíferas de clima temperado não se dispõe de maiores informações quanto a adubação foliar. Se constatada a necessidade de aplicação foliar de algum nutriente, tem-se como opção as fontes e dosagens mencionadas para as culturas já citadas. Informações sobre produtos e dosagens são apresentadas por CAMARGO & SILVA (1975). Não se conhecendo a reação de uma cultura a um determinado produto aplicado via foliar, é sempre providencial tomar medidas de precaução, testando em algumas plantas e avaliando seus efeitos.

Possíveis efeitos fitotóxicos são normalmente evitados ao se pulverizar produtos na concentração recomendada e com condições atmosféricas adequadas.

Deve-se sempre considerar que muitos produtos fitossanitários contêm nutrientes em suas formulações e que sua aplicação é uma fonte de adubação foliar.

5. LITERATURA CONSULTADA

ATKINSON, D.; JACKSON, J.E.; SHARPLES, R.O. & WALLER, W. M. **Mineral nutrition of fruit trees**. London, Butterworths, 1980. 435 p.

- BASSO, C.; WILMS, F.W.W. & SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, EMPASC, 1986. p. 236-65.
- BLEICHER, J. **Doenças da macieira e seu controle**. Florianópolis, EMPASC, 1981. 72p. (EMPASC, Boletim Técnico, 11).
- BRAMLAGE, W.J. **The Influence of calcium on senescence changes and physiological disorders in apples**. Amherst, University of Massachusetts, 1986. 11 p. (Mimeografado).
- BRAMLAGE, W.J.; DRAKE, M. & WEISS, S.A. Comparison of calcium chloride, calcium phosphate, and a calcium chelate as foliar sprays for "McIntosh" apple trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 110(6): 786-9. 1985.
- BRAMLAGE, W.J. & WEISS, S.A. Sources of calcium for apples. **Hortscience**, 21(3): 676, 1986. Ref. 122. (Trab. apres. no 22, Internacional Horticultural Congress, Davis, CA, 1986).
- CAMARGO, P.N. de. **Princípios de nutrição foliar**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1970. 118p.
- CAMARGO & SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo, HERBA, 1975. 258 p.
- CHILDERS, N.F. ed. **Nutrition of fruit crops**. New Brunswick, Horticultural Publications, 1966. 888 p.
- CHRIST, E.G. **Commercial tree fruit production recommendations for New Jersey**. Rutgers, State University of New Jersey, 1980. 54 p. (Extension Bulletin, 407-G).
- CLARK, J.M.; BROOKS, M.W.; WOODS, S.A. & COLI, W.M. Enhanced degradation of pesticides in aqueous formulations due to addition of calcium chloride. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 112(2): 260-3, 1987.

- CLINE, R.A. Do your fruit crops suffer from calcium deficiency? **The Grower**, (Sep.): 10, 1986.
- CLINE, R.A. **Bitter pit control in apples**. s.l., Ministry of Agriculture and Food, 1983. 2 p. (Order nº 83-008).
- DRAKE, M.; BRAMLAGE, W.J. & DAKER, J.H. Effects of foliar calcium on McIntosh apple storage disorders. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 10(1/2): 303-9, 1979.
- DUCROQUET, J.P.H.J.; FORTES, G.R. de L. & BASSO, C. **Manchas de cortiça na maçã: sintomas e controle**. Florianópolis, EMPASC, 1982. 20 p. (EMPASC, Boletim Técnico, 15).
- EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL/EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção para maçã**; Santa Catarina. 2. rev. Florianópolis, EMPASC/ACARESC, 1982. 100 p. (EMBRAPA. Sistemas de Produção. Boletim, 380).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas, EMBRAPA-CNPFT, 1984. 156 p. (EMBRAPA-CNPFT. Circular Técnica, 10).
- FOCHESSATI, A. Bitter pit on apples. **The Deciduous Fruit Grower**, 25(2): 47-54. 1975.
- FORTES, G.R. de L. & PETRI, J.L. **Distúrbios fisiológicos em macieira e seu controle**. Florianópolis, EMPASC, 1980. 40 p. (EMPASC. Boletim Técnico, 3).
- FREIRE, C.J.S.; MAGNANI, M. & MORAES, E.C. Levantamento do estado nutricional do pessegueiro na região de Pelotas pela análise foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 5., Pelotas, 1979. **Anais**. Pelotas, Soc. Frut., 1979, v. 2, p. 417-427.
- GIL S., GONZALO. **Fertilización de perales basada en el analisis foliar**. s.n.t.

- GREENE, G.M. & SMITH, C.B. The influence of calcium and boron sprays on corking and nutrition of apples (*Malus domestica*. Borkh). **Commun. Soil Sci. Plan Anal.**, 10(1/2): 391-400, 1979.
- HOFFMAN, M. & SAMISH, R.M. The control of zinc deficiency in apple. **Israel J. Agric. Res.**, 16(3): 105-- 114, 1966.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**, 1986-87. Florianópolis, 1987. v. 1, p. 137-157.
- KENWORTHY, A.L. **Tree fruit and landscape plants: nutrition and water**. East Lansing, Michigan State University, Department of Horticulture, 1975. 97 p.
- KENWORTHY, A.L.; HULL, Jr.; HOWELL, G.W. & FLORE, J.A. **Fertilizers for fruit crops**. East Lansing, Michigan State University, 1975. 4 p. (Extension Bulletin, E-852).
- KOCH, B. Plot study seeks evaluation of foliar zinc sprays on Red Delicious apples. **The Goodfruit Grower**, 32: 28-9, 1981.
- KREUZ, C.L.; BENDER, R.J. & BLEICHER, J. História e importância econômica da macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, EMPASC, 1986. p. 13-25.
- PIZA, Jr., C.T. & BRAGA, F.G. **A cultura do pessegueiro**. Campinas, CATI, s.d.. 144 p. (Boletim Técnico - SRC, 29).
- RAESE, J.T. Fruit calcium increased and Anjou pear disorders reduced with improved cultural techniques. **Hortscience**, 21(3): 668, 1986. Ref. 63. (Trab. apres. no 22 International Horticultural Congress, Davis, CA, 1986).

- RICHARDSON, D.G. & LOMBARD, P.B. Cork spot of Anpou pear pear: control by calcium sprays. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, 10(1/2): 383-9, 1979.
- SARRUGE, J.R. Perspectivas da adubação foliar em fruticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, Pelotas, 1979. **Anais. Pelotas, Soc. Bras. Frut.**, 1979. v.3, p. 1275-76.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A. & ERNANI, P.R. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPFT, 1987. 100 p.
- TERBLANCHE, J.H. An integrated approach to orchard nutrition and bitter pit control. **The Deciduous Fruit Grower**, 31(12): 501-13, 1981.
- TESKEY, B.J.E. & SHOEMAKER, J.S. **Tree fruit production.** 3.ed. Westport, AVI, 1978. 409 p.
- TRANI, P.E. **Nutrição mineral e adubação da macieira** (*Pyrus malus* L.) Campinas, Fundação Cargill, 1982. 43 p.
- USHIROZAWA, K. **Cultura da maçã.** Florianópolis, EMPASC, 1978. 295 p.
- WEBSTER, D.H. Comparison of magnesium sulfate and THIS Mg chelate foliar sprays; response of Mg - deficient Beautiful Arcade apple seedlings. **Can. J. Plan. Sci.**, 65(1): 131-6, 1985.

DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS E ADUBAÇÃO FOLIAR DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA

Fortunato Garcia Braga¹

1. ORIGEM DA VIDEIRA

A videira é uma das plantas de origem mais nobre que se conhece. Ela foi constatada em achados fósseis que precederam ao aparecimento do homem. Nenhuma outra planta cultivada poderá orgulhar-se de ter conjugado em torno de si tantos estudos e inspirado tão volumosa bibliografia, sob todos os aspectos.

Sob o ponto de vista mitológico ela é consagrada como símbolo da salubridade e da alegria.

A videira, nos países vitícolas, além do que representa sob o ponto de vista econômico, é incentivo da colonização e garantia da fixação do homem ao solo, resumindo a sua história os faustos e reveses da civilização.

A cultura da videira, sendo permanente, impede o nomadismo, radicando o homem à terra.

¹ Engº Agrº.
Rua Joaquim Pires de Oliveira, 550.
Telefone: 436-2750 - Jardim Brasil
13.200 - Jundiaí, SP.

2. APARECIMENTO DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA

A uva niagara rosada é o resultado de uma mutação somática ocorrida na variedade niagara branca, introduzida no Brasil em 1894 por Benedito Marengo. A origem da uva niagara branca remonta ao ano de 1868, de um cruzamento de variedades labruscas: concord e cassady.

Em 1910 a variedade niagara branca começou a ser conhecida comercialmente.

Em 1933, surgiu uma mutação desta variedade, a niagara rosada, que sobrepujou a variedade branca e hoje constitui 95% dos vinhedos existentes na região de Jundiaí.

Atualmente encontramos na região de Jundiaí cerca de 25 milhões de pés da variedade niagara rosada que produzem, em média, cerca de 10 milhões de caixas de 6 kg.

Tais dados fazem da região de Jundiaí a maior produtora de uvas de mesa do Brasil.

3. IMPORTÂNCIA DA VIDEIRA NIAGARA ROSADA

Em 1933, quando apareceu por mutação somática, a partir da variedade Niagara Branca, a variedade Niagara Rosada passou a se difundir rapidamente. Em princípio na região de Jundiaí e posteriormente na região de Indaiatuba. Atualmente encontramos a variedade Niagara Rosada espalhada por todo o Estado de São Paulo.

Pelo quadro a seguir, podemos constatar os principais municípios produtores da Variedade Niagara Rosada.

Município	Nº de Pês	Produção Média
Jundiaí	8.000.000	4.000.000 cx
Indaiatuba	4.000.000	1.600.000 cx
Louveira	4.680.000	2.808.000 cx
Itupeva	2.750.000	1.100.000 cx
Vinhedo	2.300.000	920.000 cx
Jarinu	2.000.000	1.000.000 cx
Itatiba	1.750.000	525.000 cx
Valinhos	900.000	270.000 cx
São Miguel Arcanjo	800.000	350.000 cx
Campinas	710.000	213.000 cx

4. DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

A videira Niagara Rosada apresenta os seguintes sintomas de deficiências nutricionais:

4.1. Nitrogênio

A videira Niagara requer grande quantidade desse elemento, principalmente após a brotação e até o fim do florescimento.

O sintoma típico de deficiência é apresentar as folhas mais velhas com amarelecimento uniforme. Na região de Jundiaí é feita adubação nitrogenada logo após o florescimento e outra aplicação 20 dias após.

4.2. Fósforo

É considerado como o macronutriente mais importante para a videira.

O sintoma de deficiência de fósforo se caracteriza pelo aparecimento nas folhas mais velhas de coloração

vermelho-violáceo no limbo. O peciolo e nervuras das folhas mais velhas assumem uma coloração vermelha.

O fósforo é incorporado ao solo, juntamente com a matéria orgânica, no mês de junho, antes da poda hiberna.

4.3. Potássio

É o elemento absorvido pela videira Niagara Rosada em maior quantidade.

O sintoma de carência deste elemento são folhas velhas com pequenos pontos necróticos. Há amarelecimento que evolui para queimadura das margens das folhas. Em certos casos há enrolamento das bordas das folhas. O potássio é incorporado ao solo em conjunto com o fósforo e matéria orgânica, no mês de junho, antes da poda hiberna.

Em certos casos, há uma segunda aplicação em cobertura, em conjunto com a adubação nitrogenada.

4.4. Magnésio

Esta deficiência é comum na videira Niagara Rosada se manifestando, com maior intensidade, após a colheita da uva.

O sintoma característico da deficiência de magnésio é o amarelecimento entre as nervuras (no sentido radial) nas folhas mais velhas. As nervuras permanecem com a cor verde.

O amarelecimento evolui, lentamente, para uma cor marron o que provoca, finalmente, a queda das folhas. Esta deficiência aparece associada ao fungo *Isariopsis clavispora* causador da doença chamada "Mancha das Folhas".

A queda prematura das folhas, pela ação conjugada

desses dois fatores, enfraquece as plantas e diminui o vigor da brotação, após a poda hiberna.

4.5. Boro

Trata-se de outra deficiência muito comum em condições de campo. Os sintomas típicos de deficiência são os seguintes:

- Amarelecimento das folhas novas, entre as nervuras. (folhas terminais).

- Cachos mal formados com aparecimento de bagas pequenas e mal formadas entre as normais.

- Áreas deprimidas e escuras nas bagas que provocam seu rachamento e aparecimento das sementes, que ficam expostas.

- Cortando-se as bagas, nota-se um escurecimento da polpa.

4.6. Zinco

Trata-se de outra deficiência comum nas condições de campo.

Sua deficiência ocorre nos órgãos mais novos da planta, especialmente as folhas.

Os principais sintomas da deficiência são:

- Tamanho pequeno das folhas.

- Amarelecimento das folhas terminais.

5. ADUBAÇÃO FOLIAR

Não existe um estudo pormenorizado sobre adubação foliar da videira.

As observações de campo mostram que a videira Niagara Rosada apresenta sintomas de carência de magnésio, boro e zinco em grande número de vinhedos.

Trabalhos iniciais sobre adubação da videira Niagara Rosada, realizados pelo Instituto Agronômico de Campinas, constataram teores baixo de fósforo nas folhas, no período de brotação e florescimento, embora este nutriente exista em quantidade elevada no solo.

As formulações usadas para adubação foliar não são específicas para a cultura da videira e, um grande número de fórmulas, são aplicadas.

5.1. Fórmulas aplicadas até a colheita:

Pela descrição feita seria necessária a aplicação de uma fórmula onde predominasse fósforo, magnésio, zinco e boro.

Dentre as formulações usadas na região a que mais se aproxima da realidade descrita é a seguinte:

100 g. da Fórmula - Zn(6%), B(3,5%), Mg(5%), Mo (0,1%),
Fe(0,2%) e S(4%)
300 cc da Fórmula: N(5%), P(30%) - Mg(2,5)
Água 100 litros

Esta formulação é aplicada desde o florescimento até o amolecimento das bagas.

5.2. Fórmula aplicada após a colheita:

Nota-se que, após a colheita, ocorre deficiência aguda de magnésio associada a doença conhecida como "Mancha da Folha", já descrita.

Nesta situação tem sido feitas quatro aplicações da seguinte formulação:

Sulfato de magnésio	400 g
Maneb ou zineb	250 g
Água	100 litros
Espalhante adesivo	20 a 50 cc

Desta maneira tem se conseguido reter as folhas nas plantas até, pelo menos, o fim do mês de maio.

BIBLIOGRAFIA

- AMANTE, E. Pragas da Videira. Mimeografado CETREC. Campinas, Agosto de 1963.
- BRAGA, F.G. Aspectos da Cultura da Videira Niagara Rosa da. Boletim Técnico - Festa da Uva de Jundiaí. 1984.
- BRAGA, F.G. & PEREIRA, F.M. Aspectos da Cultura de Uvas Finas de Mesa. DATE. Campinas. 1966.
- BRAGA, F.G. A Uva de Jundiaí. Fascículo. Festa da Uva de Jundiaí. 1982.
- FERNANDES, O.G. Pragas e Doenças da Videira - DATE. Campinas. 1966.
- GOBBATO, C. Manual do Viti-Vinicultor Brasileiro. 1º volume - IV Edição. Livraria Globo - Porto Alegre.
- KUNIYUKI, H. Viroses da Videira no Estado de São Paulo. Palestra Proferida no "Dia de Campo de Fruticultura" em Jundiaí. 1986.
- PIONEIRO, E. de D. Doenças da Videira. Mimeografado - CETREC. Campinas. 1963.
- SOUZA, J.S.I. de. Cultura da Videira. Edições Melhoramentos - São Paulo.

SOUZA, J.S.I. de. Mutações Somáticas na Videira Niagara Bragantia, Vol. 18, nº 27. Dezembro de 1959. Campinas.

SANTOS NETO, J.R.A. Melhoramento da Videira. Bragantia: 14-23. Campinas, 1955. pp. 238-256.

SANTOS NETO, J.R.A. Cartilha do Viticultor. Uvale S/A - Belo Horizonte, Minas Gerais. 45 p.. 1984.

TERRA, M.M. Deficiências Nutricionais e Adubação da Videira. Palestra proferida no "Dia de Campo de Fruticultura de Clima Temperado". Jundiaí. 1986.

VASCONCELLOS, P.W. C. de. Subsídios a Ampelologia Nacional. Piracicaba. ESALQ. 1930. 72 p.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR

Uma experiência da Usina São José de Macatuba-SP

José Tadeu Coleti¹

HISTÓRICO

Em 1980, apresentou-se durante o 1º Simpósio de Adubação Foliar em Botucatu, os resultados de trabalho iniciado na safra 76/77 na Usina São José, Macatuba/SP (LORENZETTI & COLETI, 1981). De lá a esta data são decorridos sete anos, período suficiente para gerar alterações significativas em tecnologias adotadas na condução da cana-de-açúcar, motivadas pelo desenvolvimento da pesquisa ou atropeladas pelos descontroles e inconstâncias da economia brasileira. Desde o primeiro instante da adoção de adubação foliar em cana, na Usina São José (Macatuba - SP), buscou-se o mais econômico. Programou-se uma redução de adubação via solo, justamente porque a complementação posterior, via aérea, resultava numa vantagem econômica e sem prejuízo agronômico. Bastaria haver empate no resultado agronômico e real vantagem no econômico para a prática ser adotada. Coincidentemente, nos primeiros anos de adoção da prática da adubação foliar, resultados agrônômicos também aconteceram como atestam os números apresentados em 1980 (Tabela 1). Vale ressaltar, no entanto, que os resultados desta época comparavam doses menores de adubo via solo, contrariamente aos resultados obtidos posteriormente, conforme demonstraremos a seguir.

¹ Engº Agrº Assessor Técnico da U.S. José ZL - Coleti - Consultoria e Planejamento S/C Ltda. Rua 17, nº 1036 - 13.500 - Rio Claro, SP.

Uma simples corrida de olhos sobre a tabela 2 verifica-se uma redução do uso do adubo foliar nos anos que se seguiram depois de 1981. Entre os acontecimentos que contribuíram para esta redução, figura em primeiro lugar a introdução do adubos fluidos. Esta prática, iniciada paulatinamente em 1981, toma corpo em 83 e torna-se abrangente a partir de 1984/85. E o motivo principal de sua introdução foi a sensível redução de custos de adubação. Cana-soca sempre representa o maior contingente dos canaviais, em torno de 75% da área, e, conseqüentemente, onde se consome o maior volume de nutrientes. E dos nutrientes, a grande contribuição da nova prática era a possibilidade do uso de nitrogênio oriundo da amônia anidra, de alta concentração (82%), devidamente manipulada em unidade formuladora própria. Nos primeiros anos, a diferença de custo entre usar-se nitrogênio da uréia ou da amônia estava próxima de 50% a favor da última. Por outro lado, o forte da adubação foliar estava justamente na aplicação do nitrogênio. Registrase então uma virada no enfoque das quantidades de nitrogênio a aplicar via solo, por ocasião do cultivo da soqueira. A diferença de custos era tão elevada que permitia esta alteração com reais vantagens econômicas. Coin-

Tabela 1. Resumo dos resultados de adubação complementar via foliar- Usina São José (Macatuba - 1980).

Ano	nº campos	Produtividade (t/ha)			
		Testemunha	Área aplicada	diferencial	%
1975/76 (1)	8	68	83	15	21
1976/77 (2)	14	56	70	16	25
1979/80 (3)	12	51	67	17	33

Notas: (1)(2) Cana-soca - Fórmula 10-8-8 (30 l/ha)
(3) Cana-soca - Fórmula 16-6-3 (50 l/ha)

Tabela 2. Demonstrativo da aplicação (via aérea) nos canaviais da USJosé - 1977 a 1986, relacionando-se áreas de colheita, introdução do adubo fluído e produtividade por quinquênio.

Ano	Colheita Área (ha)	Ad. foliar ha	Ad. fluído ha	Produtividade t/ha (quinquênio)
1977	19.529	32.582	-	67,7
1978	21.090	45.544	-	
1979	22.759	37.433	-	
1980	24.622	25.376	-	
1981	28.813	30.948		
1982	38.505	18.000	1.000	72,2
1983	34.171	18.100	18.000	
1984	35.427	18.096	28.569	
1985	34.985	13.853	26.661	
1986	36.225	11.231	23.120	

cidentemente, os custos da aplicação aérea também se elevaram bruscamente, acompanhando a espiral inflacionária dos últimos anos, com os constantes aumentos dos combustíveis. Passa-se então ao uso mais racionalizado e mais "racional" da aviação agrícola com fins de adubação foliar. A partir de 1984 ampliam-se as doses de nutrientes em cana soca via solo e se programa apenas a primeira parte da safra, colheita de abril/junho, para o parcelamento, aplicando-se praticamente dois terços após a colheita e um terço em novembro/dezembro, por ocasião do máximo crescimento. Para a cana planta, o programa de parcelamento fica restrito somente ao último período do plantio, de março a abril. Com a adoção destas medidas, foi possível a redução da grande infra-estrutura com aviação agrícola e facultou o uso da adubação em tempo "oportuno", aliás, a grande justificativa do uso de adubação foliar via aérea.

DESENVOLVIMENTO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NA USINA SÃO JOSÉ

Pelo resumo acima exposto fica bastante evidente que o econômico sempre norteou as decisões por uma ou outra prática. Contudo, em nenhum momento se descuidou da questão agrônômica. Já em 1982 foram colhidos dois ensaios onde se testavam diferentes níveis do uso das formulações foliares 24-6-00 e 21-00-00. Os resultados constam das tabelas 3 e 4. Pelos resultados do primeiro ensaio fica evidente a resposta a doses de adubação, tanto com a formulação foliar como com o adubo sólido via solo, mas nenhum tratamento superou a dose completa do nitrogênio (90 kg/ha) colocado no solo. No segundo ensaio há o mesmo comportamento, se bem que mostrando tendência de resposta a maiores dosagens do foliar. Em ambos os ensaios deve-se atentar para o período de adubação: em dezembro/81, em cana colhida no final da safra/81. Não permitem tais resultados, portanto, uma generalização, mas mostra que nesta época a adubação recomenda da poderia ser locada toda de uma vez via solo.

Tabela 3. Resultados de produtividade final (t/ha) de ensaio envolvendo três vazões de adubo foliar 24-6-00 em cana soca, comparando-se com adubo sólido via solo. Usina São José - Macatuba - SP, 1982.

Tratamentos testados		Vazão l/ha	Formulação foliar	Produ- tividade (ha)	Diferença
Adubação básica via solo	Adubação complementar via foliar				
kg/ha (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	kg/ha (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)				
90 - 0 - 120	0 - 0 - 0				
0 - 0 - 120	12 - 3 - 0	50*	24-6-0	75 ab	12
0 - 0 - 120	24 - 6 - 0	100*	24-6-0	76 ab	13
0 - 0 - 120	48 - 12 - 0	200*	24-6-0	84 a	21**
0 - 0 - 120	12 - 3 - 0	uréia+supersimples		78 ab	15
0 - 0 - 120	24 - 6 - 0	uréia+supersimples		80 ab	17
0 - 0 - 120	48 - 11 - 0	uréia+supersimples		94 a	31**
0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	-	-	63 b	-
dms (Tukey 10%)	- - -	-	-	21	

(*) Vazão obtida com equipamento micronair adaptado

Tabela 4. Resultados de produtividade final (t/ha) de ensaio em cana soca, comparando se diferentes níveis de formulação foliar com adubação via soca - Usina São José, 1982.

Tratamentos testados		Vazão l/ha	Formulação	Prod. t/ha	Diferencial t/ha
Adeb. básica ----- kg/ha	Adeb. complementar N-P ₂ O ₅ -K ₂ O -----				
70 - 0 - 120	21 - 0 - 0	Via solo	Uréia	97 a	25**
70 - 0 - 120	21 - 0 - 0	50 + 50*	21-0-0	114 a	42**
70 - 0 - 120	21 -11 - 0	50 +150*	21-11-0	109 a	37**
70 - 0 - 120	- - -	-	-	93 a	21**
0 - 0 - 0	- - -	-	-	72 b	-
dms (Tukey a 10%)				21	

(*) Vazão obtida com micronair adaptado a trator.

Também durante todos estes anos se procedeu a um acompanhamento sistemático das práticas adotadas. Foram distribuídas aproximadamente 250 unidades de amostragem pelo canavial da Usina e se convencionou chamar-se unidade "normal" àquele campo que recebe a adubação normal ou comercial (via solo e via foliar) e unidade "padrão" àquele campo que recebe 1,5 vezes a adubação normal via solo e a normal via foliar. A adubação chamada "padrão" sempre foi efetuada juntamente com o cultivo da soca, poucos dias pós-colheita, com o intuito de monitorar possíveis complementações, bem como para se verificar respostas a maiores níveis de adubação, através da produção final. O resumo destas observações da tabela 5.

Tabela 5. Resumo de produções finais (t/ha) para unidades de amostragem em cana-soca nos últimos anos - Médias de 250 campos por período. Usina São José - (Macatuba-SP).

Período	Normal t/ha	Padrão t/ha	Diferencial t/ha
83/84	65	68	3
84/85	71	76	5
85/86	71	77	6
86/87	66	70	4

Como se pode perceber, o diferencial médio não apresenta números significativos, mas registra uma "tendência" de resposta aos campos mais intensamente adubados. Contudo, este diferencial não pagaria o aumento de dose via solo, nos níveis testados, mostrando que a adubação "normal" está satisfazendo economicamente a cultura. A seleção de unidades de amostragem por época de colheita (tabela 6) vem confirmar o que teoricamente se espera: nas plantas colhidas em abr/jun as chances de res-

Tabela 6. Resumo das produtividades de unidades "normal" e "padrão" selecionadas por época de colheita - Safra 84/85 Usina São José (Macatuba/SP).

Época de colheita (ano anterior)	Unidades nº	Normal t/ha	Padrão t/ha	Diferencial t/ha
Mai-jun	47	78	82	4
Jul-ago	26	75	83	8
Set-out	16	69	74	5

posta à adubação maciça via solo são sempre menores. Como demonstram os resultados da Tabela 6, o primeiro não responde tanto à máxima adubação via solo como o segundo. Isto provavelmente porque neste período a latência é tão grande que não permite o máximo aproveitamento, uma vez que o crescimento é quase nulo (figura 1). Já o segundo aproveita o início das chuvas de set/out favorecendo o crescimento. E no terceiro período não se consegue aproveitar tudo porque prováveis perdas de nutrientes são mais aceleradas, tanto por lixiviação (excesso de chuvas) como por volatilização (excesso de calor), mas as chances de se aproveitar são maiores do que no 1º período.

Pelos resultados do ensaio e por tais resultados de acompanhamento, optou-se por parcelar somente no 1º período de colheita, já que não se registrou tendência de respostas a doses maciças via solo e, teoricamente, consultada a curva natural de crescimento (figura 2), a capacidade máxima desta planta reagir situa-se em nov/dez. Já a colocação de todo o adubo recomendado via solo, nos dois outros períodos, apresenta maior chance de aproveitamento pela planta, a ponto de se poder aplicar tudo via solo porque na hipótese de perdas ainda fica mais econômico do que parcelar.

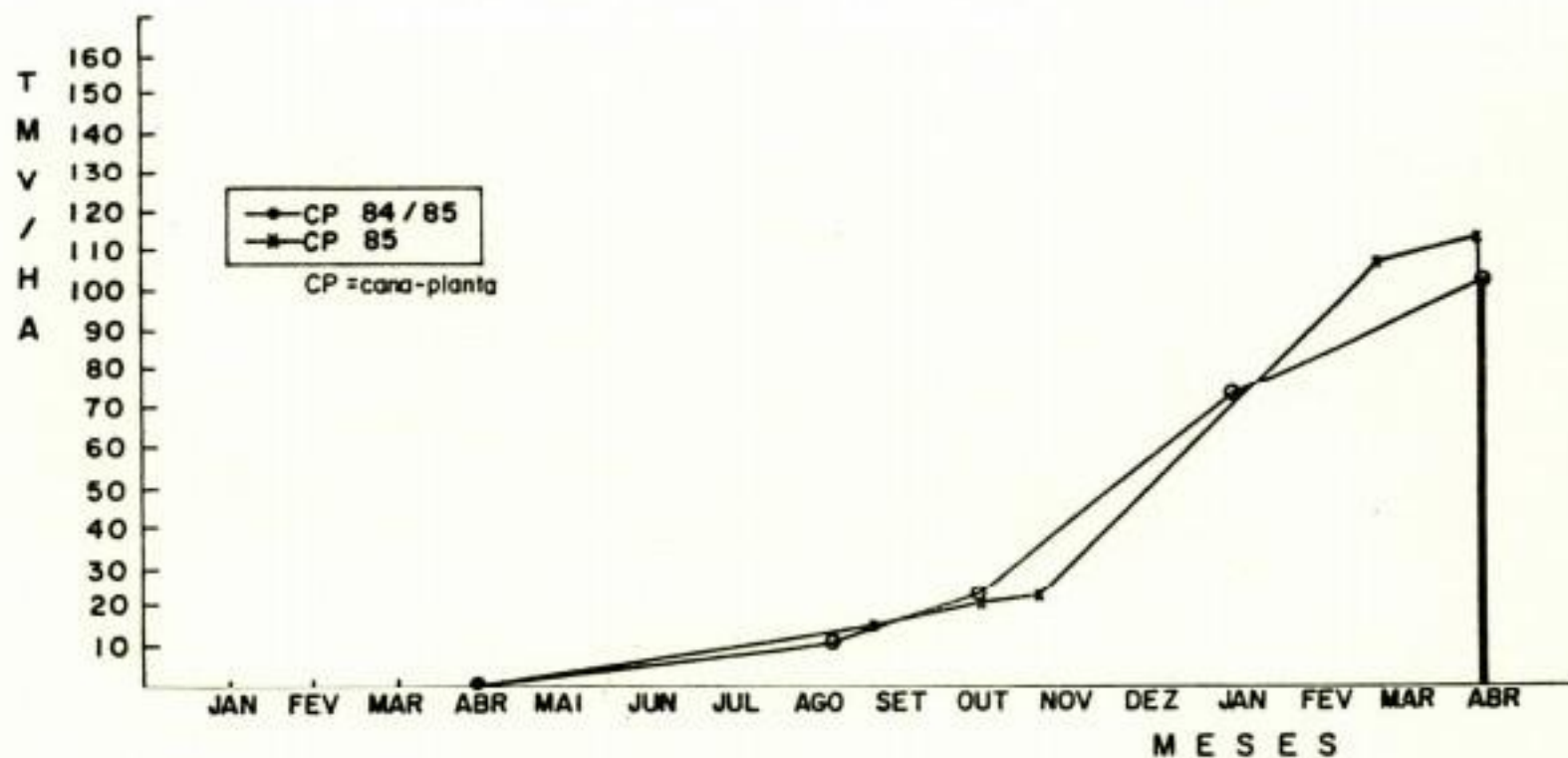


Fig. 01 - Demonstrativo do período de latência (reduzido crescimento de abril a out.) de cana-planta de de mar/abril e o "salto" de desenvolvimento em nov/jan. Comparativo de dois anos (84/85 e 85/86). - Usina São José - Macatuba - SP.

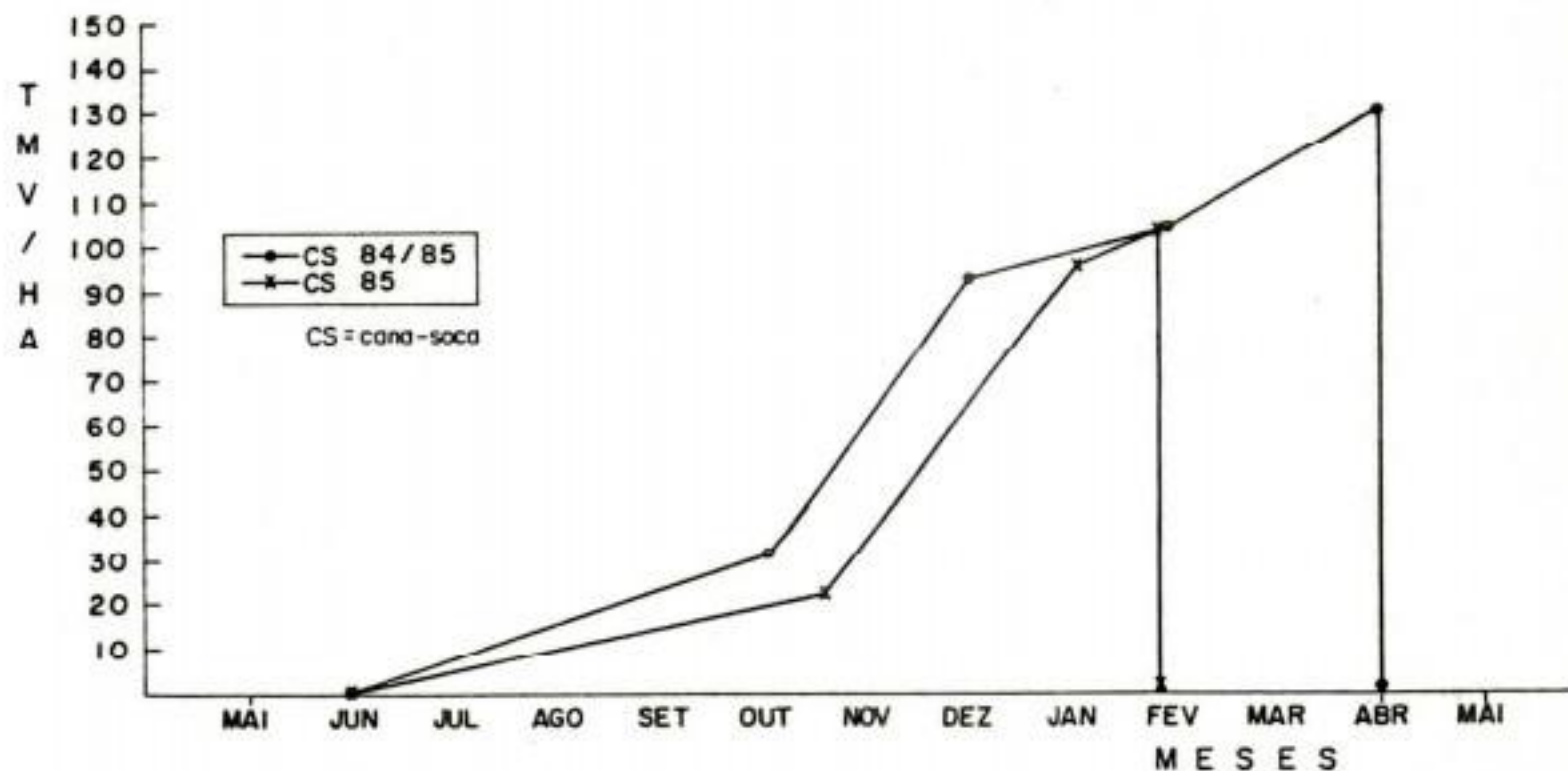


Fig. 02 - Demonstrativo do período de máximo crescimento da cana-soca (out./dez.) colhida no primeiro período da safra (abril a junho)-Comparativo de dois anos (84/85 e 85/86) — Usina Barra Grande — Lençóis Paulista — SP.

Paralelamente a estas "macro"-avaliações, uma outra forma de avaliação do sistema de adubação foliar foi empregada, utilizando-se a técnica de diluição isotópica a través de uréia marcada com ^{15}N (TRIVELIM *et alii*, 1983 e 1985). Com um primeiro trabalho em que se simulou chuva após a aplicação foliar, a técnica isotópica com ^{15}N evidenciou o processo de absorção foliar e a translocação do N da uréia pela planta. No dia da aplicação aérea a absorção foliar de 50% do fertilizante ocorreu na primeira hora após a adubação (tabela 7). Tanto neste trabalho como no outro, em que se analisou a planta após 7 dias da aplicação foliar (tabela 8), o resultado isotópico foi o mesmo: a quantidade de N da uréia absorvida pela cana-de-açúcar foi de 50%. Mas em ambos os trabalhos, a determinação do nitrogênio total, como normalmente se faz, não forneceu evidências da absorção e perdas da uréia aplicada por via foliar.

COMENTARIOS FINAIS

A adubação foliar teve sua introdução nos canaviais da Usina São José por motivos econômicos, com vistas a reduzir os custos da adubação de cana-soca. Programada inicialmente para substituir parte substancial da adubação via solo, teve sua rota modificada ao longo dos últimos anos, mais uma vez por circunstâncias econômicas, se bem que já amparada pela observação agrônômica local, que passou a indicar a adubação foliar como "algo a mais" a ser oferecido à planta no seu melhor período de crescimento, esperando-se respostas muito mais em função do clima do que do tipo de formulação empregada, ficando caracterizado que o nutriente básico a ser manipulado seria o nitrogênio.

As produtividades obtidas pela Usina São José nos últimos 10 mostram oscilações explicadas pelo próprio incremento da área de moagem, praticamente duplicada, bem como pelas variações climáticas do período com geada e seca de permeio. De qualquer forma, tem sido positivo o saldo dos últimos 5 anos, onde se implementou a adubação

Tabela 7. Eficiência da uréia (EUF) aplicado por via foliar em cana-de-açúcar IAC - 52-150.

Tratamento	Eficiência de utilização do fertilizante ^{1/}				
	folhas, bainhas e cartuchos	colmos e palmitos	perfilhos	raízes	total
A. Simulação de chuva após 0,5 hora da aplicação foliar	17,1b ^{3/}	5,1b	1,6b	8,0	31,7b ± 9,2 ²
B. Simulação de chuva após 1,0 hora da aplicação foliar	31,7ab	11,4ab	2,9b	7,3	53,3ab ± 13,3
C. Simulação de chuva após 2,0 horas da aplicação foliar	28,9b	7,0ab	3,4ab	10,9	50,2ab ± 10,9
D. Simulação de chuva após 4,0 horas da aplicação foliar	25,8b	5,6ab	3,8ab	7,5	42,6b ± 15,6
E. Simulação de chuva após 7,0 horas da aplicação foliar	31,9ab	6,1ab	3,0b	4,9	45,9b ± 18,2
F. Sem simulação de chuva	68,7a	15,0a	7,0a	4,2	95,0a ± 26,2
F	4,97*	4,02*	5,67**	0,77 (NS)	5,22**
Nível de significância (%)	1,1	2,2	0,64	58,6	0,89
CV (%)	40,7	41,0	36,5	65,6	31,1
Teste de Tukey 5% (DMS)	38,0	9,4	3,6	12,8	45,3

^{1/}Média de três repetições.^{2/}Desvio padrão (s).^{3/}Médias acompanhadas de mesma letra nas colunas verticais, não diferem entre si.

Tabela 8. Eficiência de utilização do N da uréia (EUF) aplicado por via foliar em cana-de-açúcar IAC 52-150.

Tratamento isotópico	Eficiência de utilização de fertilizantes (%) <u>a/</u>					
	Após 7 dias			Após 123 dias		
	Parte aérea	Raiz	Total	Parte aérea	Raiz	Total
Sem cobertura	39,3±3,60	10,6±1,00	49,9±4,50			
Sob cobertura	67,5±6,30			3,7±0,70	3,70±0,06	7,0±0,70
F	45,6**					
Nível significância	(0,01)					
C.V. (%)	30,01					
D.M.S. (Tukey 5%)	11,58					

a/ Média ± desvio padrão

líquida, com aumentos da dosagem via solo e se reduziu a adubação foliar, locando-a em sua melhor época e dentro das melhores chances de sucesso. Enquanto no primeiro quinquênio a produtividade média esteve em 67,7 t/ha, já neste segundo quinquênio o valor médio subiu para 72.2 t/ha, com incremento médio de 6,6%, significativo para a empresa já que representa um notável efeito multiplicativo sobre uma área anual de 35.000 ha de moagem.

Atualmente, portanto, a adubação foliar se situa como uma ferramenta estratégica para a melhoria global da produtividade, que deve ser racionalmente manejada para facultar resultados ponderáveis, deslocando-se totalmente da prática **rotineira** da fertilização dos canaviais. Entre a realidade da absorção do nitrogênio aplicado via foliar, demonstrada pela técnica de diluição isotópica e a transformação em biomassa por hectare, existem outros fatores que devem ser muito bem equacionados tais como: idade e estado geral da planta, época e horário da aplicação, tipo de equipamento e formulação, situação climática reinante por ocasião do uso insumo. A conjugação harmônica destes fatores pode surtir o resultado do "algo a mais" que se pretende com a adubação foliar em cana-de-açúcar. Trata-se realmente de uma **tecnologia de ponta**, para usar uma expressão do momento.

BIBLIOGRAFIA CITADA

LORENZETTI, J.M.; COLETI, J.T. Adubação Foliar em cana-de-açúcar: uma experiência da Usina São José - Macatuba/SP. In: BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A., Simpósio de Adubação Foliar, 1º, Botucatu. Anais. FEPAF, Botucatu, 1981, p. 32-50.

TRIVELIN, P.C.O.; MATSUI, E.; COLETI, J.T. Absorção pela cana de açúcar da uréia aplicada por via foliar, considerando a ocorrência de chuvas a diferentes intervalos de tempo da aplicação. Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Curitiba/PR, 1983. (Resumo).

TRIVELIN, P.C.O.; COLETI, J.T.; MATSUI, E. Absorção e perdas de uréia aplicada por via foliar na cana - de-açúcar (*Saccharum* spp), considerando a ocorrência de chuvas a diferentes intervalos de tempo de aplicação. STAB, 3(3): 12-16, 1985.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM ALGODÃO

J.P. Laca - Buendia ^{1/}

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, que vem, ano a ano, aumentando seu consumo interno de fibras de algodão, com incrementos moderados na produção, tem que, para os próximos anos, aumentar sua produção de fibra através não só da incorporação de novas áreas de cultivo mas, também, através de novas tecnologias a serem adotadas para se obter rendimentos maiores por unidade de área.

Destacam-se duas áreas de produção de algodão no Brasil: a região meridional, onde se concentra a cultura do algodoeiro herbáceo, e a região setentrional, que se dedica ao cultivo do algodoeiro arbóreo, não obstante, ultimamente, com a entrada do "bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843), o algodoeiro herbáceo venha recebendo um acentuado incremento nesta última região.

A região Meridional, em 1986, apresentou uma área cultivada com algodão de 1.234.265 ha, correspondendo a 39,05% das terras ocupadas com esta cultura no Brasil, sendo responsável por 87,55% da produção total do país; seguida do Paraná (37,92%), São Paulo (34,61%), Bahia (10,83%), Minas Gerais (8,38%), Goiás (4,23%), Mato Grosso do Sul (3,0%) e Mato Grosso (1,0%).

^{1/} Engº Agrº, MSc - Pesquisador PEP-Algodão/EPAMIG.
Av. Amazonas, 115 - Sala 609 - Cx. Postal 515
30.180 - Belo Horizonte, M.G.

A região Setentrional, na safra de 1986, foi responsável por 12,44% da produção nacional de algodoeiro herbáceo e 100,00% da produção de tipos arbóreos, ocupando área total, com essas culturas de 1.926.337 ha. Esta região, apesar de possuir 60,95% das terras cultivadas com algodoeiros, contribuiu apenas com 12,44% do total da produção de algodão do país. Os principais estados produtores nessa região são: Ceará (39,81%), Piauí (20,82%), Alagoas (11,16%), Pernambuco (8,66%), Paraíba (7,12%), Sergipe (5,53%), Rio Grande do Norte (4,08%), Pará (1,75%) e Maranhão (1,06%).

A adubação foliar iniciou-se nas últimas três décadas, sendo usada em grande escala nas hortaliças e frutíferas e, mais recentemente, nas culturas anuais, onde os trabalhos com esta prática têm sido intensificados, devido, dentre outros fatores, ao baixo custo da aplicação (normalmente faz-se mistura de fertilizantes foliares com defensivos) e ao fornecimento, às plantas, de nutrientes em forma prontamente assimilável.

Nos últimos anos, em termos relativos, o consumo de adubos foliares cresceu mais rapidamente que o dos adubos tradicionais. Segundo MALAVOLTA (1980), são usadas cerca de 20.000 t/ano de adubos foliares, havendo no mercado perto de 200 formulações de fertilizantes, produzidos por 40 firmas.

Ficou comprovado que através da adubação foliar se pode subministrar qualquer nutriente, pois a planta absorve com maior ou menor facilidade. Nas aplicações dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, via solo, geralmente estes nutrientes não pode ser substituídos de forma total pela foliar, pois seria necessário fazer um grande número de aspersões para fornecer às plantas as quantidades que estas necessitam para obter-se uma boa produção, e a frequência das aplicações deveria ser tal que as plantas não chegassem a absorvê-lo com a mesma velocidade.

O adubo foliar de maior concentração requer menor número de aplicações para subministrar determinada quantidade de elementos. Assim é explicável a pouca eficiência dos adubos foliares de baixa concentração tanto para os macronutrientes como para os micronutrientes. Particularmente quando existem condições inadequadas de solo para a conservação em forma solúvel, o método mais eficiente e econômico de corrigir as deficiências é a aspersão foliar, sendo possível subministrar toda a quantidade necessária por esta via (FRYE, 1977).

Para a cultura do algodoeiro, diante da obrigatoriedade do uso de inseticidas para o controle de pragas por meio de pulverizações, percebe-se a possibilidade de se conjugar estas duas práticas em uma só operação tornando mais econômico o custo operacional (FYE, 1973; PASSOS, 1976; FERRAZ et alii, 1969; TOOMEY, 1967; TRANY, 1981; SHETA & MOURAD, 1982; ELNAWAWY et alii, 1983 e EL-NAWAWY et alii, 1983).

A adubação foliar não deve, em nenhuma hipótese, ser encarada como substituta da adubação radicular, e sim como complemento ou suplemento desta. Embora atualmente no Brasil ainda existam algumas dúvidas a esse respeito, tal fato já foi comprovado em outros países da América do Norte e Europa (TRANI, 1981).

Dependendo da cultura e de outras condições, como custo, a adubação foliar pode ser possível para fornecer elementos exigidos em pequenas proporções (da ordem de gramas/ha), exclusivamente por via foliar (MALAVOLTA, 1980).

Kaind (1954), citado por MENINATO (1960), afirma que, para se ter uma efetividade geral das aplicações foliares, deve-se ter em conta os seguintes princípios: 1. Existem dois períodos nos quais a fertilização foliar é mais efetiva: no início do crescimento, que é quando a vitalidade da planta é máxima; 2. Aspersões foliares efetuadas pela tarde são preferíveis às realizadas pela manhã, devido ao secamento ser mais lento e a formação do orvalho, pela manhã, mobilizar os nutrientes que permanecem na superfície da folha; 3. Condições de alta umida

de promovem a absorção foliar. É conveniente realizar novas aplicações com pequenas quantidades de água após efetuado o tratamento; 4. Uma combinação da aplicação foliar e no solo se traduz nos mais altos rendimentos.

Relata ROSOLEM (1984) que o uso da adubação foliar tem sido proposto, principalmente, nas seguintes situações: a) Para fazer correções de deficiências; b) como complemento às adubações do solo; c) como suplemento à adubação do solo durante todo o ciclo da cultura e d) como suplemento à adubação de solo no estágio reprodutivo das plantas.

2. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DO ALGODOEIRO

MENDES (1960) determinou as quantidades de minerais absorvidos pelo algodoeiro durante o seu ciclo vital. Demonstrou que, de um modo geral, a absorção era mais intensa do 20º ao 60º dia para todos os nutrientes. A absorção máxima entre o aparecimento dos fatores florais e das maçãs, com piques secundários observados entre o 20º e 50º dia após esse estágio. A absorção máxima de cálcio ocorreu do 20º ao 50º dia e para o magnésio isso se verificou no período compreendido entre o 10º e o 50º dias, moderando daí por diante. A absorção do enxofre aumentou até o 50º dia, decrescendo daí por diante. É de importância prática o fato de que cerca de 50% de todos os nutrientes são absorvidos no período que vai do florescimento à maturidade. Isso parece indicar que no caso do algodoeiro a formação do fruto depende mais da absorção de nutrientes do solo que da translocação dentro das plantas.

3. RESPOSTA DO ALGODOEIRO À ADUBAÇÃO FOLIAR COM NPK

De acordo com Wadleigh (1944), citado por MALAVOLTA (1965), o nitrogênio limita o crescimento do caule do algodoeiro, portanto, sua altura. O número e comprimen-

to dos ramos vegetativos e produtivos, as quantidades de folhas e frutos são também condicionados ao suprimento de nitrogênio. A aparência da folhagem geralmente fornece uma boa indicação sobre o estado nutricional da planta no que se refere ao nitrogênio, uma vez que a falta do mesmo se traduz por uma clorose, menor desenvolvimento da parte aérea e um decréscimo no número de sementes por capulho. A percentagem de fibra parece aumentar quando o suprimento de nitrogênio é básico. Por outro lado, o comprimento da fibra aumenta ligeiramente quando o nível do nitrogênio é mais elevado.

Segundo VELEZ (1981) o fósforo é um elemento que favorece a precocidade da cultura e a qualidade da colheita, fomenta o desenvolvimento do sistema radicular que serve de sustentáculo à planta, estimula a formação das flores, havendo, por conseguinte, maior número de capulhos por planta, acelera a maturação das maçãs, ou seja, dá precocidade necessária, o que é fundamental em anos de inverno adiantado ou plantios tardios e anula os efeitos do excesso do nitrogênio, permitindo uma resposta positiva a este nutriente.

O potássio é um elemento que tem influência na quantidade e qualidade da colheita, confere resistência à seca por diminuir a transpiração da planta, melhora a qualidade da fibra por estimular o metabolismo dos carboidratos, aumenta a resposta da planta ao excesso de nitrogênio e evita os efeitos negativos deste nutriente.

FRYE (1977) comenta que na aplicação de macronutrientes é possível obter alguns benefícios com a fertilização foliar nos seguintes casos:

Quando o solo requer quantidades adicionais de nutrientes por não ter uma ótima fertilidade e porque a adubação básica ao solo não foi suficiente para que a aspersão foliar seja eficiente. Neste caso, deve-se aplicá-los no momento oportuno, ou seja, quando a planta apresentar maior requerimento de nutrientes e mais facilidade para absorvê-los.

No algodoeiro, o máximo requerimento de nitrogênio, fósforo e potássio é necessário entre o aparecimento dos botões florais e o início da formação das maçãs

Quando a planta apresenta dificuldades ambientais para a absorção de nutrientes do solo (exemplo: inundação temporal). Em condições de seca, a efetividade da adubação foliar é menor;

Quando se deseja ajudar a planta a recuperar-se rapidamente de lesões de pesticidas, pragas ou doenças. Nestes casos, justifica-se uma aplicação via foliar, em caso de não ser oportuna ou eficiente uma aplicação ao solo. A efetividade da adubação foliar também depende da mobilidade ou absorção dos elementos pela planta. Em muitos casos existe uma boa efetividade dos nutrientes pouco móveis ou imóveis aplicados para fazer correções e/ou prevenção de desordens nutricionais, pois chegam ao tecido onde são requeridos e uma necessidade posterior de lesão só é apresentada nos tecidos novos que brotam.

A pesquisa tem realizado ensaios testando o efeito de alguns elementos na cultura do algodão por via foliar. Assim encontrou-se que aplicações de sulfato de amônio e salitre do Chile, causam severos danos às folhas quando aplicados em altas concentrações e quando aplicados em baixas concentrações fornecem apenas quantidades mínimas de nitrogênio, não justificando, portanto, o emprego destes adubos em pulverizações foliares (FERRAZ et alii, 1969).

Como fonte de nitrogênio, em pulverização foliar, a uréia funcionou bem, em razão do alto teor de nitrogênio que contém e por não causar danos acentuados às folhas, mesmo em concentrações mais elevadas (DIAZ-DURAN, 1960 e FERRAZ et alii, 1969). Segundo WITWER (1964), o algodão tolera por via foliar aplicações de uréia de 9,06 a 22,65 kg / 378,5 litros de água. Já FERRAZ et alii (1969) verificaram a viabilidade da aplicação de uréia em concentrações de 1% a 15%, a baixo volume, podendo-se empregar o adubo em pulverizações com insetici

das, sem afetar a eficiência deste último. Outros autores, como DIAZ-DURAN (1960), ANÔNIMO (1962) e DARGAN & SINGH (1964), constataram sintomas mais ou menos graves de fitotoxidez ao aplicarem nitrogênio, via foliar, na forma de uréia. As plantas submetidas às aplicações com uréia apresentaram queimaduras nas folhas e/ou paralisação do crescimento (ANDERSON, 1974; FERRAZ et alii, 1969; JUARES, 1961; Goedecke citado por DIAZ - DURAN, 1960 e DARGAN & SINGH, 1964).

Eaton & Eagle, citados por BOYNTON (1954), verificaram que os efeitos fitotóxicos e sua consequência no crescimento diminuem com a adição de sacarose à solução. Pulverizações de 20% de solução de sacarose, 1% de solução de uréia e a mistura das duas foram aplicadas no algodoeiro. Apenas as aplicações de uréia sozinha aumentaram o teor de nitrogênio, elevando-o até os limites de toxidez. Este fato foi confirmado por ROLAND (1974) e GUBAIDULLINA (1976). Outra justificativa do insucesso das aplicações de uréia, via foliar, relaciona-se com o teor de impurezas resultante do processamento industrial do adubo. O biureto é uma substância poluidora que pode provocar fitotoxidez em determinadas concentrações. Embora não tratando especificamente de algodoeiro, TROCME & GRAS (1966), afirmaram que concentrações de biureto acima de 0,8% podem causar fitotoxidez. RIVERO (1968), relata que autores americanos consideram trocável um teor de 0,25% de biureto, porém, WITTWER (1961) reportou que nitrogênio fornecido pela uréia, aplicada via foliar é absorvido, translocado e metabolizado mais rapidamente que outros nutrientes, pois o tempo para absorção de 50% demora de 0,5 a 2 horas, enquanto que o fósforo demora de 5 a 10 dias e o potássio de 10 a 24 horas. O fertilizante foliar nitrogenado parece que melhora a absorção foliar de outras substâncias.

Adubos nitrogenados foram aplicados nas folhas no período da frutificação. Os resultados indicaram que a aplicação de soluções de uréia e nitrato de amônio, na concentração de 3% de nitrogênio, na dose de 5,5 kg/ha, provocaram danos às folhas. Porém, a solução de uréia parecia não prejudicar as folhas de modo apreciável quan

do aplicada frequentemente, mas reduzia o rendimento onde o solo apresentava alto teor de nitrogênio (ANÔNIMO, 1962).

JUARES (1961) conclui que se pode aplicar via foliar 10 kg/ha de uréia, desde que a concentração de pulverização não exceda 2,4%. Verificou que altas concentrações causam queima nas folhas e que as aplicações não podem ser feitas durante períodos intensos de insolação, ou em dias muito secos. Fazendo cálculo para determinar a quantidade de uréia que deve ser aplicada na pulverização foliar, encontrou que seriam necessários 21,739 kg/ha de uréia (46%) para aplicar 10 kg/ha de nitrogênio. Sabe-se que a concentração da pulverização não deve passar da proporção de 24 g/l de água (2,4 kg para cada 100 litros), pois em caso de excesso pode-se causar dano às folhas. Seria fácil agora encontrar o volume de água que corresponde a 21,739 kg de uréia, que seria 906 l/ha de solução. Se o hectare do exemplo não chegasse a receber a totalidade da solução calculada, esta não teria de ser aplicada com a totalidade do nitrogênio calculado, fato muito importante e que se deve ter em conta nos casos em que se usa a fertilização foliar.

Quando se aumenta o número das unidades de nitrogênio, em vez de se aplicar 10 kg/ha de N, deve-se aplicar 20 kg/ha de N, ou seja, o dobro, o que corresponde a 43,478 kg de uréia/ha dissolvidos em 1.812 litros de água para aplicá-los em cada hectare, volume este desproporcional na prática. Conclui-se que a aplicação de doses altas de nitrogênio deve ser fracionada em aplicações sucessivas, cada uma delas com doses reduzidas, que no conjunto somem a dose recomendada.

Como exemplo: 20 kg/ha de nitrogênio podem ser aplicados em duas pulverizações de 10 kg/ha de N de cada vez ou em três aplicações de 6,67 kg/ha de nitrogênio cada uma, ou seja, 14,49 kg de uréia dissolvidos em 604 l/ha, volume que é fácil de manejar na prática.

A uréia pode ser aplicada conjuntamente com muitos inseticidas: arseniato de cálcio e chumbo e folidol (JUARES, 1961), embora as soluções de uréia em plantas atacadas por pulgão provoquem fortes queimaduras às folhas. Segundo FERRAZ *et alii* (1969) pode-se misturar uréia com fungicidas (dithane e enxofre molhável) sem encontrar nenhuma incompatibilidade, JUARES (1961), e com herbicidas em várias culturas, se emprega largamente o matocontrole fertilizante no algodoeiro, sendo usadas as misturas de trifluralina + fertilizante líquido 5-10-10 NPK em pré-plantio, diuron + fertilizante líquido 15-15-5 e fluometuron + 15-5-5 em pré-emergência (CAMARGO & SILVA, 1975).

FRYE (1977), na Colômbia, comprovou que aplicações de uréia em aspersão foliar são eficientes, pois foram obtidos aumentos na produção e economia no gasto do nitrogênio, sempre e quando seja cumprido o seguinte: que a dose aplicada ao solo seja baixa (menor que 45 kg/ha de N); que a dose total de nitrogênio aplicada se encontre repartida em três doses e seja de 15 kg/ha. Nessas condições foi encontrada uma economia de aproximadamente 10 kg/ha de N quando aplicou-se 22,5 kg ao solo e 13,5 kg em adubação foliar, obtendo-se rendimento igual ao produzido pelos 45 kg aplicados somente ao solo (ver Figura 1).

Quando a dose, via foliar, foi dobrada não se observaram aumentos na produção, no entanto, a aplicação via foliar não foi igual nem ao efeito do tratamento único ao solo (45 kg/ha de N), nem ao da combinação solo + foliar. Quando a dose aplicada ao solo era baixa, o efeito da uréia, aplicada via foliar, era maior, ficando comprovado uma ação positiva da adubação foliar complementar com nitrogênio.

As épocas de aplicação mais eficientes apresentam-se entre os 40 a 80 dias após emergência do algodoeiro. As concentrações de uréia em solução foram toleradas até 6% para volumes de mistura maiores de 150 l/ha (aplicações via terrestre) e de 16% para volumes menores a 70 l/ha (aplicações aéreas).

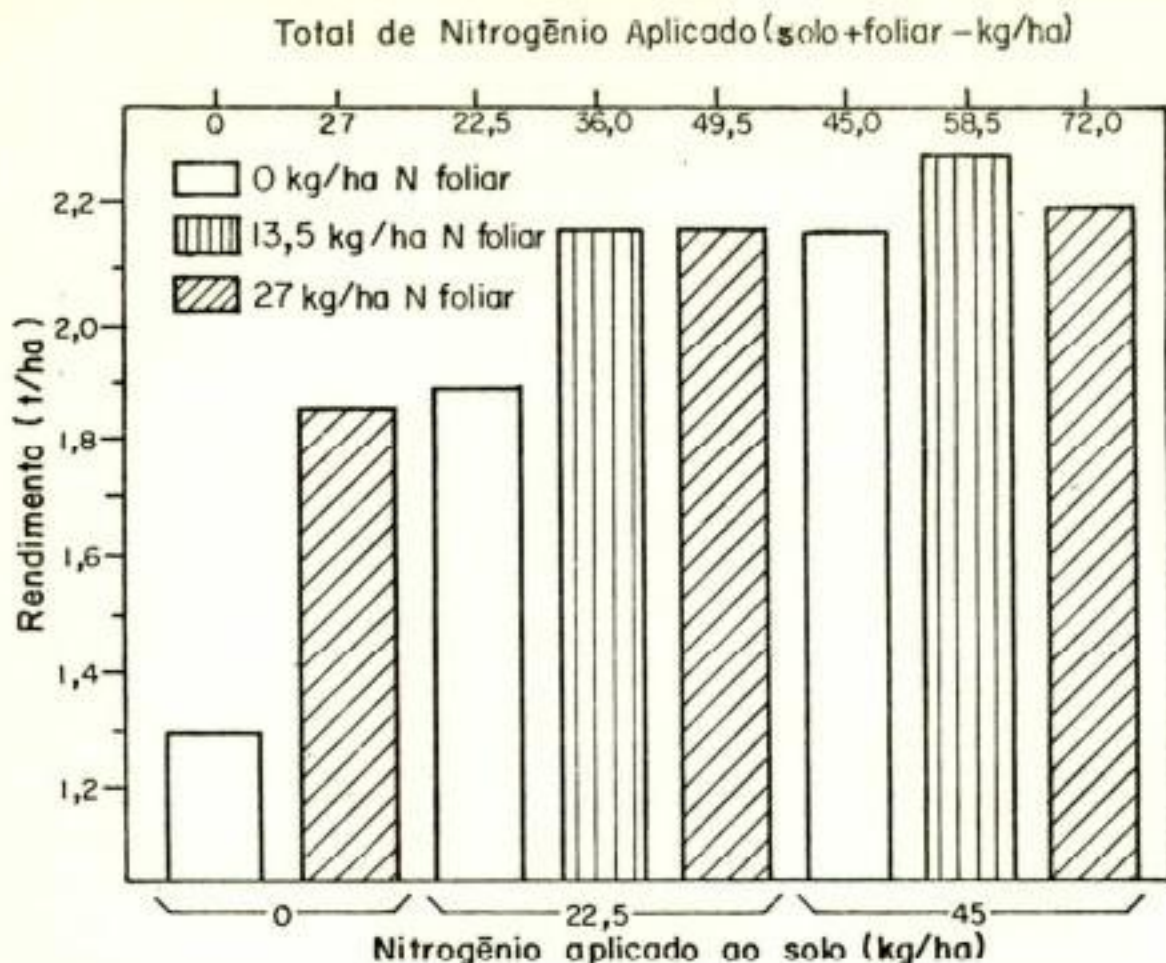


Figura 1. Efeito da uréia aplicada ao solo e via foliar no algodoeiro (Tolima e Vale do Cauca-Colombia)

PASSOS (1977) recomenda adubação foliar nitrogenada da quando houver efeitos de granizo no algodoeiro, apresentando um efeito bastante positivo na recuperação vegetativa. Deve-se aplicar uréia a 2%.

Staten (1950), citado por MALAVOLTA & MELLO (1964), aplicou, via foliar, uréia no algodoeiro (1000 l/ha de uma solução a 5%) obtendo-se aumentos nas produções, enquanto que a aplicação ao solo não apresentou nenhum efeito.

DIAZ-DURAN (1960) estudou as doses de 0, 50, 100 e 200 kg/ha de nitrogênio em pulverização foliar, usando as concentrações de 1, 3, 5 e 10% de uréia. Foram aplica

dos 25 kg/ha de P_2O_5 e K_2O ao solo em todos os tratamentos. Houve resposta do algodoeiro à aplicação de nitrogênio em aplicação foliar e ao solo. Os maiores rendimentos foram obtidos quando se aplicaram 200 kg/ha de nitrogênio no solo e a mesma quantidade do elemento aplicado via foliar de uréia a 3%, com aumentos de 52% e 59% em relação à testemunha. As concentrações de 1, 3 e 10% apresentaram produções similares, obtendo-se aumentos da ordem de 33%, 33% e 32%, respectivamente, em relação à testemunha (Quadro 1).

Goedecke *et alii*, citados por DIAZ-DURAN (1960), estudaram concentrações de uréia nas doses de 0,25 a 2%. Estas doses não causaram nenhum dano à cultura. Nas concentrações de 2 a 5% apareceram alguns efeitos de clorose que desapareceram rapidamente; já as concentrações de 10 a 15% ocasionaram danos graves às folhas. Uma aplicação de uréia a 5% com 1.125 l/ha de água, aumentou o rendimento em 140 kg/ha e duas aplicações proporcionaram um aumento de 27%.

BRAND & RICHEL (1963) forneceram uréia, via foliar, na dose de 14 kg/ha, em três aplicações, com intervalo de 15 dias, gastando-se 100 l/ha de água. Obtiveram um aumento significativo na produção de algodão em caroço em relação à testemunha e no tratamento onde foi aplicado nitrogênio, fósforo e enxofre por ocasião do plantio.

VERNA & SAHNNI (1963) verificaram que a aplicação de 9 kg/ha de nitrogênio ao solo, por ocasião do plantio, aumentou o rendimento em 114 kg/ha, e a aplicação de 13,5 kg/ha de nitrogênio, via foliar, no momento da formação das maçãs, aumentou o rendimento em 74 kg/ha.

DARGAN & SINGH (1964) verificaram que em solos deficientes de nitrogênio e com pH 8,0-8,5, de textura barro-arenosa a arenosa-barrenta, o nitrogênio aumentou significativamente o rendimento. Não houve efeito do fósforo e os métodos de aplicação tiveram um efeito similar sobre o rendimento. Com aplicações foliares e doses maiores do que 10 a 20 kg/ha de N, produziram-se deformações nas folhas.

Quadro 1. Rendimentos Médios Produzidos pela Aplicação de Uréia, via Foliar na Colômbia.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	2500b <u>1/</u>	100
Sulfato de amônio ao solo		
N ₅₀	3162ab	126
N ₁₀₀	3088ab	123
N ₂₀₀	3800a	152
Média	3350	134
Uréia 1%		
N ₅₀	3225ab	129
N ₁₀₀	3400ab	136
N ₂₀₀	3350ab	134
Média	3325	133
Uréia 3%		
N ₅₀	2725b	109
N ₁₀₀	3266ab	131
N ₂₀₀	3973a	159
Média	3322	133
Uréia 5%		
N ₅₀	2550b	102
N ₁₀₀	3125ab	125
N ₂₀₀	3000ab	120
Média	2892	116
Uréia 10%		
N ₅₀	3350ab	134
N ₁₀₀	3175ab	127
N ₂₀₀	3350ab	134
Média	3292	132
DMS (0,05)	1005	

1/ As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Diaz-Duran (1960).

SEMENT (1967) comparou a eficiência da uréia aplicada totalmente no solo, na dose de 250 kg/ha, com parte no solo, na dose de 210 kg/ha, e em aspersão foliar, na dose de 40 kg/ha. Não encontrou diferença entre os três modos de aplicação. Recomenda a aplicação ao solo de toda a uréia aos 30 e 35 dias do plantio.

CORRE & THIERRY (1968) fizeram uma aplicação complementar de 45 kg/ha de uréia no momento da floração, juntamente com inseticida. Não houve nenhum efeito significativo quando aplicou-se uma adubação no solo de 100 kg/ha de sulfato de amônio + 150 kg/ha de superfosfato triplo ou a metade destas doses. Por outro lado, quando a uréia, a doses iguais, foi aplicada no solo ou via foliar, não houve aumento significativo na produção.

MATHUR et alii (1968) compararam aplicações de uréia no solo e via foliar em várias doses. Foram encontradas diferenças significativas entre os dois modos de aplicação, resultando maior altura da planta e maior número de maçãs por planta com a pulverização foliar.

ANDERSON (1974) relata aumento no rendimento quando aplicou 134,4 kg/ha de nitrogênio em 1971 e pela aplicação de 67,2 kg/ha de nitrogênio em 1972. Com o aumento da aplicação de nitrogênio houve aumento na altura da planta, predisposição ao apodrecimento das maçãs e dificuldade da colheita. O suplemento de nitrogênio, via foliar, aumentou o rendimento quando aplicado em adição à aplicação no solo.

CHAMY et alii (1974) fizeram aplicações de nitrogênio nas doses de 52,5 (45 kg no solo + 7,5 kg via foliar), 50 (45 + 5), 45 (30 + 15), 40 (30 + 10), 37,5 (15 + 22,5) e 30 (15 + 15) kg/ha, obtendo aumentos no rendimento de algodão em caroço da ordem de 1,21 a 1,37 t/ha, quando comparado com 0,95 t/ha da aplicação no solo de 60 kg/ha de N em duas aplicações, uma por ocasião do plantio e outra no fechamento das plantas.

SURIYAPAN & LIMSMUTCHAIPHORN (1977) relatam que aplicações de 37,5 kg/ha de uréia em cobertura e no início da floração por aspersão foliar nas doses de 12,5, 25,0 e 37,5 kg/ha, obtiveram uma produção de 1825, 2162 e 1581 kg/ha, respectivamente, comparando-se com 1781 kg/ha onde aplicou-se uréia no solo. Houve um aumento de 21,4% na produção quando se aplicou 25 kg/ha de uréia, via foliar.

SRINIVASAN *et alii* (1977) em duas cultivares de algodoeiro, aplicaram 22,5-60 kg/ha de nitrogênio, usando diferentes métodos. Os maiores rendimentos de algodão em caroço foram de 2,91-2,93 t/ha, obtidos com 30 kg/ha de nitrogênio aplicado no solo aos 20 dias do plantio e 15 kg/ha de nitrogênio, via foliar, aos 45 dias do plantio, quando comparados com a produção de 2,41 - 2,47 t/ha onde se aplicou 60 kg/ha de nitrogênio no solo em duas coberturas realizadas aos 20 e 45 dias do plantio.

MOURSI *et alii* (1980) estudaram o efeito da aplicação em dois tipos de solo, nas doses de 25,50 e 75 kg/ha de nitrogênio. O nitrogênio foi aplicado, via foliar, no solo e combinando-se os dois métodos. O mais eficiente para aplicação do nitrogênio para o crescimento do algodoeiro e no rendimento foi a combinação dos dois métodos utilizados para o solo arenoso e aplicação no solo para solos argilosos.

SILVA *et alii* (1982), em 1980/81 e 1981/82 conduziram cinco ensaios de campo com aproveitamento final de dois, em solo arenoso de tipo LVa. O efeito da cobertura tradicional com nitrogênio, sobre a produtividade do algodoeiro foi altamente significativo e de natureza linear, enquanto o acréscimo devido à pulverização foliar foi, em média, igual à metade daquela referente à cobertura suplementar. Confirmou-se, por dados obtidos em anos anteriores, o que permite prever que dificilmente a aplicação foliar de uréia poderá competir com a segunda cobertura.

PHILLIPS *et alii* (1981) aplicaram nitrato de amô-

nio no solo e aspersão foliar de uréia, os quais não afetaram os rendimentos do algodoeiro, já SURIYAPAN & LIMMUTCHAIPHORN (1977), usando somente uréia no solo e via foliar, não encontraram aumento ou diminuição na produção do algodoeiro.

CARVALHO *et alii* (1982) estudaram três níveis de nitrogênio (0, 30 e 60 kg/ha) em aplicações no solo e três concentrações de uréia em pulverização foliar (5%, 10% e 15%), utilizando a cultivar 'BR-1'. As aplicações de nitrogênio no solo aumentaram significativamente o rendimento, ao passo que as pulverizações foliares de uréia, não tiveram efeito no rendimento. Observa-se ainda que as aplicações foliares de uréia não foram suficientes para suprir as necessidades de nitrogênio no algodoeiro, pois nesses tratamentos os rendimentos foram iguais aos da testemunha. Isto parece mostrar que o sucesso das pulverizações foliares com uréia seria alcançado se fosse adicionada uma pequena quantidade de nitrogênio no sulco de plantio, para não limitar o desenvolvimento inicial da cultura (Quadro 2).

BISWAS (1984), em solos apresentando 16,3 mmho / cm de sais, devido à presença de altos níveis de sais na água, aplicou 30 kg/ha de nitrogênio no solo, por ocasião do plantio. Em outros dois tratamentos foram feitas aplicações no solo de 30 kg/ha de nitrogênio no plantio, seguidas de aplicação foliar de uréia a 2% aos 15 dias do plantio ou duas aplicações aos 15 e 45 dias do plantio, obtendo-se produções da ordem de 490, 760 e 860 kg/ha, respectivamente, quando comparados com 440 kg/ha da testemunha.

CARVALHO *et alii* (1985) avaliaram os efeitos da aplicação aérea de nitrogênio através da aviação agrícola, na produção do algodoeiro. Comparou-se a aplicação aérea de uréia, nas concentrações de 5% e 10%, com uma testemunha, sendo cada tratamento de 1,8 ha. As aplicações a 5% foram repetidas por seis vezes, com intervalo de 10 dias, com início aos 30 dias após emergência, enquanto as aplicações a 10% foram divididas em três vezes aos 50, 60 e 70 dias da emergência. O volume da calda foi de

Quadro 2. Resultados Médios Encontrados no Efeito de Adubação Nitrogenada na Cultura do Algodoeiro Herbáceo em Condições Irrigadas. Condado, PB, 1981.

Tratamentos	Stand Final	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento	Altura da Planta (cm)
No solo:				
N ₀	185	1942 b ^{1/}	100	66 ab
N ₃₀	177	2229 b	115	71 ab
N ₆₀	183	3019 a	155	76 a
Média	182	2397	123	71
Via foliar:				
Uréia 5%	183	1719 b	89	64 ab
Uréia 10%	187	1676 b	86	61 b
Uréia 15%	176	2070 b	107	78 ab
Média	182	1822	94	66
F		14,08**		3,96*
CV(%)		12,44		8,35

^{1/} As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.
Fonte: Carvalho et al. (1982)

60 l/ha. Obtiveram aumentos significativos nos rendimentos de algodão em caroço de 41% quando se aplicou a uréia (Quadro 3).

Quadro 3. Rendimentos Médios do Algodão em Caroço em Função de Diferentes Concentrações de Ureia Aplicadas Através da Aviação Agrícola. Palmas de Monte Alto, BA, 1984.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	1302 b ^{1/}	100
Ureia 5%	1842 a	141
Ureia 10%	1190 b	91
F	18,52**	
CV (%)	30,74	

^{1/}As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey
Fonte: Carvalho et al. (1985)

CARVALHO et alii (1985) estudaram diferentes doses e modos de aplicação de nitrogênio em condições irrigadas. Foram aplicados três níveis de nitrogênio (0, 45 e 90 kg/ha de N) aplicados no solo em comparação com adições de nitrogênio no solo combinadas com pulverizações foliares de uréia a 5% e 10%. Não houve influência das diferentes doses e modos de aplicação do nitrogênio sobre a produção, peso de capulho, altura da planta, comprimento e resistência da fibra, sendo que apenas a concentração de 10% de uréia associada às aplicações de 15 e 30 kg/ha de nitrogênio no solo, mostrou uma tendência de reduzir a percentagem da fibra (Quadro 4).

CAMPOS et alii (1987) realizaram aplicações de nitrogênio nas doses de 20 e 40 kg/ha incorporados no solo por ocasião do plantio, ambas seguidas de três e seis pulverizações com uréia nas concentrações de 5%, 10% e 15%. Evidenciou-se que 40 kg/ha de nitrogênio incorporados ao

Quadro 4. Resultados Médios da Avaliação de Diferentes Modos de Aplicação de Nitrogênio no Algodoeiro Herbáceo em Condições Irrigadas. Condado, PB, 1983.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento	Altura Planta (cm)	Peso Capulho (g)	% de fibra	Comprimento (mm)	Finura (micro naire)	Resistência (lb/mg)
Testemunha	2600	100	70,4	5,0	35,2ab ¹	30,4	5,0	8,0
No solo:								
N ₄₅	3358	137	91,8	5,0	34,2abc	31,8	4,9	7,0
N ₉₀	2708	104	86,8	5,2	35,3a	29,7	5,1	7,6
Media	3133	120						
No solo + via foliar:								
N ₁₅ + Uréia 5%	3664	141	104,2	5,6	33,5abc	31,5	5,1	7,6
N ₁₅ + Uréia 10%	3061	118	80,6	5,4	33,4 bc	30,7	5,1	7,8
N ₃₀ + Uréia 5%	3496	134	90,7	5,6	33,9abc	30,7	5,2	7,7
N ₃₀ + Uréia 10%	3254	125	88,8	5,6	32,7 c	31,8	5,0	8,5
Media	3119	120						
F	0,80ns		1,15ns	1,45ns	6,32**	2,02ns	0,57ns	1,87ns
CV(%)	29,40		21,19	6,34	1,91	3,03	4,99	5,01

^{1/} As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Carvalho et al. (1985)

solo seguidos de seis pulverizações de uréia, aos 30, 40, 50, 60 e 80 dias, promoveram estatisticamente os melhores resultados de produção, com um aumento de 78% em relação à testemunha. Os dados revelaram que não houve respostas para os níveis de concentração de uréia utilizados, obtendo-se rendimentos de 810, 762 e 812 kg/ha para as aplicações de uréia a 5%, 10% e 15%, respectivamente. Houve resposta significativa para o número de aplicações da uréia, via foliar, sendo que seis aplicações apresentaram um acréscimo no rendimento de 127 kg/ha, do que quando foram aplicadas em três vezes (Quadros 5, 6 e 7).

Quadro 5. Resultados Médios Obtidos em kg/ha de Algodão em Caroço nos Métodos de Aplicação de Nitrogênio no Algodoeiro. Iguatu, CE, 1986

Adubo no Solo	Aplicação Foliar (uréia)				Índice do Rendimento
	5%	10%	15%	Média	
N ₂₀	720	774	720	738 ^b ^{1/}	132
N ₄₀	899	749	904	851 ^a	153
Média F	810 ^a	762 ^a	812 ^a	794 4,47*	

1/ médias seguidas de letra diferente são estatisticamente diferentes ao nível de 5%.

Fonte: Campos et al. (1987).

Como se pode observar, o uso da uréia, via foliar, no algodoeiro, não surtiu nenhum efeito no aumento do rendimento de algodão em caroço, como substituta do nitrogênio no solo, conforme pode ser observado no Quadro 8. Somente houve resposta em dois experimentos que apresentaram aumentos de 4,2% e 16,4% em relação à aplicação de nitrogênio no solo, ficando evidenciada a aplicação a baixo volume, pois no segundo experimento usou-se um volume de 60 l/ha com aplicação aérea e nos outros quatro ex

perimentos foram usadas soluções a alto volume, que forneceram excessiva quantidade de líquido à folhagem, resultando escorrimento e concentração da solução nos bordos das folhas, o que ocasiona fortes queimaduras nesses pontos (FERRAZ et alii, 1969). Em média, dos cinco experimentos, encontrou-se uma redução na produção da ordem de 4% em relação à aplicação do nitrogênio no solo.

Quadro 6. Resultados Médios Obtidos em kg/ha de Algodão em Caroço nos Métodos de Aplicação de Nitrogênio no Algodoeiro. Iguatu, CE, 1986.

Nº de aplicações	Aplicação Foliar (uréia)				Índice do Rendimento
	5%	10%	15%	Média	
3	732	696	766	731b ^{1/}	131
6	888	828	858	658a	154
F				6,98*	

1/ Médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes ao nível de 5%.

Fonte: Campos et al. (1987)

No caso da aplicação do adubo necessário para o algodoeiro aplicado no solo e com a complementação nutricional da planta, via foliar, houve respostas positivas em três dos quatro experimentos dando em média um aumento de 242 kg/ha de algodão em caroço, que representou um aumento de 14,7% em relação à aplicação do nitrogênio no solo, conforme pode-se observar no Quadro 9.

O fósforo aplicado às folhas é absorvido muito rapidamente e imediatamente metabolizado. O composto que penetra com maior velocidade é o fosfato diamônico, que é também o composto que as folhas absorvem em maiores quantidades (BOYTON, 1954).

Quadro 7. Resultados Médios Obtidos em kg/ha de Algodão em Caroto nos Métodos de Aplicação de Nitrogênio no Algodoeiro. Iguatu, CE, 1986

Adubo no Solo	Número de Aplicação de Uréia		
	3	6	Média
N ₂₀	671	806	758
N ₄₀	792	910	851
Média	731	858	

	Rendimento: (kg/ha)	Índice de rendimento
Testemunha	557 b	100
Com adubação	788 a	141
Adubo nitrogenado no solo	748 a	134
Nitrogenado no solo + via foliar	794 a	142

Fonte: Campos et al. (1987)

DAVTIAN (1955) utilizando P³², verificou uma absorção e uma migração do fósforo em toda a planta em cinco dias e este nutriente concentra-se nos órgãos mais novos formados após a pulverização.

BORODULINA & OVCHAROV (1962) reportam que o ácido nicotínico intensificou a absorção foliar da aplicação de fósforo no algodoeiro.

FRYE (1973) recomenda a aplicação foliar de fosfato amônio (48% P₂O₅) numa concentração de 2-3% para aplicação terrestre e de 6-8% para aplicação aérea, devendo se realizar de três a cinco aplicações.

Quadro 8. Resposta do Algodão à Adubação Foliar de Uréia

Rendimento de Algodão em Caroço (kg/ha)		Número de Experimentos Realizados	Autor/Referência
Com Adubação no Solo	Com Adubação Foliar de Uréia		
3350	3208	1	Diaz-Duran (1960)
1781	1856	1	Suriyapan & Limsmutchaipharu (1977)
2397	1822	1	Carvalho et alii (1982)
1302	1516	1	Carvalho et alii (1984)
2953	2909	1	Laca-Buendia (1986)
$\bar{M}$ 2357	2262		

Quadro 9. Resposta do Algodão à Adubação Foliar Suplementar de Uréia

Rendimento de algodão em caroço (kg/ha)		Número de Experimentos Realizados	Autor/Referência
Com Adubação no Solo	Com Adubação no Solo + Aspersão Foliar de Nitrogênio		
2440	2920	1	Srinivasan et alii (1977)
440	703	1	Biswas (1984)
3133	3119	1	Carvalho et alii (1985)
557	794	1	Campos et alii (1987)
$\bar{M}$ 1642	1884		

BURKALOV (1964), estudou a influência do fósforo e verificou uma formação e maturação precoces de um grande número de maçãs, assim como um melhoramento da qualidade da fibra. Uma solução de superfosfato aumentou o rendimento de 2 a 9%, sendo maior onde houve combinação da aplicação no solo e via foliar.

MACCHIAVELLO & ESTRADA (1962) aplicaram adubos fosfatados na época da floração, usando fosfato monopotássico e o fosfato bicálcico, contendo 24% de P_2O_5 nas doses de 20, 30 e 50 kg/ha. Nas três doses aplicadas, o rendimento aumentou e a maturação das maçãs foi mais precoce em relação à testemunha.

LANCASTER & SAVATLI (1965) verificaram que quando existe a deficiência do fósforo, aplicações deste nutriente com intervalos frequentes durante o período de frutificação provocaram aumento de rendimento, o qual foi maior à aplicação no solo. Constatou-se que soluções com 1,5% de fósforo causaram alguns danos às folhas.

TOOMEY (1967) num solo arenoso, aplicou fósforo juntamente com inseticidas sobre as folhas do algodoeiro cultivado em terra arenosa. Houve maior fixação dos botões florais durante o período seco, maturação mais precoce dos frutos e maior produção do que na testemunha.

BHATTI (1975) usando cinco cultivares de algodão, com adubação no solo de 30-15-15 kg/ha de N-P-K e duas aplicações foliares de fosfato diamônio (DAP) na concentração de 0,5%, fornecendo 4 kg/ha de DAP, observou aumento no rendimento quando foi aplicado o fósforo por aspersão foliar.

RAMANAPHAPILLAI et alii (1975) aplicaram fosfato diamônio (DAP) contendo 1,6 kg/ha de N + 4,1 kg/ha de P_2O_5 na concentração de 0,5%. aos 65 e 80 dias do plantio, obtendo aumentos de 21,9 kg/ha na produção de algodão em caroço, quando comparado com a testemunha (40 kg/ha de N, em cobertura).

SOUZA & CRISÓSTOMO (1980) aplicaram quatro doses de fósforo (30, 60, 90 e 120 kg/ha de P_{205}) em três métodos de aplicação do elemento (todo ao solo, 1/3 ao solo e 1/2 nas folhas e 1/4 ao solo + 3/4 nas folhas), usando como fonte o superfosfato simples no solo e o ácido ortofosfórico por aspersão foliar. Usaram oito aplicações iguais com intervalos semanais, iniciando-as 44 dias após emergência. Os resultados mostraram que a adubação fosfatada, independentemente dos métodos usados, incrementaram o rendimento de algodão em caroço, à exceção da aplicação de 1/2 ao solo + 1/2 nas folhas, sendo que a dose de 120 kg/ha de P_{205} produziu menos do que quando aplicou-se 90 kg/ha de P_{205} . Os aumentos médios de produção foram de 145, 152 e 148 g/parcela para todo no solo, 1/2 no solo + 1/2 nas folhas e 1/4 ao solo + 3/4 nas folhas, respectivamente, quando comparadas com a testemunha que apresentou 40 g/parcela. Mostrou-se que a diferença nos rendimentos obtidos na aplicação de fósforo nas folhas e no solo bem como dosagens diferentes aplicadas via foliar, foram altamente significativas com relação à testemunha. Entretanto, os métodos de aplicação de fósforo não exerceram efeitos significativos na produção.

KAMAT et alii (1983) durante dois anos, fizeram aplicação foliar de uréia e superfosfato, comparando-se com fosfato diamônio (DAP). A aplicação no solo de nitrogênio foi realizada em duas vezes, sendo a primeira por ocasião do plantio e uma segunda no início da floração. As aplicações foliares foram realizadas na formação dos botões florais e no início da floração. Usou-se a cultivar D-Hy-286. Os resultados mostraram que na aplicação de 10 kg N + 24 kg P_{205} /ha via foliar, usando-se DAP, foi onde se obtiveram os maiores rendimentos de algodão em caroço (715,2 kg/ha), seguido pela aplicação de 10 kg/ha de N + 24 kg de P_{205} , via foliar, usando-se superfosfato com 655,2 kg/ha de algodão em caroço.

DINIZ et alii (1986) aplicaram fosfato diamônio (DAP) em pulverização foliar, para determinar a dose e época a serem usadas em algodoeiro arbóreo precoce. As doses estudadas foram: 0, 3, 6, 9 e 12% de DAP e as épocas de aplicação foram: 25, 50, 75 e 100 dias após emergência. Não houve influência dos níveis do DAP sobre o

rendimento de algodão. A análise de regressão revelou que a melhor época de aplicação foi aos 70 dias da emergência.

Encontrou-se um efeito positivo no rendimento com a fertilização foliar do fósforo no algodoeiro, pois de sete experimentos, somente em um não houve resposta. A adubação foliar deste nutriente parece que pode ser aplicada em aspersão foliar ou como adubação suplementar à adubação no solo, conforme pode-se verificar pelos experimentos conduzidos por vários autores consultados de outros países onde são conduzidos sob condições totalmente diferentes das brasileiras, pois como pode ser observado o único experimento que é reportado para o Brasil em algodão Mocô, foi o que não apresentou resposta positiva no rendimento em condições de campo. Já em condições de casa-de-vegetação, houve aumento no rendimento, quando foi usado o algodoeiro herbáceo (Quadros 10 e 11).

Quadro 10. Resposta do Algodoeiro à Adubação Foliar com Fósforo no Estádio Reprodutivo.

Natureza da Resposta à Adubação Foliar em condições de Campo	Número de Experimentos	Autor/Referência
Aumento no rendimento	1	Macchiavello & Estrada (1962)
Aumento no rendimento	1	Hamdi et alii (1963)
Aumento no rendimento	1	Lancaster & Savatli (1965)
Aumento no rendimento	1	Toomey (1967)
Aumento no rendimento	1	Bhoj et alii (1969)
Aumento no rendimento	1	Ramanaphapillai et alii (1975)
Aumento no rendimento	1	El Gharably et alii (1979)
Aumento no rendimento	1	Kamat et alii (1983)
Não houve influência no rendimento	1	Diniz et alii (1986)

Quadro 11. Resposta do Algodoeiro à Adubação Foliar suplementar de Fósforo no Estádio Reprodutivo.

Natureza da Resposta à Adubação no Solo + Foliar	Experimentos	Autor/Referência
Aumento no rendimento (campo)	1	Burkalov (1964)
Aumento no rendimento (campo)	1	Bhatti (1975)
Aumento no rendimento (casa-de-vegetação)	1	Souza & Crisóstomo (1980)

SITARAM & ABRAHAM (1970) mostraram que o uso de pulverização foliar na concentração de 2,5% de uréia mais ácido fosfórico superou o da uréia isolada na mesma concentração, embora em um ano, a testemunha apresentou-se como melhor tratamento.

BODAKE & MANDARIKAR (1965) verificaram que aplicações ao solo de nitrogênio na dose de 22,5 kg/ha de nitrogênio ou de nitrogênio mais fósforo na dose de 11,25 kg/ha de N e P₂O₅ cada uma, foram mais eficientes e econômicas que a aspersão foliar no aumento do rendimento do algodoeiro.

BHOJ et alii (1969) usaram nitrogênio e fósforo aplicados isolados ou em combinação, em pulverização foliar, na formulação dos primeiros botões florais, na floração e no início da frutificação, nas concentrações de 0, 0,1 e 0,2%, contendo 0,01% de surfatante (Tupol). Usou-se 10ml de solução por planta. Os resultados mostraram que as aplicações no solo do nitrogênio podem ser substituídas por aplicações, via foliar, sendo esta mais efetiva e econômica. A aplicação foliar de fósforo aumentou o rendimento, sendo melhor que quando se aplicou no solo.

EL GHARABLY et alii (1979) fizeram aplicações de nitrogênio com uréia no algodoeiro nas doses de 0, 86,25, 172,5 e 345 kg/ha de nitrogênio e 0, 40, 60 e 80 kg/ha de P_2O_5 . Ambos fertilizantes foram aplicados no solo, de 172,5 kg/ha de nitrogênio e 60 kg/ha de P_2O_5 , apresentaram os maiores rendimentos de algodão em caroço. As doses maiores causaram redução na produção. O melhor método de aplicação foi quando se aplicou no solo, seguido pela aspersão foliar para o nitrogênio, que foi o método que apresentou o maior rendimento para o fósforo.

OOSTERHUIS & VENTER (1978) encontraram aumentos na produção em aspersão foliar. Não apresentaram diferenças significativas com a testemunha. Foram encontrados aumentos para altura de planta ao usar nitrogênio, fósforo e potássio em aspersão foliar como complemento da adubação no solo.

Quanto ao potássio, existem poucos trabalhos sobre a utilização deste nutriente por pulverização foliar no algodoeiro.

FRYE (1977) recomenda para adubação foliar o uso de cloreto de potássio (60% K_2O) na concentração de 2-3% para aplicações terrestres e 6-8% para aplicações aéreas, devendo ser realizadas três a cinco aplicações.

SATTAROV (1976) utilizando plantas de algodão em vasos com solução nutritiva deficiente em potássio, aponta a necessidade de cinco aplicações de sais de potássio, via foliar, para eliminar os sintomas de deficiência de potássio apresentados, restituindo-se os processos fisiológicos e o desenvolvimento das maçãs nas plantas tratadas.

HAMDÍ et alii (1963) realizaram aspersões foliares de nitrogênio, nitrogênio mais fósforo e nitrogênio mais fósforo e potássio, num solo limo-argiloso, pH 8,0. Obtiveram o maior rendimento com a aplicação de nitrogênio mais fósforo e potássio, seguido da aplicação de nitrogênio e de nitrogênio mais fósforo. Constataram que a as-

persão foliar do fósforo acusou maior rendimento quando comparada com a aplicação no solo.

LACA-BUENDIA & NEPTUNE (1971) compararam aplicações de adubos no solo e aspersão foliar, utilizando-se como fonte de nitrogênio a uréia (46% N), para fósforo, o superfosfato concentrado (45% P_2O_5) e de potássio, o cloreto de potássio (60% K_2O) nas doses de 0, 20 e 60 kg/ha de cada elemento para pulverização foliar, aos 51, 76 e 97 dias após a emergência. Não houve diferenças significativas para o rendimento de algodão em caroço, porém convém destacar que encontraram-se aumentos de 17%, 20% e 23% obtidos quando aplicou-se potássio na dose de 20 kg/ha de K_2O , fósforo, na dose de 60 kg/ha de P_2O_5 e nitrogênio, na dose de 40 kg/ha, todos aplicados em aspersão foliar, respectivamente em relação à testemunha sem adubo. Entre as características tecnológicas da fibra constataram-se efeitos positivos no comprimento e resistência, quando aplicou-se cloreto de potássio, em aspersão foliar, assim como o peso de 100 sementes foi melhorado com este fertilizante, via foliar. Deve-se ressaltar que com a dose de 60 kg/ha de P_2O_5 , via foliar, o valor do índice de finura foi maior. À dose de 40 kg/ha de nitrogênio, influenciou na resistência da fibra (Pressley) (LACA-BUENDIA & NEPTUNE, 1974).

LACA-BUENDIA & OYOLA (1971) estudaram o efeito de oito fertilizantes foliares na transpiração do algodoeiro cultivar Del Cerro. Destes, cinco eram de fórmulas completas (Bayfolam a 0,3%, Vital a 0,3%, Kanasol a 0,4%, Foliar Amarelo a 0,4% e Fertifollaje a 0,6%) e uréia a 0,5%, fosfato de sódio monobásico a 3%, cloreto de potássio a 3% e uma mistura destes fertilizantes, comparados com uma testemunha. Foram realizadas aplicações foliares aos 42, 49, 56 e 63 dias da emergência. Encontrou-se uma redução da transpiração de 37,2%, com a mistura de uréia a 5% + fosfato de sódio monobásico a 3% + cloreto de potássio a 3% em relação à testemunha, sem diferença significativa. Na intensidade transpiratória, o fosfato de sódio monobásico a 3% e o cloreto de potássio a 3%, apresentaram uma redução das necessidades da água da planta a 16,3% e 10,5% em relação à testemunha, res-

pectivamente, sendo que Vital a 0,3% e Kamasol a 0,4% aumentaram a intensidade transpiratória em 6,6% e 4,6%, respectivamente, em relação à testemunha, sem diferenças significativas estatisticamente.

HALEVY & MARKOVITZ (1978) aplicaram NPKS (usando uréia, P e K, como K-polifosfato e S como sulfato de potássio) em aspersão foliar ou no solo. A produção do linter e o peso do capulho foram aumentados quando usaram-se quatro aplicações foliares na dose de 10 kg/ha de nitrogênio + 1 kg/ha de fósforo + 3 kg de potássio + 0,5 kg/ha de enxofre, porém os tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

SOUZA & BRASIL SOBRINHO (1980) estudaram o efeito do nitrogênio, fósforo e potássio, aplicados em quatro e em oito pulverizações foliares. Usou-se uma adubação inicial no solo com 30 kg/ha de P_2O_5 e 10 kg/ha de K_2O , apenas para promover um desenvolvimento inicial das plantas e após desbaste (2 plantas/vaso) aos 25 dias da semeadura aplicou-se 10 kg/ha de nitrogênio em cobertura. Os fertilizantes utilizados nas adubações foliares foram 2,57 e 1,54 g de nitrato de amônio, 0,19 e 0,39 g de fosfato ácido de sódio e 1,11 e 2,22 g de cloreto de potássio, dissolvidos em 775 ml de água destilada, iniciadas após 45 dias da semeadura e prolongando-se por mais 45 dias. Observou-se que os algodoeiros pulverizados com nitrogênio apresentaram-se com menos altura, maior peso da matéria seca das raízes, dos caules e das folhas velhas e diminuição do peso da matéria seca das maçãs. Aplicações foliares do fósforo apresentaram menor número de folhas. As aplicações foliares do potássio diminuíram o peso da matéria seca das folhas velhas e o peso da matéria seca das maçãs. Foi obtido maior peso da matéria seca das raízes, dos caules e das folhas novas e velhas, quando se realizaram oito aplicações foliares.

LESSMAN & McCUTCHEM (1982) conduziram ensaios em vários tipos de solo para verificar respostas da adubação foliar. Utilizaram os adubos foliares com nitrogênio, fósforo e potássio. Não encontraram, em alguns des

tes ensaios, aumentos significativos na produção de algodão em caroço.

PURCINO *et alii* (1975), num solo Latossolo Roxo, estudaram a adubação foliar em presença ou ausência de adubação no solo de 40-160-40 kg/ha de NPK, sendo as fontes o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. O sulfato de amônio foi parcelado usando-se 10 kg/ha de N, no plantio e 50 kg/ha de N em cobertura. Os níveis de adubação foliar usados foram 0, 30 e 60 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , sendo as fontes uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. As doses foram fracionadas em três aplicações aos 58, 80 e 113 dias da emergência. Gastou-se 140 l/ha de água por aplicação foliar. Não houve diferença significativa no rendimento para presença de adubação no solo (1154 kg/ha) e ausência de adubação no solo (1000 kg/ha). Houve aumento significativo no rendimento devido a adubação foliar com potássio. O efeito das doses de potássio foi quadrático. Não houve diferença significativa no rendimento para adubação foliar com nitrogênio e fósforo. Não foi encontrada interação entre adubação no solo e adubação foliar. Nenhum dos tratamentos com adubação foliar substituiu a adubação no solo. Não houve diferença significativa para o peso de 100 sementes e percentagem de fibra. Os acréscimos causados pela adubação foliar sempre foram maiores quando a planta recebeu adubação no solo (Quadro 12).

FRYE (1977) em ensaios realizados em Tolima e no Vale do Cauca estabeleceu doses promissoras de N, P_2O_5 e K_2O entre 5 e 15 kg/ha, devendo-se aplicar em três a cinco aspersões foliares quando necessário. Parece que doses inferiores a 3 kg/ha de qualquer destes nutrientes mencionados no algodoeiro não logram produzir efeitos positivos no rendimento. Nos resultados experimentais realizados pelo I.C.A., observou-se que em aproximadamente 20% dos casos a fertilização foliar aumentou o rendimento em relação à testemunha em mais de 300 kg/ha de algodão em caroço e outros 20% entre 100 a 300 kg/ha.

Encontrou-se aumento no rendimento de algodão em ca

Quadro 12. Resultados Médios Obtidos no Ensaio de Adubação Foliar com NPK na Cultura Algodoeira. Capinópolis, MG, 1973/74

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento	Peso de 100 Sementes (g)	Porcentagem de Fibra
Solo adubado (40-160-40kg/ha NPK)	1154	128	11,7	36,6
Aplicação via foliar:				
N ₀ P ₀ K ₀	1088	120	11,4	36,1
N ₀ P ₆₀ K ₆₀	965	107	11,1	36,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	1223	136	11,8	36,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1031	114	12,5	36,9
N ₆₀ P ₀ K ₆₀	1256	139	11,5	37,2
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	1393	154	12,1	36,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	955	106	11,1	37,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	1323	147	12,3	36,6
Solo não adubado	1000	112	11,8	37,0
Aplicação via foliar:				
N ₀ P ₀ K ₀	902	100	11,9	37,5
N ₀ P ₆₀ K ₆₀	1022	113	11,9	37,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	1040	115	11,9	37,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	972	108	11,7	24,8
N ₆₀ P ₀ K ₆₀	974	108	11,9	38,3
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	989	110	11,6	37,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₀	1055	117	11,3	36,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	1043	116	11,8	37,0
Média	1021 ^{ns}		11,7 ^{ns}	36,8 ^{ns}
CV (%) Ad. solo	64,12		7,33	17,11
Ad. foliar	35,45		3,86	15,86

Fonte: Purcino et al. (1975)

roço com aplicações foliares de nitrogênio + fósforo, pois de cinco experimentos conduzidos por vários pesquisadores somente um não apresentou influência no rendimento (Quadro 13). Já na aplicação de nitrogênio + fósforo + potássio, via foliar, não foi encontrado nenhum efeito positivo no rendimento, pois nos três experimentos conduzidos, não houve diferenças significativas com a aplicação destes nutrientes no solo (Quadro 14).

4. RESPOSTA DO ALGODOEIRO À FERTILIZAÇÃO FOLIAR COM MICRONUTRIENTES (BORO, ZINCO, MANGANÊS, FERRO, COBRE E MOLIBDÊNIO)

Para a realização da correção de deficiências de elementos menores os tratamentos podem ser feitos no solo ou via foliar. A diferença desta situação com os macronutrientes é que, nestes casos, é possível fornecer totalmente por via foliar o elemento ou elementos deficientes. A maior eficiência neste sistema é que permite diminuir as doses entre cinco a dez vezes com respeito à necessidade de tratamento no solo, o que resulta numa economia nos custos operacionais.

Para o algodoeiro, somente tem sido registrado, no Brasil, deficiência de boro no Ceará e São Paulo, com frequência 2 e, em Minas Gerais, com frequência 1 (MALAVOLTA, 1981).

As principais fontes utilizadas para aplicação foliar de micronutrientes podem classificar-se em inorgânicos (sulfatos e óxidos) e orgânicos ou quelatos. Os quelatos podem ser sintéticos ou naturais; dentre os primeiros são frequentes os complexos do íon metálico com EDTA, EDDHA, DTPA, HEDTA e NTA. Os naturais são complexos formados pelos metais com substâncias da polpa de algumas madeiras dentre as quais se destacam os lignosulfatos e os poliflavonoides.

Existem muitas controvérsias sobre a efetividade dos quelatos e das fontes minerais, com argumentações e

Quadro 13. Resposta do Algodoeiro à Adubação Foliar com Nitrogênio e Fósforo no Estádio Reprodutivo.

Natureza da Resposta à Adubação Foliar em Condições de Campo	Número de Experimentos	Autor/Referência
Aumento no rendimento	1	Hamdi <i>et alii</i> (1963)
Não houve influência no rendimento	1	Bodade & Madasikar (1965)
Aumento no rendimento	1	Bhoj <i>et alii</i> (1969)
Aumento no rendimento	1	Sitaran & Abraham (1970)
Aumento no rendimento	1	El Gharably <i>et alii</i> (1979)

Quadro 14. Resposta do Algodoeiro à Adubação Foliar com Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

Natureza da Resposta à Adubação Foliar em Condições de Campo	Número de Experimentos	Autor/Referência
Não houve influência no rendimento	1	Oosterhuis & Venter (1978)
Não houve influência no rendimento	1	Halevy & Markovitz (1978)
Não houve influência no rendimento	1	Lesman & McCutchem (1982)

dados experimentais contraditórios nas diferentes opiniões, concluindo-se que não é correto se generalizar que os quelatos, especialmente os sintéticos são um pouco mais efetivos que as fontes minerais. Devem ser comprovados com as diversas culturas em particular e em diferentes condições de clima e solo (FRYE, 1977).

Segundo TRANI (1981) existem diferentes reações às aplicações de misturas entre os micronutrientes e os defensivos:

- o sulfato de zinco, não deve ser misturado com emulsão de óleos minerais. Neste caso, pode-se empregar o óxido de zinco, que é compatível com as emulsões;

- o sulfato de zinco, a calda sulfocálcica e outros compostos que têm reação alcalina não devem ser misturados com reguladores de crescimento;

- o bórax e o sulfato de zinco são incompatíveis, de vendo-se utilizar o ácido bórico neste caso;

- o ácido bórico é compatível com o óxido de zinco, uréia, DDT, paration e malation.

TOOMEY (1967) realizou aplicações de boro, dissolvendo-o em solução inseticida, sobre as folhas do algodoeiro cultivado em terra arenosa, onde conseguiu maior fixação de botões florais durante a seca, maturação mais precoce dos frutos e o dobro da produção do tratamento testemunha.

Keogh & Maples (1969), citados por MURPHY & WALSH (1971), recomendam aplicação de boro na dose de 0,9 kg/ha em aspersão foliar. Demonstraram que aplicação foliar de 0,11 kg/ha de boro, com oito aplicações, sendo uma por semana, foram mais eficientes que aplicação de 0,57 kg/ha de boro no solo suplementado com três aplicações foliares de 0,11 kg/ha de boro.

SILVA *et alii* (1982), com referência à adubação boratada do algodoeiro, demonstrou sua eficiência quando do uso de bórax no sulco do plantio, em solo de-

ficiente. Em ensaios paralelos notou-se que a aplicação em cobertura proporcionou resultados mais consistentes do que a pulverização foliar. Foi testada uma adubação complementar, cedendo parte do boro em cobertura ou em pulverização foliar, e se observou que não havia vantagem no parcelamento desta adubação.

TRANI et alii (1975) recomendam, em caso de não ser possível aplicar o boro no sulco de plantio (0,3 a 1 kg/ha de boro), a pulverização foliar, durante o florescimento inicial com 0,11 a 0,15 kg/ha de boro, aplicado em três a quatro vezes, espaçados de sete a dez dias de intervalo. Neste caso utilizar ácido bórico (16 a 17,5% de B) ou solubor (20,5% de B).

A aplicação do sulfato de zinco, por aspersão foliar, se mostrou mais eficiente que a aplicação no solo (KELMALANATHAN et alii, 1966 e DARGAN & SAHNI, 1965).

SILVA (1977), recomenda para o algodoeiro o uso de sulfato de zinco, na base de 250 a 400 g/100 litros de água. O zinco quelatizado é empregado na proporção de 2 a 3 litros/ha, de duas a três vezes após os trinta dias da emergência.

VARMA (1978), usou aplicações de 0, 0,2 e 0,4% de uréia, seguidas de 0, 0,2 e 0,4% de sulfato de zinco. Com a aplicação da uréia houve uma alta retenção de flores, botões florais e capulhos, reduzindo-se a queda dos mesmos. Com as doses de uréia e uréia + zinco, houve aumentos no peso de capulhos e no rendimento. A interação uréia x Zn foi significativa e foi inversamente relacionada ao número de retenção de capulhos/planta e ao aumento no peso de capulho.

BLICH et alii (1982) estudaram o efeito da aplicação foliar no rendimento e concentração de vários elementos nas folhas do algodoeiro. Análises prévias de parte da planta indicaram uma relativa demanda de zinco no algodoeiro, embora sintomas de deficiência de zinco fossem raramente observadas em condições de campo. Foi aplicado 1,12 kg/ha de quelato de zinco (14,2% Zn), comparando-se com uma testemunha, onde ambos os tratamentos fo

ram iniciados com o aparecimento das primeiras maçãs. O efeito da aplicação foliar do zinco no rendimento não apresentou diferença significativa para ambos os locais estudados, pois os rendimentos foram de 1057 e 1407 kg/ha para a aplicação do zinco, comparado com 1079 e 1417 kg/ha nas testemunhas.

SUNDERMAN et alii (1969a) estudaram a influência do surfatante e sua concentração na aplicação foliar do zinco. Usaram o sulfato de zinco na concentração de 0,25% e o quelato de zinco (Na_2Zn) na concentração de 0,50%. Notaram que os maiores rendimentos foram obtidos quando se utilizou o quelato de zinco com a maior concentração do surfatante sterox. Não houve diferenças significativas para as duas fontes usadas de zinco quando comparadas com a testemunha (Quadro 15).

A deficiência de manganês ocorre em solos de pH alto e com alto conteúdo de matéria orgânica. Nestas condições, quando se aplicou, via foliar, o sulfato de manganês na dose de 11,36 kg/ha se obtiveram as melhores produções no algodoeiro (GAREY & BARBER, 1952). Iguais resultados foram obtidos em solos orgânicos, com aplicação de sulfato de manganês, via foliar, produzindo aumentos na produção e um crescimento vigoroso e cor verde intensa na folhagem do algodoeiro (HARMER & SHERMAN, 1943).

SUNDERMAN et alii (1969b), no primeiro ano (1967), aplicaram no solo as doses de 0, 17,9, 35,9 e 71,7 kg/ha de manganês e por aspersão foliar na época de plântulas com folhas cotiledonais e com duas folhas verdadeiras nas doses de 0,45 e 9 kg/ha de manganês. No segundo ano, os tratamentos ao solo não foram aplicados e as aplicações via foliar foram realizadas no estágio de crescimento das plantas, quando estas apresentavam quatro e oito folhas, e nos primeiros botões florais nas doses de 0, 1,12, 2,24 e 4,48 kg/ha. No terceiro ano, os tratamentos em aspersão foliar foram realizados quando as plantas apresentavam duas folhas verdadeiras, nas doses de 0, 1,12, 2,24 e 4,48 kg/ha em 187,08 l/ha de solução. Os resultados para o primeiro ano, apresentaram uma tendência para aumentar os rendimentos e a qualidade na cultivar Gregg 35,

Quadro 15. Rendimentos Médios de Fibra Obtidos pela Aplicação Foliar de Zinco Estudando-se a Influência da Fonte do Elemento do Surfactante e da Concentração do Surfatante; Midland Country - Roy Graham Farm, 1969

Surfatante		Rendimento (kg/ha)			
Fonte	Concentração(%)	ZnSO ₄	Índice	Na ₂ Zn	Índice
Testemunha	-	504	100	541	100
Sterox ^{1/}	0,025	540	108	470	87
Sterox	0,25	510	101	544	100
Sterox	0,50	504	100	590	109
Ga-5-39 ^{2/}	0,25	517	102	529	98
Ga-5-39	0,50	484	96	562	104
GA-5-39	1,00	535	106	529	98

^{1/} Concentração baseada no volume

^{2/} Concentração baseada no peso.

Fonte: Sunderman et al., 1960a.

apesar da presença da fusariose. No segundo ano, todas as doses de manganês apresentaram uma tendência a reduzir os rendimentos e não tiveram influência na qualidade, já no terceiro ano, os rendimentos não apresentaram influências pelas aplicações das doses de manganês (Quadro 16).

Quadro 16. Influência da Aplicação Foliar de Manganês no Estadio de Duas Folhas Verdadeiras no Rendimento de Duas Cultivares de Algodoeiro, 1969.

Mn (kg/ha)	Rendimento (kg/ha)			
	Deltapine Smooth- leaf	Índice do Rendimento	Gregg 35	Índice do rendimento
0	541	100	499	100
1,12	517	95	493	99
2,24	529	98	514	103
4,48	555	102	552	111

Fonte: Sunderman et al., 1969b.

ABAEVA et alii (1967) verificaram que sementes de algodão tratadas com solução de sulfato de cobre a 0,01% aumentaram a absorção da água, principalmente à baixa temperatura. Verificaram que esta solução aumentou também a respiração e a germinação das sementes e o conteúdo da clorofila na planta. Já KHODAHAEV (1968) constatou que aplicações foliares de sulfato de cobre a 0,01% aumentaram a resistência das plantas de algodão à baixa temperatura (-2,5°C), e aumentaram a atividade da peroxidase. A clorofila diminui lentamente nas plantas tratadas aumentando o metabolismo e o rendimento das plantas.

ANTER et alii (1979) aplicaram num solo arenoso as doses de 75, 150 e 130 ppm de ferro, 25, 50 e 100 ppm de manganês e 25, 50 e 100 ppm de EDTA, em aspersão foliar, antes da floração e da formação das maçãs em ambas as fa

ses. As aplicações de EDTA, aumentaram significativamente o comprimento, resistência e maturação da fibra. Aplicações de manganês aumentaram a resistência da fibra, porém diminuíram seu comprimento. Aplicações de ferro, diminuíram a maturação da fibra, porém não afetaram sua resistência e seu comprimento. A qualidade da fibra não foi afetada pela concentração usada dos micronutrientes e sim pela época de aplicação, onde foram mais efetivas as aplicações mais tardias.

DOROFEEFF *et alii* (1969), num solo de cerrado franco-arenoso, durante dois anos, estudaram a conveniência no uso dos micronutrientes boro, zinco, cobre, manganês e molibdênio aplicados no solo e em aspersão foliar em mistura completa e a supressão em cada tratamento de um dos elementos. No primeiro ano aplicou-se, por ocasião do plantio em todos os tratamentos, a fórmula 50-200-50 kg/ha de sulfato de amônio, superfosfato de amônio e cloreto de potássio, mais uma adubação em cobertura de 100 kg/ha de sulfato de amônio e no segundo ano usou-se a fórmula 37,5-200-70 kg/ha de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, mais uma adubação em cobertura de 112,5 kg/ha de sulfato de amônio. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas no rendimento para os micronutrientes estudados, assim como nos métodos de aplicação. Notou-se que nas aplicações ao solo houve uma tendência de aumento do rendimento quando se aplicou a mistura completa dos micronutrientes, assim como na mistura dos micronutrientes, eliminado o manganês, ambos com 12% de aumento em relação à testemunha (Quadro 17).

HUERTAS (1963) realizou aplicações foliares de magnésio, usando o sulfato de magnésio nas doses de 62,5 e 40 kg/ha e como fontes dos elementos menores foram utilizados bórax, nas doses de 36,25 e 20 kg/ha, sulfato de cobre nas doses de 12,5 e 8 kg/ha, sulfato de manganês, nas doses de 62,5 e 40 kg/ha, sulfato de zinco, nas doses de 12,5 e 8 kg/ha. Foi utilizada também uma mistura completa com as doses maiores e as menores. Aplicou-se, em todos os tratamentos, a fórmula 80-30-30 kg/ha de NPK, usando-se sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Quadro 17. Resultados Médios Obtidos na Aplicação de Micronutrientes sobre a Produção de Algodoeiro em Solo de Cerrado. Sete Lagoas, MG, 1969

Tratamentos	Aplicação no solo				Aplicação via foliar			
	Rendimento /kg/ha)			Índice do rendimento	Rendimento (kg/ha)			Índice do rendimento
	1967/68	1968/69	Média		1967/68	1968/79	Média	
Testemunha (NPK)	2018	3056	2537	100	2253	3737	2995	100
NPK + (Zn+Cu+B+Mn+Mo)	2433	3275	2754	112	2134	3362	2748	92
NPK + (Cu+B+Mn+Mo)	2472	2993	2732	108	2749	3306	3028	101
NPK + (Zn+B+Mn+Mo)	2286	3125	2706	107	1812	4500	3156	105
NPK (Zn+Cu+Mn+Mo)	1434	2850	2142	84	2457	3400	2928	98
NPK + (Zn+Cu+B+Mo)	2517	3187	2852	112	2471	3100	2786	93
NPK + (Zn+Cu+B+Mn)	2228	3150	2689	106	2104	3031	2568	86
Média	2198	3091	2044		2283	3491	2887	
CV (%)	13,0	11,34			17,0	31,86		

Obs. 1. As aplicações dos micronutrientes no solo foram incorporadas na terra do sulco nas doses: sulfato de zinco - 44 kg/ha, sulfato cúprico - 19,6 kg/ha, Borax - 2,2 kg/ha, sulfato manganoso - 47,5 kg/ha, molibdato de sódio - 1,52 kg/ha

2. As aplicações foliares foram: sulfato de zinco a 2,46 l de solução a 1%, sulfato cúprico a 4,39 l de solução a 0,2%, Borax a 0,784 l de solução a 0,2%, sulfato manganoso a 5,88 l de solução 0,2% e molibdato de sódio a 0,56 l de solução a 0,2%.

3. A solução de sulfato de zinco aplicou-se com 3 dias de intervalo depois da aplicação dos demais micronutrientes, sendo adicionada de sal extinto na proporção de 0,5% de Ca(OH)_2 .

4. As aplicações via foliar, foram iniciadas após 7 dias da emergência, em 3 ou 4 épocas diferentes.

Fonte: Dorofeeff et al., 1969

A melhor resposta foi obtida utilizando-se a mistura completa com as menores doses, obtendo-se um aumento na produção de 31%, seguida da maior dose aplicada de sulfato de magnésio, com 29% de aumento em relação à testemunha, sendo estes aumentos altamente significativos junto à testemunha. Já com a mistura completa, utilizando as maiores doses, não foram encontradas diferenças significativas, embora apresentasse aumento de 19% em relação à testemunha. Relacionando-se as doses menores com as maiores de sulfato de manganês e bórax, observa-se que aquelas apresentaram maior rendimento, enquanto que estas, de sulfato de magnésio, sulfato de zinco e sulfato de cobre, apresentaram os maiores rendimentos por hectare (Quadro 18).

DARGAN & SAHNI (1965) aplicaram sulfato de zinco, em aspersão foliar, encontrando aumento no rendimento de 6,2% em relação à testemunha, assim como aumentos no índice de fibra de 4,2% e índice de sementes de 6,9%. Com a aplicação de sulfato ferroso via foliar, encontraram aumento no índice de fibra em 2,9% e no índice de sementes em 7,6%. Já com a aplicação foliar de sulfato de cobre houve aumento no rendimento de 7% em relação à testemunha mas sem diferenças significativas estatisticamente.

FRYE (1977) relata que o excesso de fósforo no solo ou na fertilização pode induzir deficiência de micronutrientes. Encontrou que em aplicações de doses maiores que 40 kg/ha de P_2O_5 no vale do Cauca, Colômbia, sem aplicação de potássio e de elementos menores (níveis críticos), seu efeito no rendimento foi pouco ou nulo. Requer-se uma fertilização balanceada para se poder aumentar a produção de algodão em caroço com a aplicação de fósforo no solo deficiente neste elemento (Fig. 2).

FRYE (1977) apresenta resultados de ensaios realizados em diferentes regiões algodoeiras da Colômbia, aplicando-se micronutrientes em aspersão foliar e utilizando-se como fonte: bórax ou ácido bórico e sulfatos de cobre, de ferro, de zinco e de manganês. A testemunha recebia sulfato de amônio, via foliar, para compensar o enxofre das fontes dos micronutrientes aplicados. A dose total aplicada de cada um destes micronutrientes era o

Quadro 18. Rendimentos Médios Produzidos pela Aplicação Foliar de Magnésio e Elementos Menores na Colômbia, 1963

Tratamento <u>1/</u>					Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Sulfato de Magnésio	Sulfato de Manganês	Sulfato de Zinco	Borax	Sulfato de Cobre		
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2678 d	100
62,5	62,5	12,5	36,25	12,5	3178 abc	119
40,0	40,0	8,0	20,0	8,0	3502 a	131
62,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3445 ab	129
40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3415 ab	127
0,0	62,5	0,0	0,0	0,0	3026 bcd	113
0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	3091 bc	115
0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	3241 abc	121
0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	3237 abc	121
0,0	0,0	0,0	36,25	0,0	2629 cd	111
0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	3224 ab	120
0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	3027 c	113
0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	2834 d	106
DMS (0,01)					355	

^{1/} Em todos os tratamentos usou-se a fórmula 80-30-30 kg/ha de NPK, com sulfato de amônio, superfostato triplo e cloreto de potássio, aplicada no solo por ocasião do plantio. Fonte: Huertas, 1963.

total das quatro aplicações realizadas entre os 20 e 80 dias após emergência. Usou-se, em média, 0,6 kg/ha de boro, 0,3 kg/ha de cobre, 0,7 kg/ha de ferro, 0,4 kg/ha de zinco, 0,8 kg/ha de manganês e 0,6-0,3-0,8 kg/ha de boro, zinco e manganês, em cada 100 litros de solução.

Os micronutrientes que aumentaram a produção do algodoeiro foram: manganês, zinco e boro, em 8%, 7% e 6%, respectivamente. A necessidade de um destes elementos

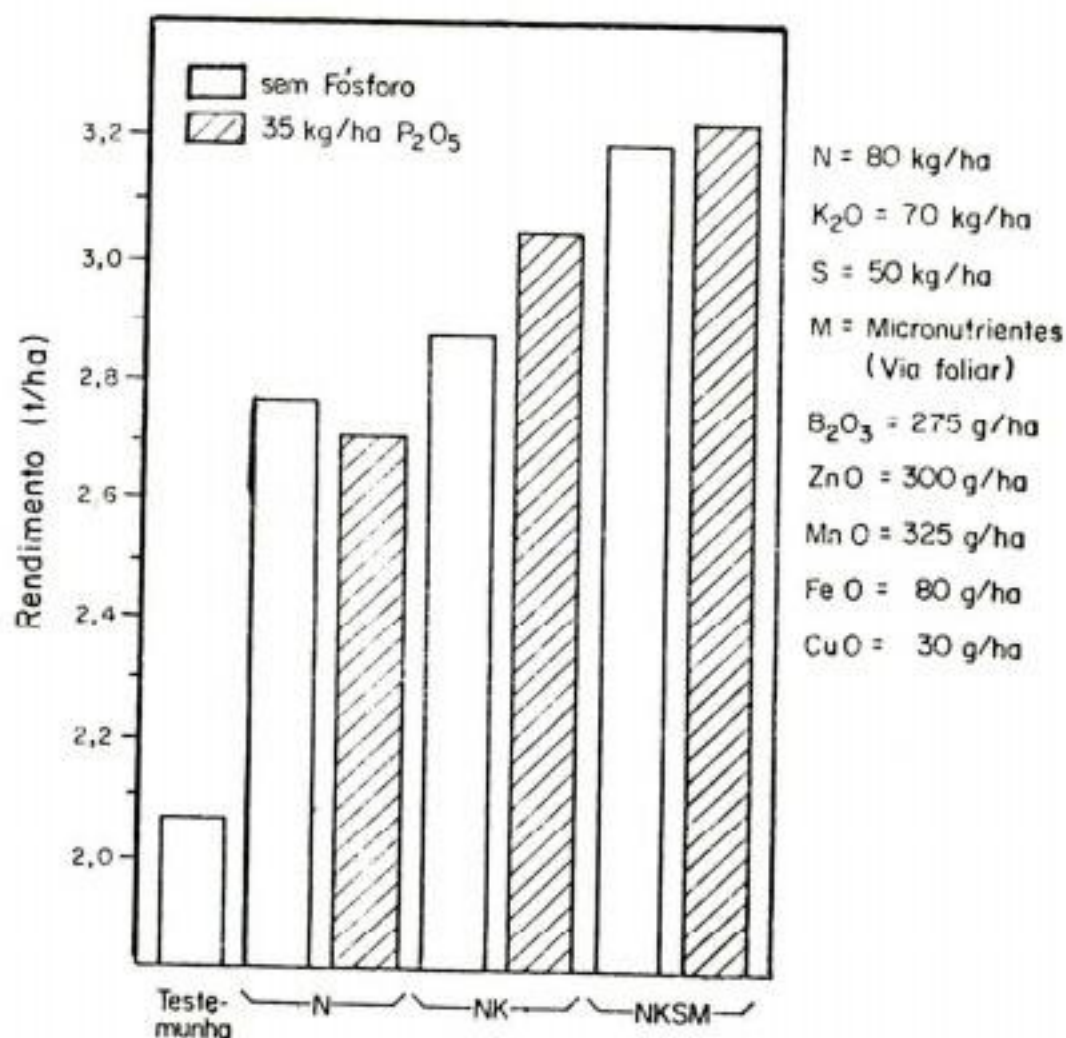


Figura 2. Interação entre fósforo e outros elementos e seu efeito no rendimento do algodoeiro. Vale do Cauca, Colômbia, 1977.

apresentou variações de uma região a outra, dentro da mesma região ou no mesmo lugar de um semestre para outro. O tratamento com estes três micronutrientes determinou um rendimento igual ou similar ao máximo obtido entre cada um deles (8%) em relação à testemunha (Quadros 19 e 20).

ANTER (1978), num solo calcário, aplicou, via foliar, 25, 50 e 100 ppm de cobre, molibdênio e zinco e 10, 20 e 40 ppm de boro, no período de floração, formação das maçãs e em ambos períodos do ciclo da planta. Em média, dependendo da concentração e da época da aplicação, a maturação da fibra foi aumentada pela aplicação de molibdênio e boro e pouco afetada pelo zinco e diminuída pelo cobre. O comprimento da fibra foi pouco afetado, à exceção do boro, que ocasionou nela uma diminuição sensível. A resistência da fibra foi aumentada por todos os micronutrientes testados, especialmente pelo cobre, que provoca um aumento importante.

KHODZHAIEV *et alii* (1978) aplicaram 0,02% de ácido bórico + 0,1% de sulfato de zinco, utilizando uma e duas aplicações, via foliar; aplicação nas sementes de 0,05% de sulfato de cobre + 0,05% sulfato de manganês + 0,05% de sulfato de alumínio, em solução por 48h, igual ao tratamento anterior + via foliar do primeiro tratamento em uma e duas aplicações. O tratamento somente nas sementes, aumentou a área foliar, a matéria seca da planta e o rendimento de algodão em caroço em 11,6% e duas aplicações via foliar de ácido bórico + sulfato de zinco aumentaram o peso das sementes.

De acordo com os trabalhos revisados, no Brasil somente encontramos deficiências de boro, sendo que as aplicações de micronutrientes no solo foram mais eficientes que via foliar. Em solos sob vegetação de cerrado, foi realizado um experimento em que os resultados, após dois anos, mostraram que não houve diferenças significativas no rendimento para os micronutrientes estudados, seja na aplicação no solo ou via foliar. Quanto à aplicação no solo, houve um acréscimo de 5% no rendimento e, quanto à aplicação foliar, uma diminuição de 4% no rendimento em relação à testemunha (Quadro 17).

Quadro 19. Efeito no Rendimento do Algodoeiro Causado pela Aplicação Foliar de Micronutrientes Utilizando Sais Concentrados

Micronutriente e concentração (%) sal em solução	Média do au- mento aplic. (kg/ha)	Rendimento (t/ha) ^{1/}											
		Vale do Cauca	Índice (%)	Cesar e Magdalena	Índice (%)	Atlân- tico	Índice (%)	Cordova	Índice (%)	Tolima	Índice (%)	Média geral	Índice (%)
Testemunha (com S)	-	3,15	100	2,30	100	2,68	100	2,66	100	1,87	100	2,53	100
Boro (0,5 - 1)	0,6	3,35	106	2,59	113	2,78	104	2,94	110	1,68	90	2,67	106
Cobre (0,1 - 0,2) ²	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferro (0,2 - 0,5)	0,7	3,20	102	2,50	109	2,57	96	2,68	101	1,71	91	2,53	100
Zinco (0,2 - 0,3)	0,4	3,33	106	2,67	116	2,73	102	2,74	103	2,02	108	2,70	107
Manganês (0,3 - 0,5)	0,8	3,53	112	2,57	112	2,85	106	2,92	110	1,76	94	2,73	108
Borax-Zinco-Manganês	0,8-3,0 -0,8	3,53	112	2,66	116	2,76	103	2,82	106	1,90	102	2,73	108

^{1/} Médias de 2 a 4 ensaios por região.

^{2/} Não foi aplicado em todos os ensaios.

Fonte: Frye, 1977.

Quadro 20. Recomendações para Aplicação Foliar na Correção de Deficiências de Micronutrientes em Algodoeiro. Doses e Concentrações Médias para Sais minerais.

Micronutrientes	Doses (kg/ha)	Concentração (kg sal em 100 litros)	
		Terrestre	Aérea
Boro	0,1 - 0,3	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0
Cobre	0,2 - 0,5	0,1 - 0,2	0,3 - 0,5
Ferro	0,5 - 2,0	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0
Zinco	0,3 - 0,6	0,2 - 0,3	0,5 - 1,0
Manganês	0,3 - 1,0	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0

- Ao usar quelatos e doses prováveis correspondiam a 20-50% menos e as concentrações da solução podem ser maiores.

Para calcular a quantidade do produto comercial deve-se multiplicar a dose recomendada por 100 e dividir-se entre a concentração do produto, expressa em percentagem elemento.

- Devem ser repetidas as doses recomendadas em três a cinco vezes, dos 15 aos 75 dias da emergência. Em caso de queimadura nas folhas, deve-se fazer correção neutralizando-se a solução com hidróxido de cálcio.

Fonte: Frye, 1977.

5. RESPOSTA DO ALGODOEIRO A FERTILIZANTES FOLIARES PREPARADOS COMERCIALMENTE

Os preparados comerciais existentes para aplicação foliar de macronutrientes apresentam concentrações relativamente baixas que não são suficientes para fazer uma correção de uma deficiência de nutriente ou para necessidade adicional de fertilização (FRYE, 1977).

SILVA (1969), em Terra Roxa Misturada, durante três anos estudou a comparação da adubação básica (10-60-40 kg/ha de NPK), mais cobertura nitrogenada de 30 kg/ha de nitrogênio, adubação básica + adubação foliar com "fertilin", 1/2 adubação básica + "fertilin" e "fertilin" sozinho na base de 48 kg/ha, parcelado em seis vezes, com início após 10 a 15 dias da emergência (Quadro 21) com a testemunha. A cultivar usada foi a AC RM₃, muito exigente do ponto de vista nutricional. Os maiores rendimentos foram obtidos, com a aplicação da adubação tradicional, embora a 1/2 dose não difira estatisticamente da dose total. Vistos em conjunto, os dados não indicam efeito sobre a produção da aplicação do "fertilin" às folhas do algodoeiro, embora no terceiro ano algum índice desta ação tenha surgido, quando as condições de solo eram menos favoráveis às plantas, exceto para o elemento fósforo.

Portanto, o estudo efetuado realça a importância da adubação mineral convencional do algodoeiro, mesmo não eliminando a possibilidade da adubação por via foliar como prática complementar da adubação costumeira em casos de condições alimentares muito deficientes.

MANGUEIRA & BRITO (1975), usando o algodão Moco (I-ALG-133), fizeram cinco e dez aplicações com uréia com intervalos de 7 e 14 dias, iniciando-se as aplicações no início da floração, na concentração de 5% para a primeira aplicação, enquanto as demais foram de 2%, por ter havido efeitos fitotóxicos nas plantas; e cinco e dez aplicações de "fertilin jest mist" verde na concentração de 0,46%, com intervalo de 7 e 14 dias. Após três anos de estudo, verificou-se que não houve diferenças significativas entre

Quadro 2L. Resultados Médios Obtidos na Comparação da Adubação Foliar com a Convencional do Algodoeiro. Campinas, SP, 1969

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)				
	1964/65	1965/66	1966/67	Média	Índice do Rendimento
Testemunha	163 c ^{1/}	1800 c	2200 b	1388 b	100
Adub. mineral básica	700 a	2225 ab	3013 a	1975 a	142
Adub. básica + "Fertilin"	613 ab	2250 a	2700 ab	1863 a	134
1/2 Adub. básica + "Fertilin"	500 b	1925 bc	2863 ab	1763 a	127
"Fertilin"	163 c	1725 c	2400 ab	1425 b	103
Média	425 c	1988 b	2638 a	1688	

^{1/} Teste de Duncan a 5%.

Fertilin rosa: 18,4% N (4,1% NH_4 + 14,3% NO_3) + 19,2 P_2O_5 e 7,2% K_2O), aplicando-se na 1ª (4 kg/ha), 2ª (6 kg/ha) e 3ª (8 kg/ha) e Fertilin verde: 19,5% N (3,1% NH_4 + 16,4% NO_3) + 24,5% P_2O_5 e 8,5% K_2O) aplicado na 4ª, 5ª e 6ª (10kg/ha/aplicação).

Fonte: Silva, 1969

os tratamentos estudados, embora o maior rendimento tenha sido obtido com a aplicação de uréia, que apresentou um aumento de 33%, seguido pelas aplicações de "Fertilin", com 23% e 21%, quando realizadas em cinco e dez aplicações, respectivamente, em relação à testemunha (Quadro 22).

Quadro 22. Resultados obtidos no experimento de adubação foliar no algodoeiro Moco. Serra Talhada, PE, 1971 a 1973.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do	Peso de capulho (g)
Testemunha	717	100	3,3
Uréia-5 aplicações	769	107	3,4
Uréia-10 aplicações	952	133	3,5
"Fertilin"-5 aplicações	884	123	3,3
"Fertilin"-10 aplicações	869	121	3,2

Média de três anos agrícolas, com oito repetições/ano.

Fonte: Mangueira & Brito, 1975.

Segundo PRIMAVESI & COSTA (s.d.) aplicações de adubos foliares devem ocorrer principalmente no período vegetativo compreendido entre o 40º e o 100º dia, na base de quatro a oito aplicações de quatro a seis l/ha da formulação equilibrada 14-4-7 + 0,2% de magnésio (MgO) a cada 7 a 15 dias. Este esquema de aplicação intensivo promoveu um aumento no rendimento de 15 a 42%. Estes 42% de aumento na produção, foram obtidos em Leme-SP, representando 1470 kg a mais, conseguidos com sete pulverizações de 100 l/ha de 14-4-7 + 0,2 MgO/ha/aplicação.

NAIME & REIS (1973) estudaram a aplicação do adubo foliar "Wuxal" no algodoeiro, realizando 4 aplicações, iniciadas após 30 dias da emergência, nas doses de 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 l/ha do adubo foliar, comparando-se com uma testemunha. Todos os tratamentos receberam uma adubação básica por ocasião do plantio. Não se constatou diferenças significativas entre o rendimento das diversas doses testadas quando comparadas com a testemunha, embora a aplicação de 3 l/ha de "Wuxal" aumentou o rendimento em 19%, quando comparado com a testemunha (Quadro 23).

Quadro 23. Resultados Médios Obtidos no Efeito da Adubação Foliar com "Wuxal" na Produção no Algodão Capinópolis, MG, 1973

Tratamento	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha (NPK)	1127	100
NPK + Wuxal - 1,5 l/ha	1288	114
NPK + Wuxal - 3,0 l/ha	1337	119
NPK - Wuxal - 4,5 l/ha	1277	113
NPK + Wuxal - 6,0 l/ha	1203	107
Média	1246	
CV (%)	20,46	

Fonte: Naime & Reis, 1973.

ELGALA *et alii* (1976) realizaram aplicações no solo, por aspersão foliar, e a combinação destas aplicações. No solo se aplicou 238 kg/ha de uréia e 119 kg/ha de superfosfato, e na aplicação foliar, uma solução contendo 10,1% de nitrogênio, 5,6% de fósforo (P_2O_5), 5,29% de potássio, 0,16% de magnésio, 0,07% de ferro, 0,055% de manganês, 0,025% de cobre, 0,059% de zinco, 0,002% de boro e 0,0003% de cobalto, solução completa + ácido giberélico, solução com 0,66% de uréia e uréia na

concentração de 8,3% + 3,4% de superfosfato (33% do total da fertilização no solo). A fertilização foliar aumentou o rendimento de algodão em caroço em 15,34-26,87% sobre a fertilização no solo sozinha, porém não foi significativo.

LACA-BUENDIA (1980), num solo Latossolo Roxo, avaliou dez adubos foliares com formulação completa. Por ocasião do plantio, foram usados 450 kg/ha da fórmula 8-16-10 kg/ha de NPK e, após 40 dias da emergência uma adubação em cobertura com 150 kg/ha de sulfato de amônio. Verificou-se que não houve diferenças significativas no rendimento, altura de plantas e folhas por planta na colheita e diâmetro do caule. Em Canápolis (MG), não houve diferenças significativas no rendimento, sendo que a altura de planta, número de folhas/planta e diâmetro do caule apresentaram diferenças significativas. Para o rendimento, numa análise conjunta dos dois locais, não houve diferenças significativas entre os adubos foliares de formulação completa com a testemunha (Quadros 24 e 25).

FRANCIS et alii (1979) realizaram aplicações de 60 kg/ha de nitrogênio, 40 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O no solo ou no solo + aspersão foliar em diferentes combinações com o adubo foliar "Wuxal" (9% N + 9% P + 9% K + traços de micronutrientes + vitamina B₁ + pH regulador) a 10 kg/ha em três aplicações foliares. A aplicação de 50% de NPK no solo e nitrogênio em aspersão foliar foi mais eficiente, aumentando a produção, seguido da aplicação do "Wuxal". Todos os tratamentos apresentaram um pequeno efeito no rendimento, percentagem, índice e comprimento da fibra.

ROSOLEM & MACHADO (1980), num solo Latossol Vermelho-escuro orto, estudaram a aplicação foliar de duas formulações comerciais (14-4-7 e 5-15-5), com ou sem micronutrientes (Fertilon Combi B). Foi usada uma adubação básica, no sulco, com a fórmula 3-15-15, a razão de 400 kg/ha; aplicou-se em cobertura 50 kg/ha de nitrogênio, com nitrocálcio, aos 45 dias da emergência. Os resultados obtidos para a altura da planta, número de capulhos por planta, produção da 1ª e 2ª colheitas, não apresenta

Quadro 24. Resultados Médios Obtidos na Avaliação de Adubos Foliares com Formulação Composta no Algodoeiro. Canapolis, MG, 1979/80.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice	Altura planta (cm)	Nº folhas/ planta	Diâm. caule (cm)	Peso capulho (kg)	Peso de 100 sem- (g)
Aerofoliar (5 l/ha)	2986	98	97,6	14,0	1,2	6,0	11,2
Ultrafoliar (5 l/ha)	2924	96	93,7	14,2	1,2	5,8	10,9
Ferti-foliage (4 kg/ha)	3022	99	96,1	14,6	1,2	5,9	11,0
Bayfolan (3 l/ha)	2896	95	95,0	12,2	1,1	5,7	10,5
Geezit (3 l/ha)	2994	98	97,9	14,6	1,2	5,9	11,1
Ouro Verde (3 l/ha)	3033	100	98,6	11,4	1,2	5,9	11,0
Stimufol (1 kg/ha)	3124	102	99,8	16,4	1,2	6,0	11,0
Wuxal (4 l/ha)	3134	103	102,5	12,4	1,2	5,9	11,2
Sum kafol (2 l/ha)	3043	100	95,0	11,6	1,1	5,9	10,8
Complezal Fluid (5 l/ha)	3121	100	101,4	14,8	1,1	5,8	10,7
Testemunha	3040	100	102,8	13,8	1,1	5,8	10,7
CV (%)	11,1		7,0	27,5	10,3	6,5	5,0

Obs.: Por ocasião do plantio aplicaram-se 450 kg/ha da fórmula 8-16-10 kg/ha de NPK e aos 40 dias da emergência 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura
 Fonte: Laca-Buendia, 1980.

Quadro 25. Resultados Médios Obtidos na Avaliação de Adubos Foliares com Formulações Completas no Algodoeiro. Canapolis, MG, 1979/80.

Tratamentos	Rendim. (kg/ha)	Índice	Altura planta (cm)	Nº fo- lhas/ planta	Diam. caule (cm)	Peso cap. (g)	Peso 100sem. (g)
Aerofoliar (5 g/ha)	1776	105	125,3a ¹	16,5ab	1,11ab	6,2	10,4
Ultrafoliar (5 l/ha)	1672	106	107,0b	18,9ab	1,23a	6,1	10,7
Ferti-foliage (4 kg/ha)	1746	103	120,7a	15,8b	1,13ab	6,3	10,4
Bayfolan (3 l/ha)	1786	105	122,0a	15,1b	1,10ab	6,7	10,5
Greezit (3 l/ha)	1790	106	118,8a	15,2b	1,18ab	6,4	10,4
Ouro Verde (3 l/ha)	1494	88	123,0a	15,0b	1,06ab	6,2	10,0
Stimufol (1 kg/ha)	1748	103	116,7ab	16,6ab	1,21ab	6,1	10,3
Wuxal (2 l/ha)	1542	91	117,6ab	13,5b	1,11ab	6,3	10,3
Sumikafol (2 l/ha)	1842	109	125,4a	18,8ab	1,20ab	6,2	10,2
Complezal Fluid (5 l/ha)	1868	110	122,5a	23,0a	1,18ab	5,8	10,6
Testemunha	1694	100	119,4a	12,5b	1,13ab	6,1	10,3
CV (%)	13,5		4,2	20,0	6,2	6,6	5,9

^{1/} Na mesma coluna, as médias com a mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Laca-Buendía, 1980.

ram diferença estatisticamente significativa, mas os tratamentos com adubo foliar sem micronutrientes produziram uma média de 125 kg/ha a mais que a testemunha, o que tornam estes tratamentos economicamente viáveis. Verificou-se que onde o solo apresenta melhores características físicas e químicas a tendência da resposta à adubação foliar foi maior do que na faixa de solo mais pobre (Quadro 26).

CERQUEIRA & MACEDO (1982) estudaram a aplicação de três adubos foliares de formulação completa com duas e três aplicações, iniciando-se aos 20 dias da emergência e com intervalos de 20 dias. Utilizaram em média, 2 l/ha de cada adubo foliar. Não foram constatadas diferenças significativas entre os diversos adubos foliares de formulação completa e a testemunha (Quadro 27).

SHETA & MOURAD (1982) realizaram aplicações de Atonik (sal de sódio orto-nitrofenol paranitrofenol e 5-nitroquaiacol) com quatro aplicações, e os adubos foliares "Folifertil" (22% N, 21% P₂O₅, 17% K₂O, 0,079% Mg, 0,16% S e Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B e Ca na dose de 370, 395, 68, 76, 50, 33 e 20 ppm, respectivamente) e "Nutirin" (N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo e B). Os maiores rendimentos foram obtidos com a aplicação de Atonik seguidos de "Folifertil" e "Nutirin". Atonik produz uma maturação das maçãs mais precoce, evitando-se altas infestações da lagarta-das-maçãs (*Heliothis zea*) em épocas tardias.

ROSOLEM *et alii* (1983) num solo Latossolo Vermelho-escuro orto, estudaram a aplicação de adubos foliares na produção do algodoeiro cultivado em dois sistemas de preparo do solo. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos arado e gradeado, subsolado e gradeado, aplicações dos adubos foliares completos (14-4-7 e 34-0-0) e a testemunha, embora se tenha notado que o tratamento em que foram aplicados 32 l/ha da fórmula 14-4-7, divididos em quatro aplicações (35, 70, 90 e 105 dias após emergência), proporcionou um aumento de 20% na produção quando o algodoeiro foi cultivado em solo subsolado e gradeado (Quadro 28).

Quadro 26. Produção de Algodão Obtidos em Função do Preparo do Solo e dos Tratamentos Foliares. Leme, SP, 1978/79.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento	Altura da Planta (cm)	Número de Capulhos/ planta
Testemunha	2462	100	63,5	5,9
14-4-7 (5 l/ha) aos 45, 95 e 115 dias + 5-15-5 (5 l/ha) aos 65 e 80 dias	2598	106	63,4	5,5
14-4-7 (5 l/ha) aos 45, 65, 80, 95 e 115 dias	2577	105	62,7	5,8
14-4-7 (5 l/ha) + M ^{1/} aos 45, 95 e 115 dias + 5-15-25 (5 l/ha) + M aos 80 e 65 dias	2452	100	63,7	5,5
14-4-7 (5 l/ha) + M aos 45 e 80 dias + 14-4-7 (5 l/ha) aos 65, 95 e 115 dias	2413	98	65,6	6,3
F	n.s.		n.s.	n.s.
CV (%)	10,4		12,2	21,7

1/ Fetrilon Combi (12,0% Mg, 2,0% Zn, 0,5% B, 1,5% Mn, 2,0% Fe, 0,5% Cu, 0,03% Mo e 0,03% Co) na dose de 500g/ha/aplicação. Fonte: Rosolem & Machado, 1980.

Quadro 27. Rendimentos Médios de Algodoeiro Herbáceo sobre o Efeito da Adubação Foliar. EMGOPA, Rio Verde, GO, 1981/82.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Colombina (20-20-20) - duas aplicações	2439	89
Colombina (20-20-20) - três aplicações	2428	88
Zinco quelatizado - duas aplicações	2427	88
Zinco quelatizado - três aplicações	2594	94
Magnésio quelatizado - duas aplicações	2686	98
Magnésio quelatizado - três aplicações	2832	103
Testemunha	2745	100

Fonte: Cerqueira & Macedo, 1980.

Quadro 28. Produções de Algodão Obtidas em Função do Preparo do Solo e dos Tratamentos Foliares. Paranapanema, SP, 1979/80

Tratamentos	Arado e gradeado		Subsolado e gradeado		Média (kg/ha)	Índice do rendim.
	Rendim. (kg/ha)	Índice	Rendim. (kg/ha)	Índice		
Testemunha	1096	100	1013	100	1054	100
14-4-7 (4 l/ha)-quatro aplic.	1017	93	1100	109	1058	100
14-4-7 (8 l/ha)-quatro aplic.	1073	98	1211	120	1142	108
14-4-7 +M ¹ (8 l/ha)-quatro apl.	911	83	1117	116	1045	99
34-0-0 (4 l/ha)-uma aplic. + 14-4-7 (4 l/ha)- três aplic.	1198	109	990	98	1095	104
14-4-7 (4 l/ha)+M-quatro apl.	1090	99	1125	111	1107	105
14-4-7 (4 l/ha) - 4 apl.+Pix ²	1090	99	988	98	1039	99
14-4-7 (3 l/ha) - 4 apl.+Pix.	1056	96	1075	106	1066	101

- As aplicações foram realizadas aos 35, 70, 90 e 105 dias após emergência.

^{1/} M = 2,4% Mg, 0,5% Zn, 0,3% B, 1,5% Mn, 1,5% Fe, 0,51% Cu, 0,3% Mo e 0,03% Co. Aplicaram-se 1000g/ha/aplicação aos 35 e 90 dias após emergência.

^{2/} Cloreto de mepiquat - aplicado aos 70 dias da emergência, na dose de 1 l/ha. Fonte: Rosolem et al., 1983.

EL NAWAWY et alii (1983) aplicaram o adubo foliar completo "Complezal" em mistura com cinco inseticidas: chlorpyrifos na dose de 2,5 l/ha; profenofos na dose de 1,9 l/ha, phosfolan a 3,75 l/ha e Ripcord (30%) cypermethrin na dose de 0,5 l/ha. Estas misturas foram três vezes aplicadas. As pragas encontradas foram: *Bemisia tabaci* (mosca-branca), *Empoasca decipiens*, *Aphis gossypii* (pulgão) e *Tetranychus cucurbitacearum* (ácaro). Foram encontrados os predadores: *Chrysopa vulgaris*, *Paederus alfieri* e *Saymus interruptus*. Ficou demonstrado que o "Complezal" foi eficiente com o uso destes inseticidas, à exceção do Dowco 417, na dose de 1 l/ha que não apresentou um bom controle contra estas pragas.

EL-NAWAWY et alii (1983) testaram vários fertilizantes, inseticidas e misturas de ambos para o controle da lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella* (Saund) no algodão. Os fertilizantes Iral, Stermifol, Complezal e Bayfolan sozinhos ou em mistura com os inseticidas chlorpyrifos, cypermethrin, phosfolan e uma mistura de chlorpyrifos e diflubenzuron (dimilin), todos apresentaram boa proteção para os capulhos do algodoeiro, além de aumentarem o número de capulhos, havendo uniformidade na abertura destes.

ASHOUR & KHADRAH (1989), durante dois anos agrícolas, estudaram o efeito da adubação foliar (no estágio dos botões florais) com cinco fertilizantes foliares completos. Todos os fertilizantes foliares aumentaram significativamente a altura da planta e o número de ramos produtivos/planta. O Fetrilon-Combi apresentou o maior número de maçãs/planta, a maior percentagem de abertura e peso dos capulhos. Olikani + Solikani, no primeiro ano e Folifertil no segundo ano apresentaram os maiores rendimentos por planta e para 0,4 ha, seguidos pelo Bayfolan e Nutrin.

PRIMAVESI (1980) verificou a existência da resposta variada à adubação foliar em função do ciclo da cultivar de algodão empregada. Nota-se que as cultivares de ciclo mais precoce (IAC-17 e IAC-18) são mais sensíveis aos estresses nutricionais, constituindo a fertilização foliar uma verdadeira "ponte nutricional" para a

planta não sofrer choque negativo em seu ritmo metabólico. As cultivares tardias dispõem de mais tempo para se recuperar de falhas nutricionais (Quadros 29, 30, 31, 32 e 33).

Quadro 29. Resultados de Uso de Nitrofoska foliar A em Algodão, Cultivar IAC-13. Pirassununga, SP, 1973/74.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	3478	100
10-4-7 (1 l/ha)	3250	93
10-4-7 (2 l/ha)	4041	116
10-4-7 (4 l/ha)	4950	142

Obs.: 8 aplicações espaçadas de 7 dias, a partir dos 90 cm de altura da planta (9 semanas da emergência).

Fonte: Kubart, 1974.

Quadro 30. Competição de Formulações de Fertilizantes Foliares na Cultura do Algodão, cultivar RM-3 Pirassununga, SP, 1974/75.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	1540	100
10-4-7 (5 l/ha)	1524	99
10-4-7 (10 l/ha)	1784	116
14-6-5 (5 l/ha)	1586	103
14-6-5 (10 l/ha)	1633	106
12-4-6 (5 l/ha)	1423	92
12-4-6 (10 l/ha)	1750	114

Obs.: 8 aplicações espaçadas de 14 dias, a partir da 4ª semana após emergência.

Fonte: Kubart, 1975).

Quadro 31. Produção de Algodão, Cultivar IAC-17 com Nitrofoska foliar, Fetrilon Combi B, em Solo Arenoso. Leme, SP. 1977/78.

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	1370	100
A ^{1/} + 2x B ^{2/}	1470	107
FcB ^{3/} semente	1470	107
2 x FcB ^{3/}	1460	107
A + 2xB + FcB ^{3/}	1580	115
3xA + FcB ^{3/}	1520	111

^{1/} A = 14-4-7 NPK na dose de 4 l/ha.

^{2/} B = 5-15-5 NPK na dose de 4 l/ha.
Aplicações aos 40, 60 e 80 dias da emergência

^{3/} Fetrilon-Combi B na semente (200g/ha).

^{4/} Fetrilon-Combi B na semente (200g/ha) e na folha (aos 40 e 80 dias da emergência) na base de 500g/ha/aplicação.

Fonte: Primavesi, 1980.

FRAGA **et alii** (1986) estudaram diferentes fontes de nutrientes: 1 - adubação normal no solo; 2 - adubação normal + uréia 3% em seis aplicações; 3 - adubação normal + Orgamin (5%); 4 - adubação normal + Nutrimin (5%); 5 - adubação normal + uréia (3%) e 6 - adubação normal + bayfolan (10%) em duas cultivares EPAMIG-3 e IAC-19. As aplicações foram iniciadas 15 dias após o desbaste, com intervalo de vinte dias nos tratamentos 3, 4, 5 e 6 e de 10 dias no tratamento 2. A altura da planta e o peso de capulhão foram afetados pela aplicação dos diferentes adubos foliares. A cultivar EPAMIG-3 apresentou maior altura na colheita e menor peso de capulho que

a IAC-19. Quanto a produção, a adubação normal + Orga min, apresentou o maior valor que a cultivar EPAMIG-3 que foi 14% maior que a testemunha, não ocorrendo diferenças entre as cultivares (Quadro 34).

Quadro 32. Reposta do algodoeiro 'IAC-17' à aplicação de FCB e Nitrofoska Foliar. Leme, SP, 1978/79.

Testemunha	Rendimento (kg/ha)	Índice do Rendimento
Testemunha	3242	100
4 x 14-4-7	3338	103
4x 14-4-7 + 2x FCB foliar	3242	100
4x 4-14-7 + FCB semente	2690	83
4x 14-4-7 + FCB (semente e 2x foliar)	3530	109

Obs.: FCB - Fetrilon Combi B (2% Zn + 0,5% B + 0,5% Cu + 2% Fe + 1,5 Mn + 0,03% Mo + 0,03% Co), na dose de 200 g/ha na semente e 500 g/ha/aplicação foliar.

Nitrofoska foliar A - 14-4-7 NPK, aplicado aos 40, 80 e 100 dias da emergência, solo arenoso e 2º ano de seca acumulada.

Fonte: Primavesi, 1980.

Quadro 33. Resultados do Rendimento (A/alq.) da Aplicação de Nitrofoska Foliar, Pix e Fetrilon Combi em algodão, 1977/80.

Tratamentos	IAC-13 ¹ (A/alq)				IAC-18 ¹ (A/alq)				IAC-17 ² (A/alq)			
	Sementes sem FCB	T (%)	Sementes com FCB	T (%)	Sementes sem FCB	T (%)	Sementes com FCB	T (%)	Sementes sem FCB	T (%)	Sementes com FCB	T (%)
Testemunha	340,1	100	311,9	100	405,7	100	365,4	100	667,2	100	752,1	100
4 x A (4 l/ha)	327,2	96	287,3	92	400,7	99	407,8	112	600,8	90	819,5	104
4 x 2A (8 l/ha)	302,5	89	366,6	118	360,4	89	304,1	83	692,4	104	802,6	107
Pix	347,3	102	334,8	107	372,5	92	412,9	113	685,4	103	791,1	105
A + Pix	326,2	96	335,6	108	416,6	103	427,2	117	653,0	98	901,3	119
2A + Pix	382,2	112	353,5	113	424,2	105	434,6	119	721,8	108	711,2	95
4A + Pix	344,1	101	382,6	123	454,5	112	357,4	98	701,6	105	691,9	92
4 x 2A + Pix	359,0	106	385,8	124	405,3	100	432,6	118	687,2	104	850,9	113

^{1/} Leticia, SP

^{2/} Pirassununga, SP (3 aplicações foliares)

A = 14-4-7 (4 l/ha), aplicações aos 40, 60, 80 e 100 dias da emergência

FCB = Fetrilon Combi B na semente (200 g/ha)

Pix = no início da floração.

Fonte: Primavesi, 1980.

Quadro 34. Estudo sobre Adubação Foliar na Cultura do Algodoeiro. Lavras, MG, 1985 /86 (FRAGA *et alii*, 1986).

Cultivar		Rendim. (kg/ha)	Índice do rendim.	Altura planta (cm)	Peso capulho (g)
IAC-19	Adubação normal no solo	2493	100	110,4	8,1
	Adubação normal + uréia (3%)-6 apl.	2288	92	116,6	7,9
	Adubação normal + Orgamin (5%)-3 apl.	2378	95	105,3	7,9
	Adubação normal + Nutrimin (5%)-3 apl.	2113	85	109,3	7,7
	Ad. normal+uréia (3%)-3apl.	2328	93	113,6	7,7
	Adubação normal + Bayfolan (10%)-3 apl.	2108	84	110,9	7,8
EPAMIG-3	Adubação normal no solo	2469	100	118,1	6,8
	Ad.normal+uréia(3%)-6apl.	2512	102	122,5	6,6
	Adubação normal + Orgamin (5%)-3 apl.	2814	114	128,7	7,0
	Adubação normal + Nutrimin (5%)-3 apl.	2534	103	129,8	6,5
	Ad.normal+uréia(3%)-3 apl.	2178	88	120,2	6,6
	Adubação normal + Bayfolan(10%)-3 apl.	2474	100	118,8	6,4

LACA-BUENDIA (1986) comparou a aplicação foliar de uréia a 3% e 5%, aplicada quatro e seis vezes, com 'Aminon-25' (3% N, 17% aminoácidos, 2,5% sais minerais), nas doses de 2 e 3 l/ha, aplicado em quatro e seis vezes, com início aos 20 e 40 dias da emergência, com intervalo de 15 dias. Usou-se a cultivar IAC-17. A adubação básica foi de 200 kg/ha da fórmula 5-24-24 de NPK + 3% de S e 0,1% B. Foram gastos 275 l/ha de solução. Não houve diferenças significativas para o rendimento, altura de planta, peso de capulho e percentagem de fibras, sendo que para o peso de 100 sementes foram encontradas diferenças significativas, onde o menor peso foi obtido com a aplicação de uréia a 3%, com quatro aplicações, e os outros tratamentos não apresentaram nenhuma diferença com a testemunha. No rendimento, a adubação normal + uréia a 3%, com seis aplicações e adubação normal + Aminon - 25 a 3%, com 3 l/ha, equatro aplicações, apresentaram os maiores valores, que foram 17% e 13% maior que a testemunha, respectivamente (Quadro 35).

Não houve um efeito positivo no rendimento de algodão em caroço quando se aplicaram fertilizantes foliares preparados comercialmente, pois dos 13 experimentos realizados por vários autores consultados, estes apresentaram um aumento de 3,3% em relação à testemunha com adubação no solo por ocasião do plantio, possivelmente pela baixa concentração dos nutrientes. Não podem ser descartados outros fatores que podem ter influenciado neste comportamento, tais como as condições e épocas de aplicação, clima e solo (FRYE, 1977) (Quadro 36).

CONCLUSÕES

A adubação foliar não surtiu nenhum efeito no aumento do rendimento de algodão em caroço com o uso da uréia na substituição da adubação no solo quando aplicada em alto volume, sendo que sua aplicação em baixo volume apresentou um aumento no rendimento em relação à aplicação de nitrogênio no solo.

O sucesso das pulverizações foliares com uréia foi alcançado quando a planta recebeu o adubo no solo, para não limitar o desenvolvimento inicial da cultura. Encon-

Quadro 35. Resultados Médios Obtidos no Estudo da Aplicação Foliar de Aminon - 25 na Cultura Algodoeira. Capinópolis, MG, 1984/85

Tratamentos	Rendim. (kg/ha)	Índice do rendim.	Altura planta (cm)	Peso capulho (g)	Peso 100 sem. (g)	% de fibra
Adubação normal	2953	100	114,6	6,5	10,6a ¹	42,7
Adubação normal + uréia(3%)-4 apl.	2780	94	109,4	6,0	9,6b	41,6
Adubação normal + uréia(3%)-6 apl.	3443	117	113,4	6,2	10,6a	41,1
Adubação normal + uréia(5%)-4 apl.	3000	102	113,6	6,1	10,1ab	40,6
Adubação normal + uréia(5%)-6 apl.	2854	97	110,0	6,4	10,2ab	40,6
Adubação normal + Aminon(2 l/ha)-4 apl.	2773	94	111,8	6,2	10,2ab	41,2
Ad. normal + Aminon (2 l/ha)-6 apl.	2640	89	109,8	6,6	10,3ab	40,7
Ad. normal + Aminon (3 l/ha) i 4 apl.	3011	113	115,4	6,5	10,4ab	41,0
Ad. normal + Aminon (3 l/ha) - 6 apl.	2772	94	107,9	6,1	10,4ab	40,8
F	n.s.		n.s.	n.s.	2,78*	n.s.
CV (%)	13,24		8,90	5,19	3,38	2,59

1/ As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Fonte: Laca-Buendia, 1986.

Quadro 36. Resposta do Algodão à Adubação Foliar Suplementar com Fertilizantes Foliares Preparados Comercialmente.

Rendimento de Algodão em Carço (kg/ha)		Número de Experimen tos Rea lizados	Autor/Referência
Sem Adubação Foliar	Com Adubação Foliar de Preparados Comercialmente		
1975	1867	3	Silva (1969)
1127	1276	1	Naime & Reis (1973)
3478	4080	1	Kubart (1974)
1540	1617	1	Kubart (1975)
2472	2510	1	Rosolem & Machado (1980)
2367	2377	2	Laca-Buendia (1980)
3242	3200	1	Primavesi (1980a)
1370	1500	1	Primavesi (1980b)
2775	2568	1	Cerqueira & Macedo (1982)
1054	1069	1	Rosolem et alii (1983)
$\bar{M}$ 2136	2207		

trou-se, em média, um aumento de 14,7% em relação à aplicação do nitrogênio no solo.

O sucesso das pulverizações foliares com uréia foi alcançado quando a planta recebeu o adubo no solo, para não limitar o desenvolvimento inicial da cultura. Encontrou-se, em média, um aumento de 14,7% em relação à aplicação do nitrogênio no solo.

Parece que o fósforo pode ser aplicado em aspersão foliar ou como adubação suplementar, via foliar, com efeitos positivos no rendimento do algodoeiro, assim como aplicações de nitrogênio associado ao fósforo, apresentou aumento no rendimento. Já a mistura de nitrogênio, fósforo e potássio, não surtiu nenhum efeito no aumento do rendimento no algodoeiro.

Não foi comprovada a efetividade no rendimento dos sais minerais na adubação foliar do algodoeiro com micro nutrientes.

As aplicações foliares com fertilizantes preparados comercialmente não apresentaram resultados positivos.

REFERÊNCIAS

- ABAEVA, S.S.; STENYSGINA, T.A. ' KHODZHAEV, D.K. The significance of some trace elements for the adaptation of cotton plants to adverse environmental conditions. *Trudy Bot. Inst. Akad. Hank. S.S.S.R.*, 4(19); 1967.
- ABREU, C.A. de. Estado atual da nutrição e adubação foliar no Brasil. Trabalho apresentado à disciplina de Nutrição Mineral de Plantas. Escola Superior de Lavras, MG, 1982. 58p. (mimeogr.).
- ANDERSON, K.L. Effects of nitrogen rate, method of application, leaf type, and row widths on certain characteristics of cotton. *Dissertation Abstracts International* B, 34(12): 5770, 1974. In: *Soils & Fertilizers*, 38(5): 144, 1975.

- ANONIMO. Foliar application of nitrogen to cotton found impractical during fruting period. **Agr. Chemical Avril**, p.27-8 et 105. In: **Coton et Fibr. Trop.** Paris, 17 (3): 507-62, 1962.
- ANTER, F.; RASHEED, M.A.; EL-SALAM, M.A. & METWALLY, A. I. Effect of foliar application of manganese, iron and metallic chelating compounds on fiber quality of cotton plants growing on calcareous soils. **Coton et Fibr. Trop.**, 34(3): 301-4, 1979. In: **Soils & Fertilizers**, 43(9): 854, 1980.
- ASHOUR, N.I. & KHADRAH, S.H.A. A comparative study on some micronutrients fertilizers for cotton plants. Research Centre, Cairo, Egypt. **Agricultural Research Review**, 58(9): 253-65, 1980. In: **Abstracts on Trop. Agricul.**, 10(8): 103, 1985.
- BHATTI, J.G. For rainfed cotton low concentration spray of diammonium phohosphate. **Indian Farming**, 25(3): 20-2, 1975. In: **Field Crop. Abstr.**, England, 29(6): 450 1976.
- BHOJ, R.L.; SINGH, U.S. & SINGH, I.P. Not on the effect foliar spray on nitrogen and phosphorus on american cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Indian J. Agric. Sci.**, New Delhi, 39(2): 178-9, 1960.
- BISWAS, C.R. A note on mode of application of urea to un-irrigated cotton in Sundarban, West Bengal. **Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research**, 22(1): 49-50, 1984. In: **Soils & Fertilizers** 48(9):1103, 1985.
- BLIGH, D.P.; SEDBERRY, J.E. Jr.; PHILLIPS, S.A.; DOLES, B. & WATKINS, B.J. The effect of foliar applications of Zn on the yield and concentrations of various on two soils. Report of Projects - Lousiana Agricultural Experiment Station. Department of Agronomy, 1982. p.6-9 (mimeogr.).

- BODADE, V.N. & MADARIKAR, T.K. Relative efficacy of soil spray application of N and P nutrients of cotton. *Indian Cott. J.*, 19: 368-72, 1965.
- BORODULINA, A.A. & OVCHAROV, K.E. Effect of nicotinic acid on phosphorus uptake by cotton plants. *Soviet Plant Physiol.*, 9: 215-17, 1962.
- BOYTON, D. Nutrition by foliar application. *A. Rev. Pl. Physiol.*, 5: 31-54, 1954.
- BRAUD, M. & RICHEL, F. Sur des pulvérisations foliaires d'urées en culture cotonnière. *Coton et Fibr. Trop.*, Paris, 18(3): 281-3, 1963. In: *Fibre Crops Abstr.*, 17(3): 1964.
- BURKALOV, M. Traitement des feuilles de cotonnier par le phosphore. *Rast Nauk.*, Sofia, 1p. 41-9, 1964. In: *Emp. Cott. Grow Rev.*, 41(4): 313, 1964.
- CAMARGO, P.N. & SILVA, O. Manual de adubação foliar. Ed. Herba Ltda., São Paulo, 1975. 258p.
- CAMPOS, T.G. da S.; CARVALHO, O.S. & RIBEIRO, O.R. **Métodos de aplicação de nitrogênio no algodoeiro**. EMBRAPA-CNP do Algodão, 1987 (Comunicação pessoal).
- CARVALHO, O.S.; SILVA, M.J.; BEZERRA, J.E.S.; SILVA, O. R.R.F. & CAVALCANTI, F.B. Efeito da adubação nitrogenada na cultura do algodoeiro herbáceo em condições irrigadas. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 2, Salvador, BA, 1982. **Resumos dos trabalhos...** Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1982. p.150.
- CARVALHO, O.S.; AZEVEDO, D.M.P.; VIERA, D.J.; CAVALCANTI, F.B.; LAMBERT, F.Z. & SILVA, O.R.R.F.. Aplicação aérea de nitrogênio na cultura do algodão herbáceo. In: Relatório Técnico Anual do CNP do Algodão - 1983/84. Campina Grande, PB. EMBRAPA - CNPA, 1985. p.207-8. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 3., Recife, PE, 1984. **Resumo dos trabalhos...** Campina Grande, PB, EMBRAPA-CNPA, 1984. p.119.

- CARVALHO, O.S.; SILVA, M.J.; CAMPOS, T.G.S.; HOLLANDA, A.F.; CAVALCANTI F.B.; SAUNDERS, L.C.U. & SILVA, O.R.R.F.. Avaliação de diferentes modos de aplicação de nitrogênio no algodoeiro herbáceo em condições irrigadas. In: Relatório Técnico Anual do CNP do Algodão - 1983/84. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPA, 1985. p.209-10. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 3., Recife, PE, 1984. **Resumos dos trabalhos** ... Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPA, 1984. p.125.
- CERQUEIRA, W.P. & MACEDO, A.M. Ensaio preliminar de adubação foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 2, Salvador, BA, 1982. **Resumo dos trabalhos**... Campina Grande, PB, EMBRAPA-CNPA, 1982. p.170.
- CHAMY, A.; KAMALANATHAN, S.; PETER, S.D.; KALIAPPA, R. & JAHANGIR, K.S. Effect of foliar application of nitrogen on Winter Cambodia cotton (*Gossypium hirsutum*). **Madras Agricultural Journal**, 61(8): 536-40, 1974. In: **Soils & Fertilizers**, 39(6): 392, 1976.
- CORRE, H. & THIERRY, D. Essais de pulverisation d'azote sur les fenilles. Secteur d'experimentation de Haute-Volta. Activité de L'J.R.C.T. **Coton et Fibr. Trop.**, 23: 131, 1968.
- DARGAN, K.S. & SINGH, A. Soil and foliar application of fertilizers to cotton. **Indian Cott. Gr. Rev.**, 18: 332-35, 1964.
- DARGAN, K.S. & SAHNI, V.M. Studies on the effect of micronutrients on the yield and economic characters of american cotton. **Indian Cott. J.**, 19: 373-75, 1965.
- DAVTIAN, G.S. Penetration et distribution du phosphore dans les plants de cotonniers et de tomate après pulverisation foliaires. Moskva, Akademis Nauk. S.S.R., p.121-23, 1955. In: **Coton et Fibr. Trop.**, 17: 515, 1962.
- DIAZ-DURAN, A. Respuesta del algodonero a la aspersión foliar de urea. **Acta Agronomica**, 10(1): 41-51, 1960.

- DINIZ, M. S.; BELTRÃO, N.E. M.; VIEIRA, D.J.; NOBREGA, L.B. & AZEVEDO, D.M.P.. Efeito do DAP em aplicação foliar na produtividade do algodoeiro arbóreo precoce. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 4., Belém, PA, 1986. **Resumo dos trabalhos**. Campina Grande, PB. EMBRAPA-CNPA/SAGRI-PA; 1986. p.64.
- DOROFEEFF, A.; FALLIERI, J.; SANTOS, H.L. & MENDES, J.F. Efeito da aplicação de micronutrientes sobre a produção de algodão em solo de cerrado. In: **Relatório do Setor de Algodão da Estação Experimental de Sete Lagoas**. IPEACO. Anos Agrícolas 1967/68 e 1968/69. Sete Lagoas, MG, 1968 e 1969.
- ELGALA, A.M.; EL-LEBOUDI, A. & SAKR, A.A. Growth and nutritional status of cotton plants subjected to foliar spray with certain nutrient solutions. **Agricultural Research Review**, 54(4): 141-52, 1976. In: **Soils & Fertilizers**, 42(1): 59, 1979.
- EL GHARABLY, G.A.; HASSANEIN, H.G. & ABD EL RAZEK, M. Response of cotton to soil and foliar applications of nitrogen and phosphorus. Faculty of Agriculture, Assiut Univ. Assiut, Egypt Research Bulletin, Ain Shams University Faculty of Agriculture (Egypt) n° 1198, 11p., 1979. In: **Abst. on Trop. Agric.**, 6 (8): 101, 1980.
- EL-NAWAWY, A.S.; EL RAHMAN, A. & ASHRY, M.A. Effect of mixtures of a foliar fertilizers and leach of several insecticides on sucking pests and their predators in cotton fields. Department of Plant Protection, Tanta Univ. Kafr el Sheikh, Egypt - Madedelingen Van de Faculteit Landbouwwetenschappen. **Rijksuniversiteit-Geut** (Belgium), 48(1): 117-27, 1983. In: **Abst. on Trop. Agric.**, 9(2): 105, 1983.
- EL-NAWAWY, A.S.; ASHRY, M.A.; ZEIN, A.A.; MASOUD, A.H.; ABD-EL-HAFEZ, A.G. & EL-SAFY, R. Foliar fertilizers, insecticides and their mixtures as protectants of cotton bolls against pink bollworm. Medelingen Van de Faculteit Landbouwwetenschappen. **Rijksuniversiteit Geut** (Belgium), 48(2): 349-57, 1984. In: **Soils & Fertilizers**, 47(7): 856, 1984.

- FERRAZ, C.A.M.; FUZATTO, M.G. & GRIDI-PAPP, I.L. Dados preliminares sobre o emprego de adubos minerais nitrogenados em pulverização foliar no algodoeiro. **Bragantia**, 28: XXXIII-XXVIII, 1969.
- FRAGA, A.C.; RESENDE, E.V.; VON PINHO, R. & GUEDES, G. A.A. Estudo sobre adubação foliar na cultura do algodão. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO 4, Belém, PA, 1987. **Resumos...** Campina Grande, PB, EMBRAPA/CNPA/SAGRI-PA, 1986. p.63.
- FRANCIS, H.J.; RAMANATHAN, K.M.; SUBBIAH, S.; REGURAJ, R. & SOWDAPPAN, S.R. Influence of NPK and Wuxal spray on dry matter yield, nutrient concentration and uptake at different stages of growth of cotton 'MCU-8'. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, 13(1): 22-8, 1979. In: **Soils & Fertilizers**, 43(10): 950, 1980.
- FRYE, A. Manejo del suelo y uso de fertilizantes. In: **Bases Técnicas para el cultivo del algodón**. Federación Nacional de Algodoneros. Bogotá, Colombia, 1977. p.89-153.
- GAREY, C.L. & BARBER, S.A. Evaluation of certain factors involved in increasing manganese availability with sulfur. **Soil Sc. Soc. Amer. Proc.**, 16: 173, 1952.
- GUBAIDULLINA, M. Effect of nitrogen rates on nitrogen and carbohydrate metabolism, wilt infection and yield of different cotton cultivars. Sbornik Nauchbykh Trudov, Andizhanskii Filial Soyuz Nikli, 77-86. In: **Field Crop Abstr.**, 32(3): 221, 1979.
- HALEVY, J. & MARKOVITZ, T. Experiments with foliar fertilizers for cotton. **Hassede**, 58(10): 1957-58, 1978. In: **Soils & Fertilizers**, 32(5): 363, 1979.
- HAMDI, H.; DAMATY, A. & BAKHATI, H. Nutrition by foliar application of cotton. Bull. 185. Beitr. Trop. Landw. in Trop. Vet. Med. Leipzig, 1(1): 53-65, 1963. In: **Field Crop. Abstr.**, 17(54): 1964.

- HARMER, M.P. & SHERMAN, G.D. The effect of manganese on several crops growing on organic soil when applied in solution as a stream or spray on the crop. **Soil Sc. Soc. Amer.Proc.**, 8:334-40, 1943.
- HUERTAS, A.A.G. Respuesta del algodónero a la aspersión foliar de magnésio y elementos menores (B, Mn, Zn, Cu). **Acta Agronomica**, 23(1): 19-35, 1963.
- JUARES-GALIANO, L. Fertilización foliar con uréia en el algodónero. Ministério de Agricultura, S.I.P.A. Lima, Perú, 1961. 6p. (Boletim Técnico nº 19).
- KAMALANATHAN, S.; NARAYANAN, S.S. & MARAPPAN, P.V. The effect of micronutrients on yield and quality of 'MCU-3' cotton. **Madras Agr. F.**, 6(53): 1966. In: **Field Crop Abstracts**, 20(2): 1967.
- KAMAT, V.N.; DUFARE, M.V.; PURANIK, R.B.; KOHADKAR, W.S. & JOSHI, R.P. Effect of foliar application of diammonium phosphate on yield and nutrient uptake of rain fed cotton. **J. Indian Soc. Soil. Sci.**, 31:626-27, 1983.
- KHODZHAEV, D.K.H. Microelements increase cotton yield and resistance to cold. **Khlopkovodstvo**, 1(33), 1968. In: **Field Crop Abstracts**, 21(3): 1968.
- KHODZHAEV, D.K.H.; STESNAYAGINA, T.TA. & DAVRONOY, B. Cotton productivity in relation to trace elements application. **Trudy Samarkandskogo Universiteta**, 372: 39-45, 1978. In: **Field Crop. Abst.**, 34(12):1129, 1981.
- LACA-BUENDIA, J.P. & NEPTUNE, L.A.M. Adubação foliar do algodónero (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC 12), com nitrogênio, fósforo e potássio avaliada pela produção e diagnose foliar. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, 28: 5-30, 1971.
- LACA-BUENDIA, J.P. & OYOLA, J.G. Efecto de las aspersiones foliares en la transpiración del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 4, Lima, Peru, 1971. **Programa y Resúmenes...** Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria, 1971. p.89-90.

- LACA-BUENDIA, J.P. & NEPTUNE, L.A.M. Influência da adubação foliar com NPK, na cultura algodoeira (*G. hirsutum* L. var. 'IAC-12'), sobre a qualidade da fibra da semente. **Anais da ESALQ**, 21: 591-603, 1974.
- LACA-BUENDIA, J.P. Avaliação de adubos foliares no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Triângulo Mineiro. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 1, Londrina, PR, 1980. **Resumo dos trabalhos...** Londrina, PR. IAPAR, 1980, p.86.
- LACA-BUENDIA, J.P. Aplicação foliar de aminon-25 na cultura algodoeira. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 4., Belém, PA, 1986. **Resumos...** Campina Grande, PB, EMBRAPA-CNPA/SAGRI-PA, 1986. p.63.
- LANCASTER, J.D. & SAVATLI, Z.A. **Foliar application of phosphorus for cotton**. Miss. Agric. Exp. St., Mississippi, 1965. 10p. (Bull., 708).
- LESSMAN, G.M. & McCUTCHEN, T.C. Foliar fertilization of cotton. **Tennessee Farm and Home Science**, 122: 7-8, 1982. In: **Soils & Fertilizers**, 47(12): 34, 1984.
- MACCHIAVELLO, J.M. & ESTRADA, A.J. Ensayo de aplicación foliar de fertilizantes fosforados en socas de algodón. **Agronomia**, Lima, 29(1): 36-7, 1962.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro. In: **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas**. São Paulo, Editora Pioneira, 1974. p. 179-201.
- MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. Adubos e Adubação. 3a. edição, Editora Agronômica Ceres Ltda. S. Paulo, 1981, 596p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Editora Agronômica Ceres Ltda., 1980. 251p.
- MANGUEIRA, O.B. & BRITO, P.R.F. de. Experimento de adubação foliar no algodoeiro Mocô. In: **Relatório Técnico nº 25**. Exercício 1973/74. Melhoramento e Experimentação do Algodoeiro Arbóreo Mocô. Convênio IPA/SUDENE. Recife, PE, 1975. p.39-41.

- MATHUR, B.N.; AGRAWAL, N.K. & SINGH, V.S. Effect of soil versus foliar application of urea on the yield of american cotton variety '320F'. *The Indian J. Agric. Sci.*, **38**: 811-15, 1968.
- MENDES, H.C. Nutrição do algodoeiro. II. Absorção mineral por plantas cultivadas em solução nutritiva. *Bragantia*, **19**: 435, 1960.
- MENIANATO, R.O. Estudio preliminar sobre los factores influyentes en la absorción aérea y transporte de elementos nutritivos. *Bonplandia*, **1**(1): 21-37, 1960.
- MOURSI, M.A.; EL GAWAD, A.A.A. & ASHOUP, N.I. Effect of foliar versus soil application of nitrogen on growth, minerals content and yield of cotton in two Egyptian soil types. Faculty of Agriculture, Ain Shams Univ., Cairo, Egypt. *Agricultural Research Review*, **58** (9): 239-51, 1980. In: Abstracts on Tropical Agriculture, **10**(8): 102, 1985.
- MURPHY, L.S. & WALSH, L.M. Correction of micronutrients deficiencies with fertilizers. In: Micronutrients in Agriculture. In: **Symposium held at Musche Shoals**. Alabama, 1971. **Proceedings...** Tenesse Valley Auhtority and the soil science Society of America. Ed. Commuttee J.J. Mortevedt, Ch., Hiordano, P.M. & Lindsay, W. L. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 1972. p.347-87.
- NAIME, J.F. & REIS, M.S. Efeitos da adubação foliar com "Wuxal" (adubo foliar com NPK, na proporção 9-9-7, micronutrientes, fitohormônios e vitamina B₁) na produção no algodão. CEPET-U.F.W Capinópolis, MG, 1973. 2p. (mimeogr.).
- OOSTERHUIS, D.M. & VENTER, L.A. Foliar fertilizer screening trials. In: *Field Crop Abstr.*, **31**(12): 18-9, 1978.

- PASSOS, S.M. de G. Adubação foliar. In: **Algodão**. Campinas, S.P. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. p.184-85.
- PHILLIPS, S.A.; BARTLESON, J. & BRUPBACKER, B. Foliar feeding and soil and petiole analysis to determine optimum nitrogen requirements for the cotton plant. Macon Ridge Branch Sta., Winsboro, Louisiana, USA., 112 14p. s.d. Ind. Field Crop Abstracts, 34(8): 6775-1981.
- PURCINO, A.A.C.; LACA-BUENDIA, J.P. & PENNA, J.C.V. Adubação foliar com NPK na cultura algodoeira (*Gossypium hirsutum* L.) em Minas Gerais. In: PROJETO ALGODÃO; relatório 73/74, Belo Horizonte, MG, EPAMIG, 1975. p.170-8.
- PRIMAVESI, O. & COSTA, D. Adubação foliar. Um estímulo à produção agrícola. Nitrofoska foliar -nitrofoliar. Basf, s.d., 16p.
- PRIMAVESI, O. Resultados de nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1, Botucatu, SP, 1980. **Anais...** Botucatu, SP. FEPAF, 1981. p.73-95.
- RAMANATHAPILLAI, O.; SIVASUBRAMENIAN, V.; SRINIVANSAN, S. & JANAGARAJAN, A. Effect of foliar fertilization on yield and quality of rainfed Cambodia cotton. **Fertilizer News**, 20(8): 27-8, 1975.
- RIVERO, J.M. Los estados de carencia en los agrios. 2ª ed. Madrid, M ndi-Prensa, 1968. 551p.
- ROLAND, C.D. Effect of CCC, light intensity and nitrogen rate on cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Dissertation Abstracts Internation**, B. 34(10): 4790, 1974. In: Field Crop Abstr., 29(1): 41, 1971.

- ROSOLEM, C.A. & MACHADO, J.R. Adubação foliar do algodoeiro. I - Efeitos de duas formulações comerciais e micronutrientes. **Revista de Agricultura**, 55(4): 255-61, 1980.
- ROSOLEM, C.A.; SILVERIO, J.C.O. & MACHADO, J.R. Adubação foliar do algodoeiro. II. Efeitos de NPK e micronutrientes em função do preparo do solo. **Revista de Agricultura**, 58(1/2): 37-44, 1983.
- ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, D.F. **Anais ...** Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984. p.419-49 (EMBRAPA DEP. Documentos, 14).
- SATTAROV, K.H. Determination of potassium requirements of cotton at different developmental stage. *Nauchnye Trudy Tashkeutskii Sel'skohozyaistvennyi Institut* 53: 148-57, 1976. In: *Soil & Fertilizers*, 42(9):602, 1979.
- SEMENT, G. Pulvérisation d'urcé sur les fenille. Section d'Agronomie générale. Station de Kogoni. *Activité de L'J.R.C.T. Coton et Fibr. Trop.*, 22: 75, 1967.
- SHETA, I.B. & MOURAD, M.G. Effect of some foliar treatments on cotton bollworms infestation. Faculty of Agriculture, Minia Univ., Minia Egypt - Research Bulletin - Faculty of Agriculture, Ain Shams University (Egypt) nº 1961, 10p., 1982. In: **Abstracts on Tropical Agriculture**, 9(6): 115, 1983.
- SILVA, N.M.. Estudo comparativo da adubação foliar com a convencional do algodoeiro. **Bragantia**, 28 (5): 47-64, 1969.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; SABINO, J.C.; SABINO, N. P. & HIROCE, R. Modos de aplicação de adubos no algodoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 2, Salvador, BA, 1982. **Resumo dos trabalhos...** Campina Grande, PB, EMBRAPA-CNPA, 1982. p.161.

- SILVA, O. Importância dos micronutrientes. *Agroquímica. Ciba-Geigy*, (7): 18-23, 1977.
- SITARAM, M.S. & ABRAHAM, E.S. Effect of foliar application of fertilizers on the fibre quality of "Laxmi" cotton. *Indian J. Agric. Sci.*, 40(9): 772-75, 1970.
- SOUZA, A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do. Efeito do NPK, via foliar, no crescimento de órgãos do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Cienc. Prát.*, 4(2): 138-50, 1980.
- SUNDERMAN, H.D.; ONKEN, A.B. & JONES, R. Effect of foliar-applied manganese on maturity, quality and yield. In: **Results of Cooperative Fertilizer Research on the Southern High Plains**. Texas A&M University / Agricultural Research and Extensão Center at Lubbock, Texas, 1969a. p.16-8 (mimeogr.).
- SUNDERMAN, H.D.; ONKEN, A.B. & JONES, R. Surfactant source and concentration study - Midland Country. In: **Results of Cooperative Fertilizer Research on the Southern High Plains**. Texas A&M University / Agricultural Research and Extensão Center at Lubbock, Texas, 1969b. p.18-9 (mimeogr.).
- SURIYAPAN, N. & LIMSMUTCHAIPHORN, P. Foliar application of nitrogen in cotton. *The Journal of Agricultural Science*, 10(3): 131-4, 1977. In: *Field Crop Abstr.*, 31(9): 586, 1978.
- SRINIVASAN, T.R.; IRUTHAYARAJ, M.R.; ARUNACHALAM, N.; RANGASAMY, A. & JAGANNATHAN, N. Note on response of cotton to foliar application of nitrogen. *Indian Journal of Agricultural Research*, 11(4): 257-58, 1977. In: *Soils & Fertilizers*, 42(9): 602, 1979.
- TRANI, P.E.; HIROCE, R.; JUNIOR, R.B.; THOMAZIELLO, R.A.; OLIVEIRA, E.G. de; TOLEDO FILHO, J.A. de; CAMPOS, J. S. de; NEGRI, J.D. de; PRATES, H.S. & DIAS, C.A. de C. **Análise química e adubação foliar**, CATI, 1979. 32p. (Boletim Técnico, 110).

- TRANI, P.E. Adubação foliar. *Casa da Agricultura*, 3(3): 18-24, 1981.
- TOOMEY, W.C. The Troubleshooter. *Cotton*. Meister Publishing Cia, Willough, Ohio, 3: 28, 1967.
- TROCME, S. & GRAS, R. **Suelo y fertilización en Fruticultura**. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 1966. 364p.
- VARMA, S.K. Nitrogen content in relation to abscission and effect of spraying urea singly and in combination with zinc sulphate on the abscission of flower buds and bolls of cotton. *Indian Journal of Plant Physiology*, 21(2): 176-80, 1978. In: *Soils & Fertilizers*, 42(12): 872, 1979.
- VELEZ, D.A. El abonamiento en el cultivo del algodónero. In: **Curso de reactualización del cultivo del algodónero**. Lambayeque, Peru, 1980. FUNDEAL/Comite de productores de Algodón/ORDELAM. Lambayeque, Peru. Ministerio de Agricultura, Region Agriaria II, 1981. p.117-23.
- VERNA, S.S. & SAHNNI, V.M. Effect of foliar application of nutrients on the yields of cotton. *Indian Cott. Gr. Rev.*, 17: 247-48, 1963.
- WITTWER, S.H. Foliar absorption of plant nutrients. *Advancing Frontiers of Plant Sciences*, 8: 161-82, 1961.
- WITTWER, S.H.; BUKOVAC, M.J. & TUKEY, H.B. Advance in foliar feeding of fertilizer materials to plants. *Indian Agric. Chem.*, 17(7): 20-2, 1962.

ADUBAÇÃO FOLIAR DO FEIJOEIRO

C.A. Rosolem¹
A.E. Boaretto¹

1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista de adubação em geral o feijoeiro é uma planta que apresenta particularidades muito importantes como: ciclo curto e sistema radicular pouco profundo.

As variedades de feijoeiro cultivadas no Centro Sul do Brasil apresentam em geral ciclo de 90 a 100 dias, sendo que a máxima acumulação de matéria seca ocorre ao redor de 50 a 60 dias, assim como a máxima quantidade da maioria dos nutrientes na planta é atingida nessa época (GALLO & MIYASAKA, 1961; HAAG *et alii*, 1967; COBRA NETO *et alii*, 1971).

2. NUTRIÇÃO MINERAL

A máxima velocidade de absorção de N pelo feijoeiro ocorre durante o florescimento, atingindo de 2,0 a 2,5 kg/ha/dia para produções pouco acima de 1000 kg/ha. A partir do florescimento existe migração do N das folhas

¹ Faculdade de Ciências Agronômicas-UNESP (Bolsista CNPq)
18.600 - Botucatu, SP.

para os grãos, mas ainda existe absorção do N do solo, que se dirige também para os grãos (ROSOLEM, 1987). De fato, MACHADO et alii (1982a) e ROSOLEM et alii (1982) observaram aumentos no peso de 100 grãos de feijão quando aplicaram N via foliar após o florescimento da cultura. ROSOLEM (1987) estimou que apenas 40% do N dos grãos de feijão teriam sido previamente acumulados na planta, assim os outros 60% dependeriam de absorção tardia do nutriente.

O padrão de absorção de fósforo pelo feijoeiro é muito semelhante ao do N, chegando a 0,2 a 0,3 kg de P/ha/dia. Apesar da planta apresentar absorção de P até o final do ciclo, a partir do florescimento há migração do P das folhas para as vagens, embora ROSOLEM (1987) tenha estimado que esta fonte de P contribuiria com apenas 15% do P do grão, havendo necessidade de um suprimento contínuo de P ao feijoeiro.

Com relação à adubação potássica, o feijoeiro apresenta dois períodos de demanda acentuada, ou seja: na diferenciação dos botões florais, com a média de 1,7 kg 7/ha/dia, e final de florescimento - formação de vagens, com a média de 3,3 kg K/dia. Uma vez que o K absorvido até esta época vai praticamente todo para as folhas e que a absorção até o final do ciclo é insignificante, praticamente todo o K contido nos grãos de feijão é remobilizado a partir das folhas da planta (ROSOLEM, 1987).

Com relação ao cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes são poucos os dados disponíveis. Destes, vale a discussão da nutrição cálcica, em razão da polêmica a respeito da adubação foliar com Ca. A absorção de Ca pelo feijoeiro é máxima desde antes do florescimento (botões florais visíveis), até o final do florescimento, correspondendo a aproximadamente 1,5 kg Ca/ha/dia, nesta época (ROSOLEM, 1987). Praticamente todo o Ca é absorvido até o final do florescimento e a translocação do nutriente para os grãos é muito pequena.

3. SISTEMA RADICULAR

Embora o sistema radicular do feijoeiro atinja até 1,00 m de profundidade (INFORZATO & MIYASAKA, 1963), mais de 90% do mesmo encontra-se na profundidade de até 50cm, zona coincidente com a região mais ativa em termos de absorção de nutrientes (ROVIRA, 1975).

4. ADUBAÇÃO FOLIAR

Na Tabela 1, encontra-se um quadro comparativo das quantidades de nutrientes absorvidos e exportados pelo feijoeiro e pela soja. Embora tais números reflitam médias de condições completamente diferentes e existam variações intra específicas importantes, pode-se pela referida tabela concluir que tanto as exigências como as exportações de nutrientes pelo feijoeiro são maiores do que as da soja.

Tabela 1. Quadro comparativo de exigências e exportações de nutrientes pela soja e feijão, para cada tonelada de grãos produzida.

Nutriente	Exigência (kg/ha)		Exportação (kg/ha)	
	Soja	Feijão	Soja	Feijão
N	81	153	65	84
P	6	23	5	12
K	27	127	16	36
Ca	17	54	3	6
Mg	11	18	2	3
S	3	25	2	10

Tal figura fica agravada pelos seguintes fatos:

1. O sistema radicular do feijoeiro pode chegar a, no máximo 50% do da soja;
2. O ciclo biológico do feijoeiro é mais curto que o da soja.

Desta forma, explorando um volume de solo muito menor durante menos tempo o sistema radicular do feijoeiro precisa atender a uma demanda maior em nutrientes que o sistema radicular da soja.

Evidentemente existem fatores tais como a produtividade, taxa de transpiração e outros que influenciam na eficiência do sistema, mas mesmo assim o feijoeiro estará mais sujeito e sofrerá maiores consequências de qualquer tipo e nível de "stress" que a cultura da soja.

Desta forma explica-se algumas respostas do feijoeiro à adubação foliar que tem sido obtidas.

Em termos de aproveitamento do nutrientes aplicados e eficiência de sua utilização pelo feijoeiro, a adubação foliar é muito superior à adubação tradicional via solo (Tabela 2), embora seja praticamente impossível aplicar todo o nutriente necessário pela via foliar. No caso do feijoeiro a utilização da adubação foliar como complemento à adubação tradicional deve ser melhor estudada, em função das características da planta discutidas anteriormente.

Algum esforço foi feito no sentido de substituir a cobertura nitrogenada, ou pelo menos complementá-la na cultura do feijoeiro, buscando principalmente economia de fertilizantes e/ou aumento na produtividade. Neste sentido, muito importante é a definição da época de aplicação do adubo foliar. MACHADO *et alii* (1982a) determinaram que 2 aplicações de N aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas, ou seja, início de florescimento e 15 dias após, proporcionarem maior produtividade do feijoeiro cultivado tanto na época da seca como das águas, em presença de adubação completa via solo (Fig. 1). No

Tabela 2. Eficiência de adubação foliar em feijoeiro (M_A LAVOLTA, 1985).

Tratamento	kg/ha	kg feijão
		kg nutriente
Controle	1078	-
Adubação foliar	1461	292
Adubação do solo	1917	13

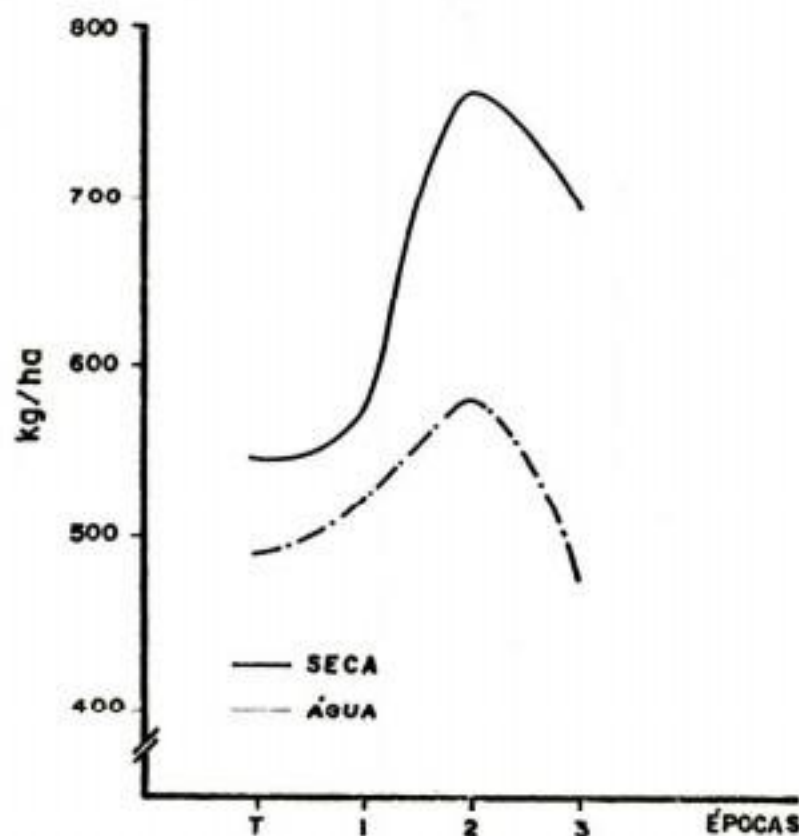


Figura 1. Efeito de épocas de adubação foliar com Nitrogênio na produtividade do feijoeiro. (T. sem N foliar; 1. aplicações aos 15 e 30 dias; 2. aplicações aos 30 e 45 dias e 3. aplicações aos 45 e 60 dias).

caso deste experimento, um dos fatores que determinaram a maior produtividade foi o número de grãos desenvolvidos por planta (Fig. 2), como consequência da melhor nutrição nitrogenada. A aplicação tardia de N pode levar a um maior peso de 100 sementes, mas este incremento muitas vezes não é suficientemente grande para modificar significativamente a produção final (MACHADO *et alii*, 1982a). Entretanto é importante ressaltar que MACHADO *et alii* (1982b), trabalhando em um solo de alta fertilidade, com produção média do ensaio acima de 1.500 kg/ha não conseguiram o mesmo efeito de épocas de aplicação de Nitrogênio.

Existe potencial para que talvez a adubação em cobertura no feijoeiro possa ser feita via foliar, associada ou não à adubação tradicional (MIYASAKA *et alii*, 1963;

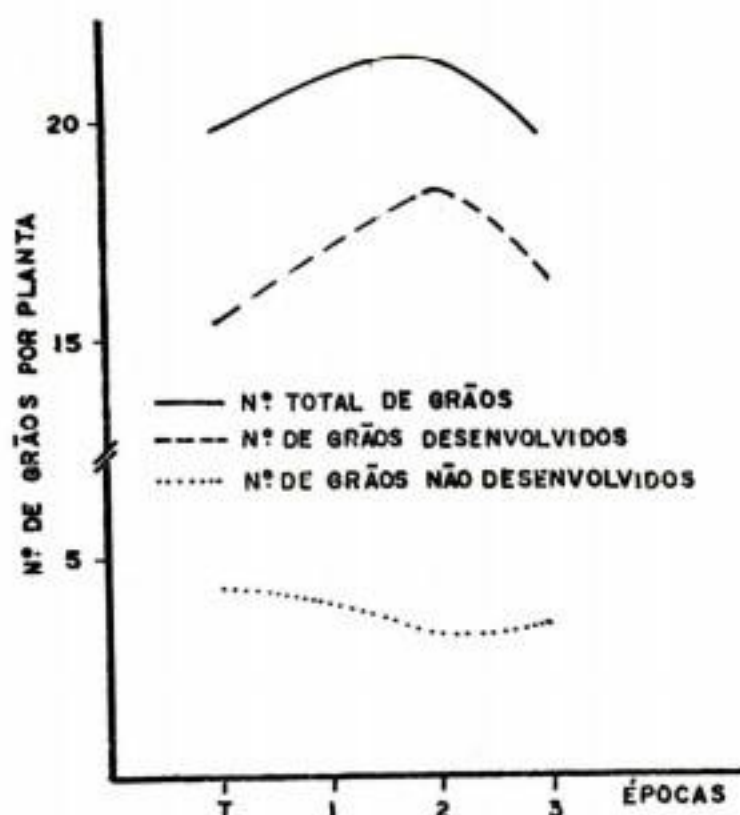


Figura 2. Efeito de épocas de aplicação de N sobre o número de grãos por planta de feijão.

PARRA & VOSS, 1979; ROSOLEM *et alii*, 1982), mas é necessário que se conheça melhor em que condições a prática seria viável. ROSOLEM *et alii* (1982) conseguiram bons resultados quando associaram a adubação foliar nitrogenada à adubação tradicional, mas na época da seca a reação da planta foi diferente daquela obtida na safra das águas (Fig. 3).

Com relação à aplicação de fórmulas completas (NPK) BULISANI *et alii* (1973) relatam que obtiveram aumentos de produção de 18 a 35% com adubação foliar, dependendo do produto utilizado, da dosagem e da presença ou ausência de adubação mineral no solo. Os tratamentos que receberam adubação no solo produziram mais do que aqueles que receberam adubos apenas pelas folhas e a resposta ao adubo foliar foi menor quando em presença de adubação no solo.

No Paraná, segundo PARRA & VOSS (1979) verificou-se que a adubação foliar com NPK proporcionou aumento de produção apenas na ausência de adubação mineral básica no solo.

A aplicação de NPKS pode elevar a taxa fotossintética do feijoeiro associada à senescência, mas um teor excessivo de nutrientes pode levar a uma senescência precoce das folhas (NEUMANN & GISKIN, 1979). Assim, uma ou duas pulverizações com concentração elevada em NPKS pode aumentar a produtividade, mas um nível supra-ótimo de nutrientes terá como consequência produções menores.

MURAOKA & NEPTUNE (1977a, b) estudando o efeito de adubações foliares do feijoeiro com NPKS, durante o período de enchimento dos grãos, relatam que quando utilizaram Nitrato de Amônio como fonte de N houve queima excessiva das folhas, prejudicando a produção, mas quando a fonte de N utilizada foi a uréia não ocorreram sintomas severos de fitotoxidez até uma concentração de 10%, quando a aplicação foi feita de manhã bem cedo. Os mesmos autores (1980a) conseguiram apenas uma tendência de aumento na produtividade quando repetiram o 1º ensaio utilizando uréia como fonte de N, com aplicação no início

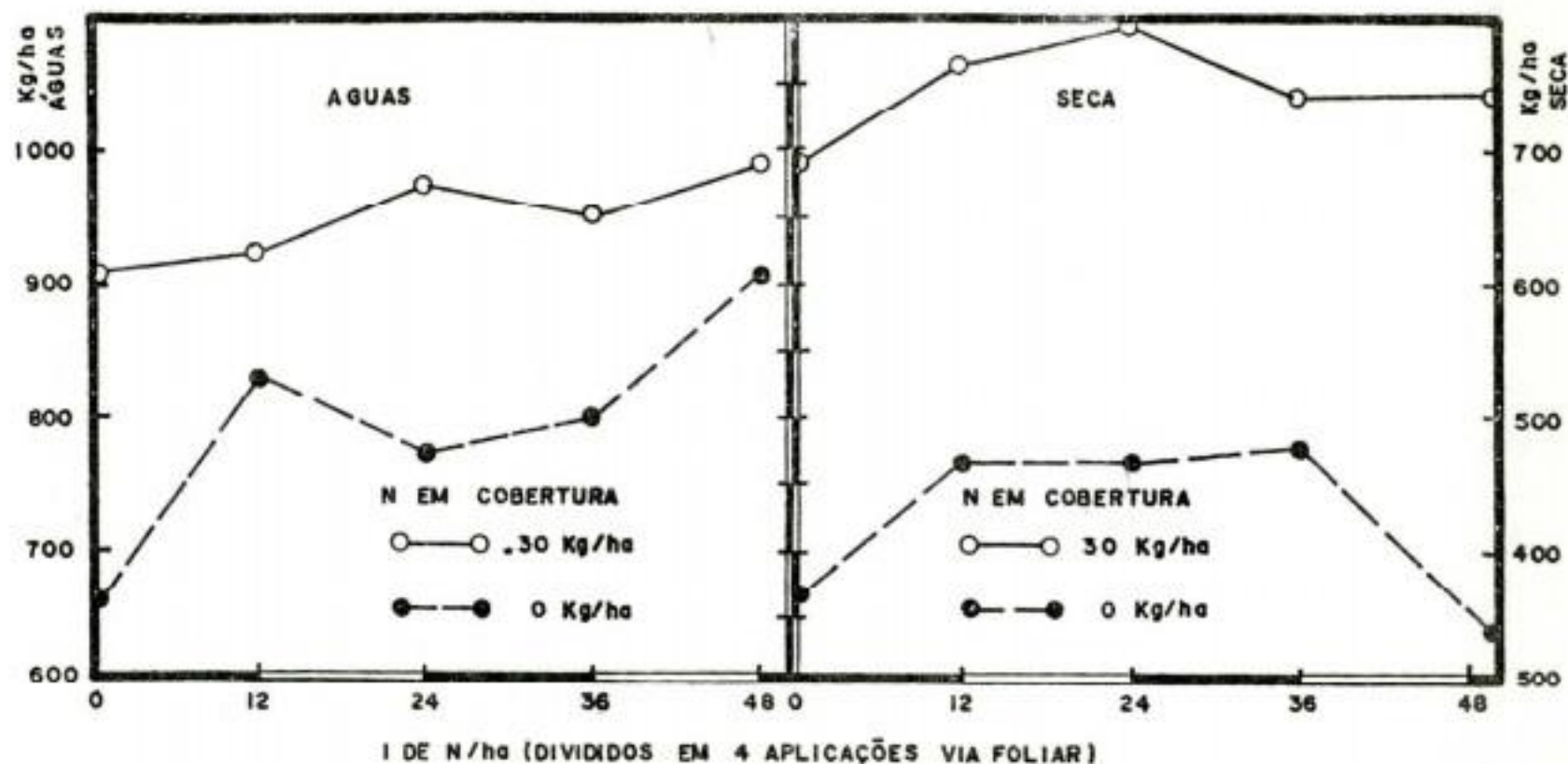


Figura 3. Efeito de adubação foliar com Nitrogênio em feijoeiro na presença ou ausência de adubação em cobertura via solo.

da formação dos grãos e 10 dias após. Entretanto quando aplicaram os adubos no início do florescimento e 10 dias após, observaram aumentos consideráveis nas produções com aplicação das seguintes soluções: polifosfato de potássio, superfosfato triplo e Yogen (MURAOKA & NEPTUNE, 1980b).

Ainda considerando o uso de fórmulas NPKS, ROSOLEM *et alii* (1983a, 1983b); obtiveram resposta linear do feijoeiro quando aplicaram a fórmula 10-1 - 10-2 na época de crescimento vegetativo, associada à aplicação de 5-1-5-2 na época do florescimento, indicando potencial para a utilização de fórmulas deste tipo (Fig. 4).

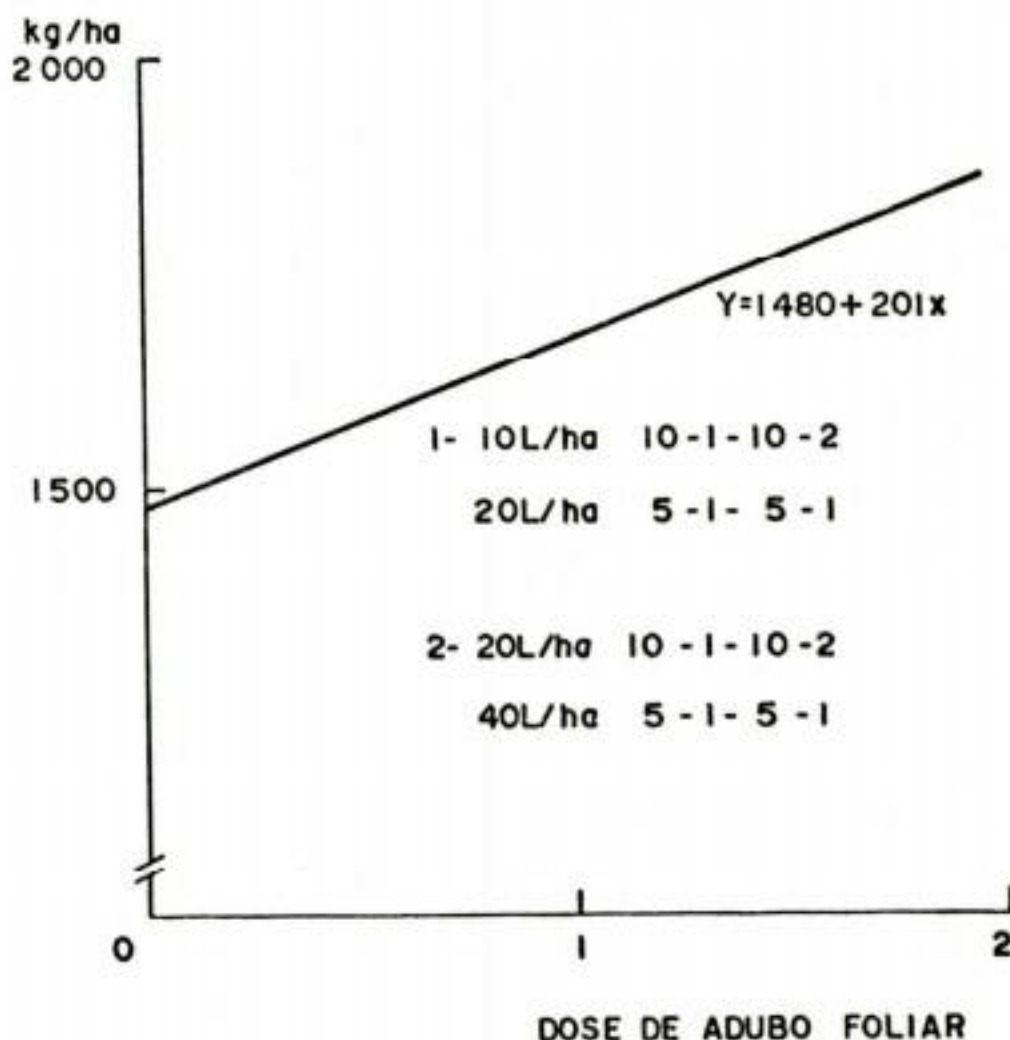


Figura 4. Efeito de adubação foliar com NPKS na cultura do feijoeiro.

As aplicações até a época do florescimento podem provocar aumento no número de grãos por vagem e número de vagens por planta, assim como pequeno aumento no peso de 100 grãos, ao passo que adubações posteriores têm potencial para aumentar o peso de 100 grãos. Entretanto é importante mencionar que estes incrementos foram pequenos, e nem sempre se conseguiu significância estatística das diferenças observadas experimentalmente.

A aplicação de quantidades consideráveis de Nitrogênio via foliar pode esbarrar no problema de ocorrência de fitotoxidez, que poderá ser minimizado com a escolha correta do volume de calda e bico, assim como horário de aplicação e fonte de nutriente.

Volumes de aplicação da ordem de 50 l/ha (bico x 2, 40 l/pol²) levam a significativas perdas por deriva, ao passo que 200 l/ha (bico x 4, 40 lb/pol²) causou escorrimento. Assim volumes da ordem de 100 l/ha (bico x 4, 40 lb/pol²) oferecem melhores resultados (ROSOLEM & MACHADO, 1983).

Dentre as fontes de N, a que mais causa fitotoxidez é o Nitrato de Amônio, que não deve ser aplicado a concentrações maiores do que 3%. A uréia pode ser empregada até a concentração de 10% independentemente das condições ambientais, e de até 20% em aplicações feitas no começo da manhã (BOARETTO *et alii*, 1985; MURAOKA & NEPTUNE, 1977). Na condições extremas aparecem sintomas reversíveis de fitotoxidez.

Com relação à adubação foliar com outros nutrientes, a pesquisa carece de dados mais completos. No caso específico do cálcio, BOARETTO *et alii* (1983) verificou que o nutriente (na forma de cloreto de cálcio) é rapidamente absorvido pelo feijoeiro, mas até 15 dias após a aplicação não havia se translocado para outras partes das plantas.

A adição de Ca, à formula NPKS levou a um aumento na concentração de NPK nos grãos de feijão, mas neste caso a produtividade foi bem menor, e a principal con-

tribuição do Sulfato de cálcio foi aumentar o stress salino, a senescência e a exportação de nutrientes das folhas (NEUMANN & GISKIM, 1979).

Em condição de campo BOARETTO *et alii* (1987) não encontraram resposta do feijoeiro a cálcio quelatizado ou adubação foliar completa.

Foi ainda aventada a possibilidade de adubações foliares com Ca melhorarem a qualidade fisiológica das sementes, mas a hipótese não foi confirmada por BOARETTO *et alii* (1987).

CONCLUSÃO

Embora o estudo da nutrição mineral, fisiologia e morfologia do feijoeiro indique que existe um potencial grande para resposta à adubação foliar, os resultados obtidos pela pesquisa têm sido inconclusivos, pois ao lado de respostas animadoras aparecem resultados que desaconselham a utilização da prática como recomendação rotineira.

Dependendo de estudos que confirmem as tendências observadas parece existir potencial para a utilização de N e de fórmulas NPKS na cultura do feijoeiro com possibilidade de se obter economia de fertilizante e/ou maior produtividade.

LITERATURA CITADA

- BOARETTO, A.E.; C. DAGHLIAN, T. MURAOKA; A.P. CRUZ. Absorção foliar e translocação de cálcio (^{45}Ca) pelo feijoeiro. Jornada Científica do Campus de Botucatu, XII. p. 50. 1983.

BOARETTO, A.E.; C. DAGHLIAN, T. MURAOKA; A.P. CRUZ. Adubação foliar do feijoeiro: fontes de N, concentração da solução e horário de aplicação. **Rev. de Agricultura**, 60(2): 117-123. 1985.

BOARETTO, A.E.; J.R.P. SOUZA de; J. NAKAGAWA. Adubação foliar com EDTA-Ca e/ou adubo completo em feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21º, Campinas, SBCS. **Programa e Resumos**, SBCS, Campinas, 1987. p. 176. (Resumo 201).

BULISANI, E.A.; L. D'A ALMEIDA; J.D. DEMATTE. Observações preliminares sobre a adubação foliar em feijoeiro. I. **Bragantia**, 32: XIII, Nota nº 3; 1973.

COBRA NETO, A.; W.R. ACCORSI; E. MALAVOLTA. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro. **Anais da ESALQ**, 28: 257-74. 1971.

GALLO, J.R.; S. MIYASAKA. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, do florescimento à maturação. **Bragantia**, 20: 867-884. 1961.

HAAG, H.P.; E. MALAVOLTA; H. GARGANTINI; H. GARCIA BLANCO. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, 26: 381-392. 1967.

INFORZATO, R.; S. MIYASAKA. Sistema radicular do feijoeiro em dois solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, 22: 477-482. 1963.

MACHADO, J.R.; C.A. ROSOLEM; J.J. BALDUCCI Jr.; J. NAKAGAWA. Adubação foliar do feijoeiro: I. Estudos de épocas de aplicação de nitrogênio. **Turrialba**, 32: 417-421. 1982a.

MACHADO; J.R.; C.A. ROSOLEM & NAKAGAWA. Adubação foliar do feijoeiro: V. Estudo de doses e épocas de aplicação de adubo nitrogenado. In: RENAFE, 1ª, EMBRAPA. **Anais**, EMBRAPA, 1982b. p. 196-198.

- MALAVOLTA, E. Foliar fertilization in Brazil. Present and perspectives. In: ALEXANDER, A., ed., Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht. 1985. p. 170-192.
- MIYASAKA, S.; E.S. FREIRE; H.A.A. MASCARENHAS. Modo e época de aplicação de N na cultura do feijoeiro. **Bragantia**, 22: 511-519. 1963.
- MURAOKA, T. e A.M.L. NEPTUNE. Effect of day time on foliar spraying of several levels of nitrogen fertilizer, NPKS solutions and its components on common bean leaves. **Anais da ESALQ**, 34: 493-496. 1977a.
- MURAOKA, T. & A.M.L. NEPTUNE. Effects of foliar fertilizations of common bean during the seed-filling stage. **Anais da ESALQ**, 34: 551-564. 1977b.
- MURAOKA, T. & A.M.L. NEPTUNE. Adubação foliar de feijoeiro no estágio de formação de grãos. Anais do 1º Simpósio de Adubação Foliar, Botucatu, p. 118. 1980a.
- MURAOKA, T. & A.M.L. NEPTUNE. Efeito da aplicação foliar de polifosfato, superfosfato, uréia e yogen na produção do feijoeiro. Anais do 1º Simpósio de Adubação Foliar, Botucatu, p. 120. 1980b.
- NEUMANN, P.M. & GISKIM, M. Late season foliar fertilization of beans with NPKS: Effects of cytokinins, calcium and spray frequency. *Comm. Soil Sci. Plant. Anal.*, 10: 579-589, 1979.
- PARRA, M.S. & M. VOSS. Adubação do feijoeiro no Paraná. In: MANUAL AGROPECUARIO DO PARANÁ. IAPAR. 1979.
- ROSOLEM, C.A.; J.R. MACHADO; J.J. BALDUCCI Jr. & L.T. HING. Adubação foliar do feijoeiro: II. Efeitos do nitrogênio com e sem cobertura nitrogenada. **Turrialba**, 32: 423-428. 1982.

ROSOLEM, C.A.; J.R. MACHADO & R.A.D. KANTAK. Adubação foliar do feijoeiro. IV. Efeitos de doses e épocas de aplicação de NPKS. **Revista de Agricultura**, 58 (4): 305-314. 1983a.

ROSOLEM, C.A.; J.R. MACHADO & J.C.O. SILVERIO. Adubação foliar do feijoeiro. VI. Efeitos de NPKS e de uma fórmula comercial. **Jornada Científica do Campus de Botucatu**, XII. p. 51. 1983b.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Potafos, Piracicaba, 1987. (Boletim Técnico, nº 8, no prelo).

ROVIRA, L.A.A. Estudo do sistema radicular do feijoeiro cv. Carioca. ESALQ/USP. Piracicaba, 1975. (Tese de Doutorado).

ADUBAÇÃO FOLIAR EM SOJA

Ciro Antonio Rosolem¹
Antonio Eneidi Boaretto¹

1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser uma cultura muito eficiente em absorver e utilizar os nutrientes contidos no solo, a soja é uma cultura exigente em termos nutricionais (ROSOLEM, 1982). Na tabela 1 estão relacionadas as quantidades de nutrientes exigidos pela planta, e mais importante que isso, as quantidades exportadas em cada tonelada de grãos produzida. De acordo com a referida tabela os nutrientes exportados em maior proporção (mais de 50% do absorvido) são: N, P, K, S, Cu e Mo, embora as quantidades absorvidas de alguns destes não sejam grandes.

Ainda de acordo com a compilação feita por ROSOLEM (1982) as épocas em que os macronutrientes são absorvidos em maior quantidade, ou seja, as épocas em que a exigência da planta em termos de nutriente disponível é maior, são as relacionadas na tabela 2.

Embora as maiores velocidades de absorção aconteçam durante o florescimento e início de enchimento dos grãos, para a maioria dos macronutrientes as maiores quantidades são absorvidas após o florescimento. Este fato,

¹ Professor adjunto, F.C.A./UNESP. Pesquisador do CNPq.
18.600 - Botucatu, SP.

Tabela 1. Quantidades de nutrientes exigidos e exportados por uma produção de 1.000 kg de grãos de soja (exclusive raízes), c.v. Santa Rosa.

MACRONUTRIENTES (kg)			
Nutriente	Exigência	Exportado	% Exportado
N	81,3	64,6	79
P	6,2	4,6	74
K	27,2	16,4	60
Ca	17,0	2,9	17
Mg	11,0	2,3	21
S	2,1	1,7	81
MICRONUTRIENTES (g)			
Nutriente	Exigência	Exportado	% Exportado
B	39	16	41
Cl	578	266	46
Cu	25	16	64
Fe	366	110	30
Mn	90	33	37
Mo	7	6	86

aliado à alta taxa de translocação que se observa na planta nesta época tem gerado as maiores discussões à respeito da adubação foliar em soja, muitas vezes relegando-se a um segundo plano a capacidade do solo em fornecer nutrientes, e ainda o grande volume que o sistema radicular deve apresentar nesta época.

Para que a adubação foliar possa ser recomendada é necessário que pelo menos duas condições sejam satisfeitas:

1. efetividade
2. economicidade

Tabela 2. Épocas em que a velocidade de absorção de nutrientes pela soja é máxima.

Nutriente	Kg/ha-dia	Época	% Absorvido após R ₁
N	3 a 7	R ₁ a R ₅	mais de 50
P	0,2 a 0,4	V ₄ a R ₆	60
K	1,2 a 4,6	30 dias procedentes a R ₁	40
Ca	0,9	R ₁ a R ₅	50
Mg	0,4	R ₁ a R ₅	60
S	0,1	R ₁ a R ₅	75

Ou seja, são necessários resultados positivos em termos de produtividade e/ou economia. Neste capítulo são discutidas as condições em que a prática pode ou não ser efetiva para cada um dos nutrientes.

2. NITROGÊNIO

O período crítico da nutrição nitrogenada da soja ocorre desde a formação dos primórdios das flores até de pois do florescimento. Níveis adequados de N na planta nesta época são necessários para que haja boa retenção de flores e bom desenvolvimento da área foliar, proporcionando alta produtividade.

Após R₅ a atividade metabólica da planta entra em declínio, com a translocação do N das folhas para os grãos, havendo diminuição na taxa fotossintética (VASILAS et alii, 1980; OGIMA et alii, 1965). Assim a reposição do N nas folhas poderia mantê-las fotossinteticamente ativas por mais tempo com reflexos na produtividade. Neste sentido, o trabalho de VASILAS et alii (1980)

é didático (Figura 1). Os autores recuperaram na planta 70% do N aplicado, e 95% do N absorvido pela soja entre R₅ e R₇ foram para os grãos, o que concorda com os números apresentados na Tabela 2. Neste caso foi observado aumento na produtividade.

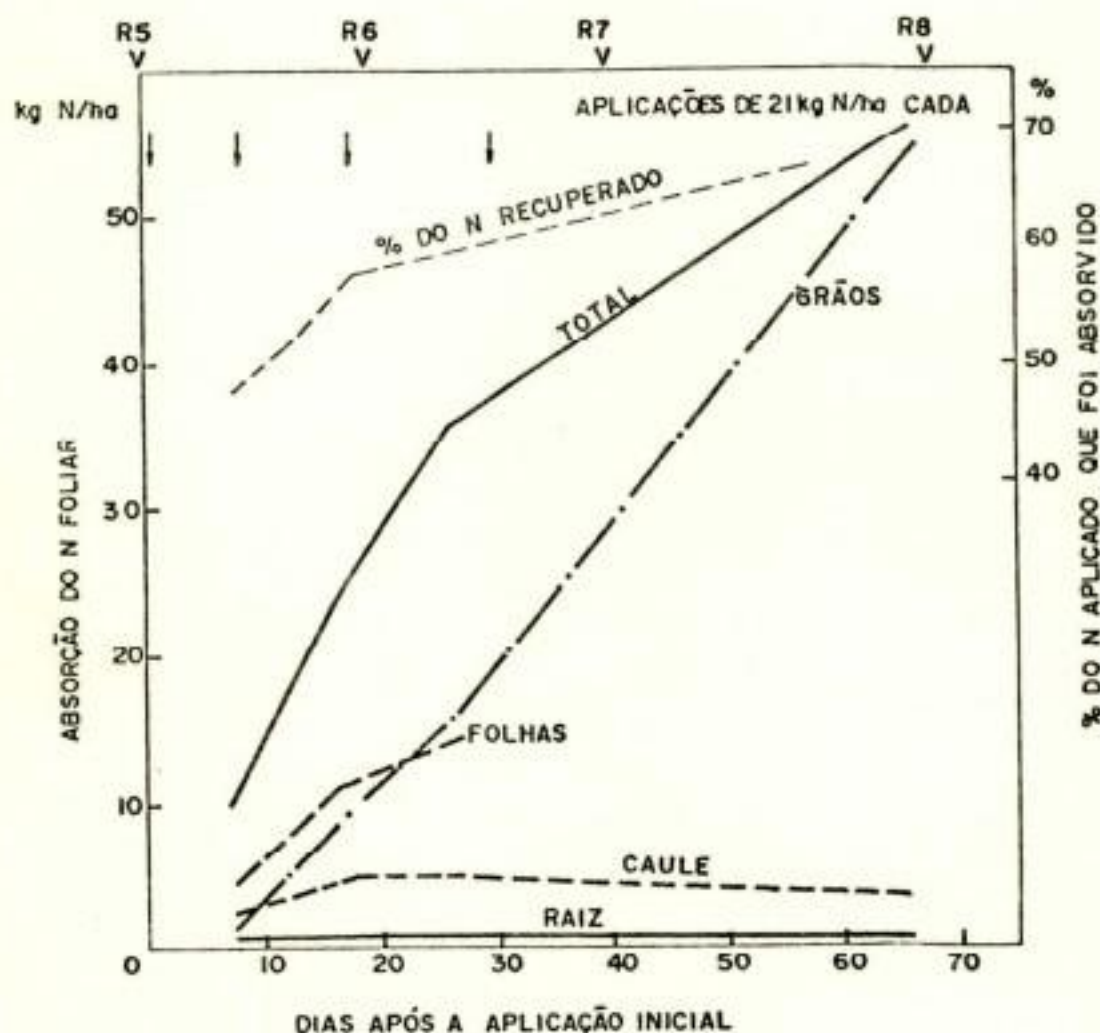


Figura 1. Efeito da aplicação de nitrogênio na absorção e redistribuição do elemento na planta durante a formação dos grãos.

Embora existam indicações de que a aplicação de nitrogênio nesta época possa apresentar aumentos de produção (DE MOOY *et alii*, 1973) a grande maioria dos ensaios conduzidos no Brasil não recomendam esta prática (RUSCHEL, 1981; FREIRE & VIDOR, 1981; LOPES & GIARDINI, 1981).

De fato os fatores que estariam ligados a uma eventual resposta de soja à adubação nitrogenada podem estar relacionados à estirpe de *Rhizobium japonicum*, ao suprimento de molibdênio e/ou cobalto, às condições climáticas sazonais, às precipitações pluviométricas, ao suprimento de Ca, ao pH do solo e outros. Desta forma, nas condições em que a maioria das lavouras de soja é conduzida no Brasil, uma eventual deficiência de nitrogênio estará refletindo algum ou alguns dos problemas levantados, ou seja, a deficiência de nitrogênio aparecerá mais como um sintoma, uma consequência de um outro problema. A figura 2 ilustra bem este dado, quando a deficiência de N⁺ aparece como sintoma e consequência da deficiência de molibdênio, que por sua vez é consequência da falta de correção do solo.

As respostas da soja ao nitrogênio aplicado via foliar a nível de campo tem sido esporádicas e instáveis. Enquanto alguns autores conseguiram aumentar a produtividade com a pulverização de N no estágio reprodutivo da planta, (ULTRAFERTIL, 1981; ATHAYDE *et alii*, 1981; ASHOUR & THALLOTH, 1983; MARTIGNONE & NAKAYAMA, 1983), configurando uma adubação foliar complementar (ROSOLEM, 1984), outros tantos não conseguiram o mesmo efeito (SOUZA *et alii*, 1981; ROBERTSON *et alii*, 1976; BOOTE *et alii*, 1978; KEOGH & MAPPLES, 1979; PARKER & BOSWELL, 1980).

Do exposto conclui-se que a adubação foliar da soja com nitrogênio pode eventualmente apresentar resposta positiva, mas a resposta provavelmente se dará em função da correção temporária de um outro problema que necessariamente deverá ser corrigido de outra maneira mais efetiva e portanto permanente, qual seja correção do solo, uma boa inoculação, etc.

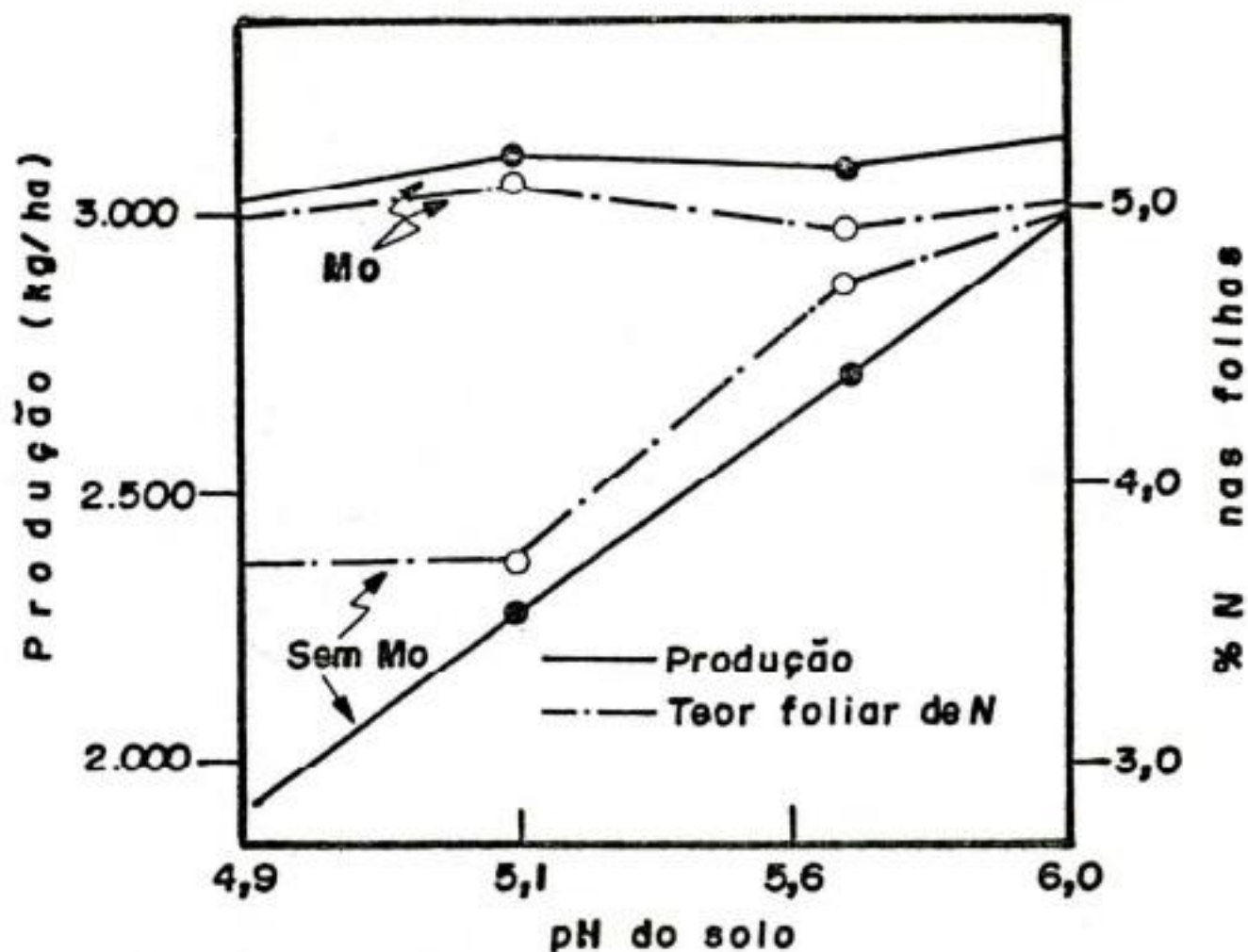


Figura 2. Teores foliares de nitrogênio na soja em função do pH do solo e aplicação de molibdênio.

No caso de necessidade de se efetuar uma adubação foliar corretiva (ROSOLEM, 1984) com nitrogênio na cultura da soja, a adição de 2% de sacarose na calda a ser pulverizada apresenta efeito sinérgico à uréia, devendo ser recomendada (MARTIGNONE & NAKAYAMA, 1983).

Embora não haja pesquisa suficiente, neste caso poderiam ser utilizadas concentrações de uréia de até 10% sem causar prejuízo irreversível às plantas.

3. FÓSFORO

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, a soja necessita de um suprimento constante de fósforo durante praticamente todo o seu ciclo.

Os solos brasileiros são reconhecidamente pobres em fósforo, mas mesmo assim, provavelmente em função do nível tecnológico do sojicultor, a deficiência de fósforo em soja não tem sido citada como principal fator limitante da produtividade a nível de campo. A reforçar essa idéia existe o fato de que a cultura da soja consome aproximadamente 20% do fertilizante utilizado no Brasil, e via de regra as formulações para soja são mais ricas em fósforo.

Tem-se conhecimento de apenas um trabalho onde somente fósforo foi aplicado via foliar na cultura da soja (SHUKLA, 1974). Neste caso, trabalhando em solo argiloso ácido, o autor chegou a resultados semelhantes, quando aplicou 30 kg de P_2O_5 /ha tanto ao solo como foliar, com ligeira vantagem para a aplicação foliar.

Entretanto, no Brasil, as tentativas de utilização de fórmulas de adubo foliar ricas em fósforo desaconselham completamente a utilização dessa prática (SOUZA *et alii*, 1981; ROSOLEM *et alii*, 1981; ROSOLEM *et alii*, 1982a; ROSOLEM *et alii*, 1982b).

4. POTÁSSIO

O potássio é absorvido em grande quantidade pela soja até o final do florescimento (Tabela 2). Embora já existam no Brasil casos de deficiência de potássio constatados no campo, também no caso deste nutriente não existem estudos a respeito de seu efeito quando aplicado isoladamente às folhas de soja.

Teoricamente seria possível corrigir uma deficiência de K por via foliar, mas quando o sintoma torna-se visualmente claro, já existe um dano a nível metabólico na planta (MEURER et alii, 1981), portanto não se tem certeza do benefício em potencial que poderia existir.

Alguns trabalhos em que o K entrou na formulação dos adubos foliares não mostraram respostas significativas da soja, como será discutido no capítulo referente a formulações mistas.

Se houver casos em que a deficiência se manifeste e devido às condições locais for possível uma tentativa de correção via foliar, numerosos compostos de K podem ser empregados; mas fontes de K tais como ortofosfato, pirofosfato, acetato, lactato, propionato e succinato, apesar da dificuldade de serem encontrados no mercado, proporcionam maior absorção de K do que as fontes mais tradicionais como sulfato, nitrato e cloreto (SHAFER & REED, 1986).

5. CÁLCIO

Aproximadamente 50% do Ca na planta de soja é absorvido após o florescimento, sendo a velocidade máxima de absorção atingida entre os estádios R₁ e R₅ (Tabela 2), caracterizando uma fase crítica da cultura.

KONNO (1967) evidenciou o papel do Cálcio na fertilidade das flores e na formação de vagens da soja, de-

monstrando que existe alta correlação negativa entre teor de Ca na planta e número de flores e vagens abortadas. Esta fato, aliado aos efeitos do Ca no desenvolvimento e maturação de frutas e qualidade de verduras (MARSHNER, 1983) tem sido utilizado como argumento de venda de Ca foliar para a cultura da soja.

De fato, NOGUEIRA & JORGE (1981) mostraram que em determinadas situações pode ocorrer incrementos no número de vagens e peso de grãos de soja. No caso a determinada situação foi um solo relativamente pobre em Ca, aliado a altíssimas temperaturas dentro de Casa de Vegetação.

A pobreza em Ca é realmente um problema de muitos dos solos brasileiros, principalmente nas áreas de expansão da cultura da soja (MALAVOLTA & KLIEMAN, 1985), áreas em que as temperaturas são altas no verão, e ainda muitas vezes sujeitas ao fenômeno de veranicos. Estes fatores, quando combinados, sugerem uma condição potencial para o aparecimento de deficiência de Ca na cultura da soja, que se manifesta através do colapso dos pecíolos.

O transporte de Ca na planta se dá pelo xilema, e guarda relação com a corrente transpiratória, embora este não seja o único fator determinante do transporte de Ca no xilema (FERGUSON & BOLLARD, 1976; ISERMANN, 1978). Órgãos individuais ou partes da planta com superfícies relativamente grandes, ou aquelas expostas diretamente à atmosfera são supridas preferencialmente com água, e portanto com cálcio. Se a disponibilidade de água na planta é diminuída por qualquer fator, a translocação de Ca para os frutos e/ou para as partes internas da planta é restrita. Assim, numa condição de pouca água no solo a disponibilidade de Ca à planta é diminuída. Em função da baixa disponibilidade de água e temperatura acima do ótimo pode haver fechamento dos estômatos, diminuindo o fluxo de água na planta e mais ainda o de cálcio, podendo-se manifestar a deficiência.

Por outro lado é geralmente aceito que os teores de Ca no floema são muito baixos, assim as partes das plan-

tas e órgãos supridos principalmente via floema apresentam teores baixos de Ca (MARSHNER, 1983). Desta forma o cálcio quando aplicado às folhas tem sido classificado como imóvel, ou seja, não existe translocação do nutriente para as partes da planta não atingidas pela pulverização (BUKOVAC & WITTWER, 1957; WITTWER *et alii*, 1963; BOARETTO *et alii*, 1983).

A retranslocação do Ca aplicado nas folhas somente foi verificada quando se aplicou altas concentrações do nutriente (RINGOET *et alii*, 1968) ou quando o Ca foi fornecido combinado com um agente complexante e aplicado diretamente no sistema vascular de planta. (MILLIKAN & HANGER, 1969).

De fato, quando se tentou reproduzir os efeitos conseguidos por NOGUEIRA & JORGE (1981) em condições mais próximas às naturais de campo, a aplicação de cloreto de cálcio deixou de ser efetiva em aumentar a produtividade da soja (MIRANDA, 1987)*. Da mesma forma VAITI *et alii* (1985) não notaram efeito do cloreto de cálcio aplicado antes da floração e dez dias após, na cultura da soja cultivada em Latossolo Roxo Eutrófico, com alta disponibilidade de Ca.

Pelo exposto fica claro que:

1. A deficiência de Ca pode ocorrer em soja;
2. A aplicação de Ca via foliar dificilmente será o meio mais correto de corrigi-la;

Quando há disponibilidade suficiente de Ca no solo a absorção de Ca pela planta é suficiente para que a soja mantenha um nível normal de abortamento de flores e vagens (BORKERT *et alii*, 1987).

* Comunicação particular, M.A.C. Miranda, 1987.

6. MAGNÉSIO E ENXOFRE

Em solos com teores altos de potássio, é possível a ocorrência de deficiência de magnésio em soja (MIRANDA *et alii*, 1984). Embora não haja evidência de grande translocação de Mg das partes vegetativas de planta para os grãos, 60% da quantidade total é absorvida após o início do florescimento, sendo que o magnésio absorvido nesta época é canalizado principalmente para as vagens de soja (BATAGLIA E MASCARENHAS, 1978; ROSOLEM, 1982).

A deficiência de Magnésio se caracteriza pelo aparecimento de clorose internerval na fase inicial de formação das vagens (R_3) e por ocasião da maturação as plantas apresentam poucas vagens e hastes verdes (MIRANDA *et alii*, 1984). Embora o transporte do Mg no xilema se dê através da corrente transpiratória da mesma forma que o Ca, o Mg é móvel no floema, mesmo quando aplicado às folhas (STEUCEK & KOONTZ, 1970), mas sua absorção é relativamente lenta, de ordem de 20% do nutriente aplicado em 1 hora (FISHER & WALKER, 1955).

O principal efeito do Mg na soja é no pegamento de vagens, assim se a deficiência foi detectada após o florescimento, o dano já é irreversível e não é possível a reversão dos efeitos. Isto foi demonstrado por MIRANDA *et alii* (1984) que aplicaram até 24 kg/ha de Sulfato de Magnésio, via foliar, sem conseguir suprimir os sintomas. Em casa de vegetação, com 7 aplicações foliares de Sulfato de Magnésio a 1g/litro, antes do florescimento, os autores conseguiram prevenir o aparecimento dos sintomas, mas a nível de campo esta prática não seria viável.

Desta forma a melhor técnica de correção da deficiência de Mg é a correção em adubação ou calagem via solo.

A absorção de enxofre pela soja é muito lenta até o florescimento, quando é atingida a velocidade máxima de absorção. Além de certa translocação de S das folhas para os grãos, 75% da quantidade total é absorvida após

o florescimento, indicando que é importante a disponibilidade de S principalmente nos estádios tardios da cultura (ROSOLEM, 1982).

Em diversas regiões do Brasil tem sido encontradas respostas da soja ao enxofre (MASCARENHAS *et alii*, 1967; MASCARENHAS *et alii*, 1974; BEN & VOLL, 1976) principalmente em solos sob vegetação de cerrado, com baixos teores de matéria orgânica (MALAVOLTA, 1982).

Embora não ocorra translocação de S nas folhas velhas para os órgãos mais novos da planta (MENGEL & KIRKBY, 1971) quando o nutriente é aplicado às folhas ele é redistribuído pela planta (BUKOVAC & WITTWER, 1957; COWLING & LOCKYER, 1976), mas a sua absorção pelas folhas é lenta, da ordem de 8 dias para absorção de 50% da quantidade aplicada (BUKOVAC & WITTWER, 1957).

Não se tem notícia da utilização de enxofre como nutriente exclusivo em pulverização foliar na cultura da soja, mas GARCIA E HANNWEY (1976) somente conseguiram aumento na produção de soja com adubação foliar quando incluíram S na formulação conforme será discutido no capítulo sobre formulações mistas.

7. BORO E ZINCO

A maior velocidade de absorção de Boro pela soja, ocorre entre R₁ e R₅, e apenas 30% da quantidade absorvida encontra-se nas sementes (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1978). A soja tem baixa exigência em Boro e é mais sensível à toxidez do nutriente que outras espécies vegetais (OHLROGGE & KAMPRATH, 1968). Desta forma, mesmo em condições em que plantas como o algodão mostrariam deficiência de B, a soja tem condições de se desenvolver e produzir normalmente.

De fato, como demonstrado por AKAMINE *et alii* (1986) e ANGHINONI *et alii* (1976) é muito possível a ocorrência de fitotoxidez de Boro em soja se o critério de avalia-

ção da necessidade de aplicação do nutriente não for bom.

Mesmo assim, em algumas regiões do Rio Grande do Sul, pode aparecer deficiência de Boro na soja (GOEPFERT, 1977). Em solos com baixo teor de matéria orgânica, extremamente arenosos, já cultivados a tempo é também possível a ocorrência da deficiência deste nutriente.

O Boro é transportado na corrente transpiratória, a exemplo do Ca, via xilema, não saindo das folhas, uma vez que praticamente não há B no floema (KOHL & OERTLI, 1961). CHAMEL *et alii* (1981) demonstraram que o B aplicado via foliar penetra a epiderme e pode ser translocado para outras partes da planta, mas a maior parte do nutriente aplicado permanece na folha tratada, provavelmente complexado com polissacarídeos.

Desta forma, mesmo em locais onde se tenha detectado a deficiência, a correção deve ser feita via solo, uma vez que a aplicação foliar de B não apresenta o mínimo potencial de resposta, embora não existam estudos específicos com a cultura da soja.

A maior velocidade de absorção de zinco pela soja ocorre entre V₄ e R₅, e 70% do nutriente absorvido é exportado pelos grãos (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1978). A soja é sensível à deficiência de Zn (DE MOOY *et alii*, 1973), apresentando, em relação a outras culturas, resposta média à aplicação do nutriente (MALAVOLTA & KLIE-MAN, 1985).

A deficiência de Zn em soja tem sido descrita de maneira diferente conforme o autor. Segundo alguns as folhas mais novas ficam pequenas e pode aparecer uma coloração castanho-amarelada nos folíolos. O caule se torna rígido e ereto, com internódios curtos, havendo grupos de folhas em "roseta" (ROSOLEM, 1982). NELSON & BARBER (1964) caracterizam a deficiência de zinco em soja por uma clorose nas áreas entre as nervuras das folhas, que se tornam amareladas; a clorose é mais severa nas folhas inferiores e os tecidos cloróticos podem ad-

quirir coloração castanha ou cinza e morrem prematuramente. A maturação é retardada e a produção diminuída.

No Brasil, em solos derivados de rochas eruptivas básicas dificilmente será encontrada deficiência de Zn, ao passo que nos solos derivados de arenitos e folhelhos argilosos a deficiência de Zn poderá ocorrer com maior probabilidade (BORKERT *et alii*, 1987). Em locais onde há carência de zinco, qualquer fonte do nutriente será efetiva na sua correção (GALRÃO, 1984; BORKERT *et alii*, 1987).

O zinco fica imobilizado nas folhas mais velhas (RINNE & LANGSTRON, 1980), mas é classificado como parcialmente móvel quando aplicado às folhas, sendo que 50% do Zn aplicado foi absorvido pela planta em 24h (BUKOVAC & WITTWER, 1957).

Embora não existam estudos específicos com a cultura da soja, a adubação foliar com zinco é eficiente, tornando-se prática usual em culturas como o Café e Citrus. No caso da soja a detecção da deficiência no campo é problemática e nem sempre haverá tempo suficiente para a correção. A adubação complementar (ROSOLEM, 1984) com zinco na cultura da soja, apesar de poder ser eficiente no controle da deficiência, pode não ser muito prática, por exigir pulverizações que talvez não coincidam com o tratamento fitossanitário. Por outro lado existe demonstração suficiente que para culturas anuais a adubação com Zn via solo é uma prática recomendável (MALAVOLTA & KLIEMAN, 1985; BORKERT *et alii*, 1987).

8. CLORO, COBRE E FERRO

Embora a deficiência de ferro seja um problema relativamente sério para a soja cultivada em alguns solos calcáreos dos Estados Unidos (DE MOOY *et alii*, 1973), no Brasil, em função dos tipos de solo onde a soja é cultivada, é muito pouco provável a ocorrência de deficiên-

cias destes nutrientes, mesmo considerando que o Fe é segundo micronutriente mais absorvido pela soja, logo após o cloro (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1978).

Destes nutrientes o cloro é considerado móvel, e o cobre e o ferro parcialmente móveis quando aplicados às folhas (BUKOVAC & WITWER, 1957), assim, teoricamente, seria possível a correção da deficiência via foliar, desde que outros fatores não determinassem a impraticidade da prática.

9. MANGANÊS

A maior velocidade de absorção de Manganês pela soja ocorre entre os estádios R₁ e R₅, e a maior parte deste nutriente permanece nos restos culturais, sendo que apenas 33% do total absorvido é exportado através dos grãos (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1978).

O Manganês absorvido pelas plantas dirige-se preferencialmente aos tecidos meristemáticos, que são geralmente ricos em Mn (AMBERGER, 1973).

A deficiência de Mn ocorre geralmente em folhas do terço superior da planta, mas pode eventualmente aparecer nas folhas mais velhas (NOVAIS *et alii*, 1987), e caracteriza-se pelo aparecimento de clorose entre as nervuras, que permanecem verdes. A seguir toda a folha fica verde pálida e finalmente amarela. Manchas castanhas e áreas necróticas aparecem se a deficiência se torna mais severa. Teores de Mn abaixo de 20 ppm na terceira folha a contar da ápice, na época do florescimento podem ser classificados como deficientes (MASCARENHAS *et alii*, 1982; ROSOLEM & NAKAGAWA, 1986).

Nos Estados Unidos a deficiência de Mn é comum em culturas de soja estabelecidas em solos com pH alto (DE MOOY *et alii*, 1973), mas no Brasil o maior problema tem sido a toxidez de Mn, uma vez que em solos com pH abaixo de 5,5 este nutriente encontra-se em alta disponibilidade.

de no solo. Por outro lado a utilização de doses maiores de calcário conforme proposto pelas metodologias atuais de recomendação pode levar a uma deficiência induzida de Mn, dependendo da dose de calcário e de potássio empregadas (ROSOLEM & NAKAGAWA, 1986).

Embora o Mn seja classificado como parcialmente móvel na planta quando aplicado via foliar (BUKOVAC e WITWER, 1957), é perfeitamente possível e viável sua correção via foliar, conforme tem sido demonstrado em inúmeros trabalhos (MARTENS *et alii*, 1984; GETTIER *et alii*, 1985; MASCAGNI & COX, 1985).

Embora a correção da deficiência de Mn seja possível através da aplicação via solo, nas condições do Brasil, considerando o problema de fitotoxidez, e da baixa probabilidade de ocorrência do problema, a aplicação foliar seria mais recomendável. Como, se ocorrer a deficiência, esta estará provavelmente sendo induzida (ROSOLEM & NAKAGAWA, 1986), a aplicação do nutriente no solo não seria efetiva em corrigi-la. A correção poderá ser efetiva com doses de 1 a 2 kg de Sulfato de Manganês por hectare (MARTENS *et alii*, 1984; MASCAGNI & COX, 1985), podendo ser necessárias diversas aplicações (GETTIER *et alii*, 1985), sendo a primeira a mais cedo possível após o aparecimento da deficiência.

10. MOLIBDÊNIO E COBALTO

A soja absorve menos de 20 g de Molibdênio durante seu ciclo, mas a grande importância deste nutriente, assim como do cobalto, reside no suprimento às bactérias que entram em simbiose com a soja, que são altamente exigentes. Assim, uma deficiência de Mo ou Co na soja trará como consequência visível uma deficiência de nitrogênio como pode ser notado na figura 2.

Em pH baixo a produção encontra-se prejudicada na ausência de Mo, assim como o teor de N na folha. Com a adição de Mo, ou a correção do solo, normaliza-se o su-

primento de N à planta, assim como a produção. No Paraná, LANTMAN et alii (1984), chegaram a resultados muito semelhantes. Ainda no Paraná foi feita uma primeira aproximação tentando relacionar a resposta de soja a molibdênio com a saturação de bases do solo (CASTROLANDA, 1986), conforme figura 3.

Assim, somente seria esperada resposta ao Mo em solos cuja saturação de bases estivesse abaixo de 45%, e com saturação de 70% haveria uma pequena possibilidade de resposta ao Mo aplicado. É importante lembrar que sementes provenientes de culturas bem nutridas contêm Mo suficiente para a próxima safra (GURLEY & GIDDENS, 1969; PARKER, 1978).

O molibdênio foi classificado como parcialmente móvel quando aplicado às folhas, e sua absorção foliar foi muito lenta: 4% em 24 horas (BUKOVAC & WITWER, 1975). Mesmo assim é possível a correção da deficiência de Mo via foliar.

Aplicações de Mo no solo ou nas folhas são igualmente eficiente e corrigem a deficiência. Para um mesmo nível de produtividade a aplicação no solo requer mais de 30 vezes a quantidade aplicada às folhas, sendo possível a correção com doses da ordem de 25 a 30 g de Mo por hectare em pulverização (PARKER, 1978). O tratamento das sementes também é um método muito efetivo para aplicar Mo à soja e seu custo relativo, quando comparado à aplicação foliar, o torna a opção mais econômica (HARRIS et alii, 1971).

No Brasil alguns estudos com o Mo e Co em soja, na sua grande maioria não tem mostrado resposta significativa. Nas tabelas 3 e 4, encontram-se alguns exemplos. Além destes experimentos, BORKERT (1987) cita vários experimentos (Shibuya et alii, 1986; Franco e Kodama, 1986; Nakamura & Sunage, 1986 e Stancato et alii, 1986), em vários solos, em que os autores não encontram respostas ao Mo e Co aplicados tanto via foliar como em tratamento de sementes, embora VITTI et alii (1984) tenha encontrado resposta significativa da soja ao Mo e Co aplicados às

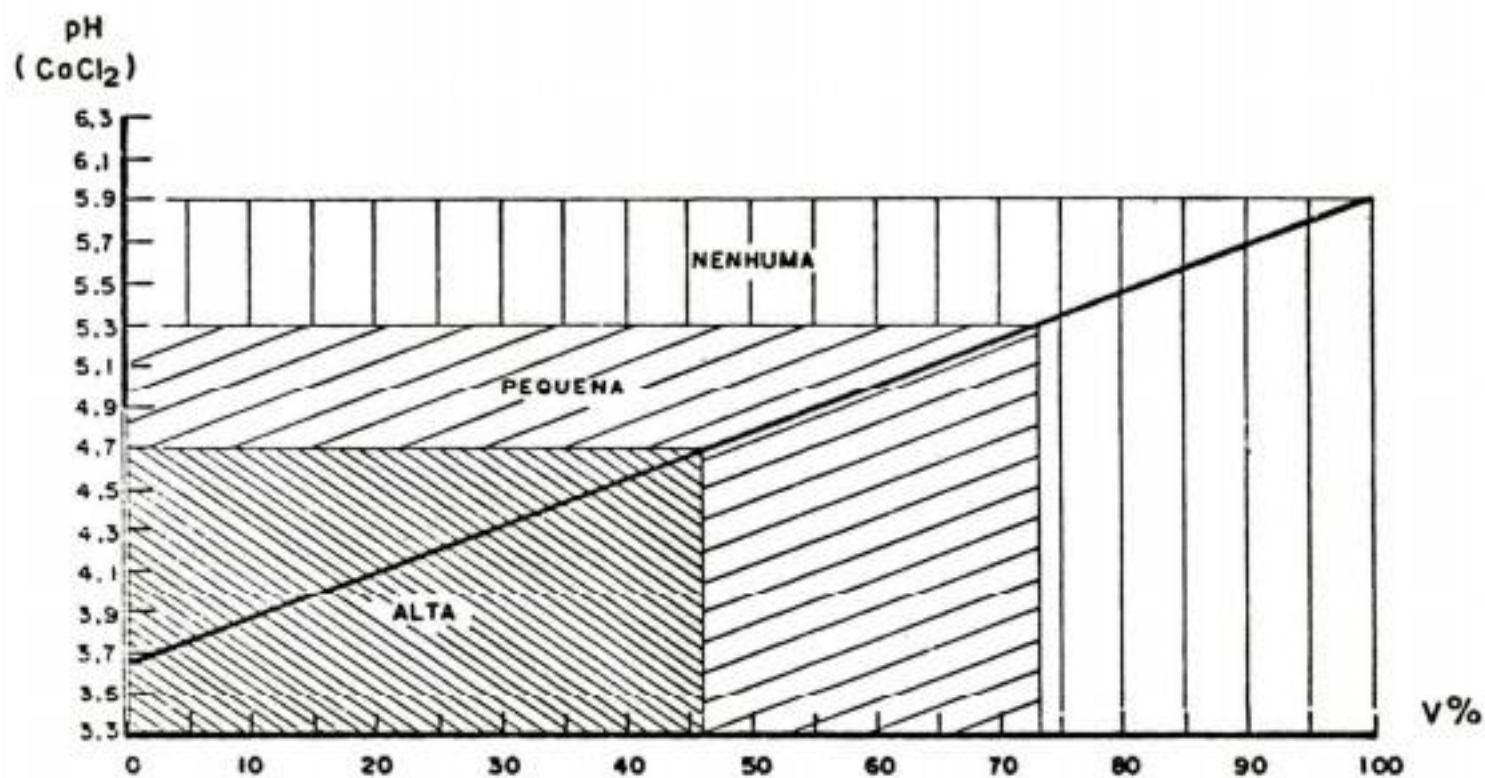


Figura 3. Probabilidade de resposta a aplicação de Mo em soja em função do pH e a saturação de bases. Aproximação: Fundação ABC.

Tabela 3. Efeito da aplicação via foliar ou via semente de alguns produtos comerciais contendo diversos nutrientes.

Tratamento produto	Produto	Dosagens e concentrações de nutrientes ^{1/}	Produção de grãos (kg/ha) ^{2/}
1	Produto A	1 l/ha, aplicado nas sementes (Mo = 30 ml/ha e Co = 10 ml/ha)	4.098a ^{2/}
2	Produto A	10 l/ha, aplicado via voliar (Mo = 300 ml/ha e Co = ml/ha)	4.039ab
3	Produto B	150 g/ha, aplicado nas sementes (Mo = 9g/ha; Co = 0,75g/ha; Zn=15g/ha e B=3g/ha)	3.972ab
4	Produto C	140g, aplicados em 50kg de sementes (Mo=14g; Co=1,4g; S=1,4g; Fe=0,28g e Ca=1,4g)	3.972ab
5	Testemunha	Somente com adubação de base	3.666ab
6	Produto D	600ml, aplicado em 100kg de sementes (N=15g; aminoácidos=63g e sais minerais=13,2g)	3.588ab
7	Produto A	1 l/ha, aplicado via foliar	3.312 b
8	Produto E	100ml, aplicados em 80kg de sementes (Cu=0,60ml; Fe=0,22ml; Mn=0,15ml e Zn=0,20ml)	3.270 b

^{1/} Todas as parcelas receberam adubação, na base de 124 kg/ha de 4-30-10.

^{2/} Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeito da aplicação via foliar de molibdênio e cobalto.

Cultivares	Rendimento de grãos (kg/ha)		Diferença (kg/ha)	Incremento (%)
	Sem Adubação foliar	Com Adubação foliar		
Bragg	4.732	4.814	82	+ 1,7
Dourados	4.656	4.662	6	+ 0,1
Bossier	4.658	4.576	-82	- 1,7
FT-2	4.444	4.554	110	+ 2,4
Davis	4.372	4.460	88	+ 2,0
IAS 5	3.920	4.096	176	+ 4,4
Médias	4.464	4.527		

1/ Produto aplicado aos 30 dias após a germinação, na base de 1 litro/ha (30 ml Mo/ha e 10 ml Co/ha).

2/ Não houve diferença significativa entre tratamentos com e sem adubação foliar.

sementes, em solo com pH 5,9 e saturação em bases menor que 60%.

11. FORMULAÇÕES MISTAS

Até agora foi discutida a aplicação de cada nutriente isoladamente na cultura da soja, mas a realidade do mercado é um pouco diferente, pois o que existe são fórmulas contendo dois, três ou mais nutrientes.

Se a análise do efeito de cada elemento não é simples, muito mais difícil é o entendimento da ação de fórmulas mistas sobre as plantas, sendo muitas vezes difícil enquadrá-las em um dos tipos de adubação foliar definidos por ROSOLEM (1984). Mesmo por que muitas dessas fórmulas não têm um objetivo específico. Simplesmente um produto é sintetizado e a seguir se procura vendê-lo como adubo foliar.

Como adubação foliar corretiva é mais lógica a utilização de produtos simples, dirigidos à correção da deficiência da planta, podendo-se acrescentar outros elementos que apresentem sinergismo com o elemento problema.

Como complemento da adubação no solo foram tentados algumas fórmulas sem sucesso na cultura da soja. Nas tabelas 5 e 6 encontram-se exemplos adaptados de BORKERT *et alii*, (1987).

A referida tabela mostra ausência de efeito de uma série de nutrientes. Por quê não houve resposta? Será que havia deficiência de pelo menos um deles? Qual o critério em se empregar indiscriminadamente estes tipos de produtos?

Outro tipo de adubação foliar, definido na Europa por HUMBERT (1963) e TRENKEL *et alii* (1976), ou seja, adubação foliar suplementar estimulante, também não se mostrou efetiva em melhorar a produtividade da soja no

Tabela 5. Efeito da aplicação via foliar, via sementes ou no sulco de semeadura de alguns produtos comerciais, contendo diversos nutrientes, sobre o rendimento de soja, cultivado em Latossolo Vermelho escuro.

Tratamento	Produto	Dosagens e concentração de nutrientes ^{1/}	Produção de grãos (kg/ha) ^{2/}
1	Produto A	150g/ha, aplicados nas sementes (Zn = 15g/ha; B = 3g/ha; Mo = 9g/ha e Co = 0,75g/ha)	3.256 a ^{3/}
2	Sulfato de zinco	(Zn = 20%) - 12,5kg/ha, no sulco da semeadura (2,5g Zn/ha)	3.205 ab
3	Produto B	Aplicação foliar (2 x 3 l/ha) no início da floração e 15 dias após (Ca = 180 ml/ha e Mg = 0,3 ml/ha, duas vezes)	3.204 ab
4	Produto C	100 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 2,5 kg/ha; B = 250 g/ha; Mo = 130 g/ha e Co = 30 g/ha)	3.181 ab
5	Produto D	40 kg/ha no sulco de semeadura (Zn = 3,6 kg/ha; B = 720 g/ha; Cu = 320 g/ha; Fe = 1,2 kg/ha; Mn = 800 g/ha e Mo = 40 g/ha)	3.156 abc
6	Produto E	210 g/ha, aplicados nas sementes (Mo = 22 g/ha; Co = 2,6g/ha e Fe = 0,42 g/ha)	3.133 abc
7	Testemunha	300 kg/ha de 0-20-20, solo	3.060 abc
8	Produto F	Via foliar: 4 l/ha após germinação; 8 l/ha início floração e 8 l/ha no enchimento de vagens (Mg = 216 ml/ha e S = 264 ml/ha em cada aplicação)	2.936 c

^{1/} Todas as parcelas receberam adubação, na base de 300 kg/ha de 0-20-20, exceto a testemunha sem adubação.

^{2/} Médias de quatro repetições e de três cultivares (Cristalina, Doko e EMGOPA-301).

^{3/} Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Resposta da soja à adubação foliar como complemento a adubação do solo.

Rendimento em grãos (kg/ha)		Número de experimentos realizados	Autor/referência
Sem adubação foliar	Com adubação foliar		
2.380	2.530	1	Garcez et al. (1976)
2.170	2.230	1	Velloso & Bertagnolli (1977)
3.070	3.120	2	Garcez & Vianna (1978)
3.280	3.290	5	Straatmann et al. (1978)
1.780	1.850	4	Floss et al. (1979)
1.550	1.600	1	Abrão & Trois (1979)
2.290	1.940	1	Cordeiro et al. (1979)
2.360	2.364		

Brasil. Este conceito baseia-se na utilização de fórmulas "fisiologicamente balanceadas" segundo os autores. Fórmulas do tipo 14-4-7 e 5-15-5, aplicadas em determinadas épocas da cultura. Embora PRIMAVESI (1981) tenha relatado aumentos esporádicos de produtividade inferiores a 15%, outros autores como BORKERT *et alii*, (1979); ROSOLEM *et alii*, (1981, 1982a, 1982b) e SOUZA *et alii* (1981) desaconselham totalmente esta prática.

Com base no conceito que existe grande translocação de N, P, K e S para os grãos de soja entre os estádios R₅ e R_{6.5}, GARCIA & HANNWEY (1976) demonstraram que seria possível se obter aumentos de produtividade muito significativos na cultura da soja aplicando-se estes nutrientes durante o estágio de enchimento dos grãos da cultura. Dentre uma série muito grande de condições para que houvesse resposta, tais como: tamanho da planta, ausência de déficit hídrico, ausência de outros fatores limitantes, a fórmula deve guardar a relação N:P:K:S: em 10:1:3:5 (a mesma relação encontrada nas sementes de soja), e deveriam ser aplicadas doses de ordem de 80+8 +24+4 kg de N+P+K+S/ha, dividida em 4 vezes (HANWAY, 1979).

Embora uns poucos experimentos tenham confirmado estes resultados, BORKERT *et alii* (1987) relacionaram 281 experimentos em que a prática não resultou em aumento de produtividade, muitas vezes ocorrendo mesmo diminuição da produção como consequência de excessiva queima das folhas por ocasião de aplicação de adubos.

Desta forma este tipo de adubação foliar não deve ser recomendado para a cultura da soja.

12. CONCLUSÃO

Em vista do exposto, não existe a mínima segurança para que se recomende adubação foliar da soja, como prática rotineira, seja ela de qualquer tipo, nas condições

e solos em que a cultura é conduzida no Brasil na atualidade.

Evidentemente situações problema existem e, nestes casos, para alguns nutrientes é possível e viável técnica e economicamente a correção via foliar. Mas é importante lembrar que esta será uma solução efêmera e logo que possível deverá ser efetuada a correção a nível de solo, que ao longo do tempo se tornará mais econômica.

REFERÊNCIAS

- AKAMINE, P.; TAKAHASHI, J.R. & FORTES, P.H.C. Efeito dos micronutrientes Zinco e Boro no rendimento de grãos de soja. In: **Congresso de Difusão de Tecnologia em Grandes Culturas**, 2, Maringá, C.A.C. 1986. p. 332 - 334.
- AMBERGER, A. The role of manganese in the metabolism of plants. **Agrochimie**, 17: 69-83. 1973.
- ANGHINONI, I.; FIORES, I. & MORAES, A.P. Resposta da cultura da soja à aplicação de boro, zinco e enxôfre. **Agron. Sul Riograndense**, 12: 189-199. 1976.
- ASHOUR, N.I. & THALOOOTH, A.T. Effect of soil and foliar application of N during pod development on the yield of soybeans plants. **Field Crops Research**, 6(4): 261 - 266. 1983.
- ATHAYDE, M.L.F.; KAMIROGA, M.K.; LIEM, T.H. & SOUZA, E. A. Adubação foliar na soja. In: BOARETTO, A.E. e ROSOLEM, C.A.. **Simpósio de Adubação foliar**, 1º Botucatu. 1980. **Anais... Botucatu**. 1981. p. 124.
- BATAGLIA, G.C. & MARCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja. IAC. **Campinas**. 1978. 36p. (Boletim Técnico nº 4).

- BEN, J.R. & VOLL, E. Necessidade de aplicar enxôfre e micronutrientes no solo Erechim (Latossolo Roxo Distrôfico) para a cultura da soja. In: **Reunião conjunta de Pesquisa de Soja RS/SC**. 1976. 5 p.
- BOARETTO, A.E.; DAGHLIAN, C.; MURAOKA, T. & CRUZ, A.P.. Absorção foliar e translocação de cálcio pelo feijoeiro. In: **Jornada Científica do Campus de Botucatu**, 12, ADCB. 1983. Anais. p. 50.
- BOOTE, K.S.; GALLAHER, R.N.; ROBERTSON, W.K.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition and yield of soybeans. **Agron. J.**, 70. 787-791. 1978.
- BORKERT, C.M.; CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.S. & PALHANO, T. B. Eficiência de adubação foliar na soja. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, 1, Londrina. 1978. Anais. EMBRAPA. 1979. V.1. p. 283-290.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.S. & MÍSSIO, S.L.S. **Soja: Adubação foliar**. EMBRAPA, Londrina. 1987. 34 p. (Documentos, 22).
- BUKOVAC, M.J. & WITWER, S.H. Absorption and mobility of Foliar applied nutrients. **Plant Physiol.** 32: 428 - 435. 1957.
- CASTROLANDA. **Relatório da safra de verão 85/86**. Castro. 1986. 62 p.
- CHAMEL, A.R.; ANDREANI, A.M.; ELOY, J.F. Distribution of foliar-applied boron measured by spark-source mass spectrometry and laser-probe mass spectrography. **Plant Physiol.** 67: 457-459. 1981.
- COWLING, D.M. & LOCKYER, D.R. Growth of perennial rye-grass exposed to a low concentration of sulphur dioxide. **J. Exp. Bot.** 27: 411-417. 1976.

- DE MOOY, C.J.; PESEK, J. & SPALDON, E. Mineral Nutri-
tions. In: CALDWELL, B.E. ed.; **Soybeans: Improvement
Production and uses**. ASA, Madison. 1973. p. 267-352.
- FERGUSON, J.B. & BOLLARD, E.G. The movement of calcium
in woody stems. **Ann. Bot.** **40**: 1057-1065. 1976.
- FISHER, E.G.; WALKER, D.R. The apparent absorption of
phosphorus and magnesium from sprays applied to the
lower surface of McIntosh apple leaves. **Proc. Am. Soc.
Hort. Sci.**, **65**: 17-24. 1955.
- FREIRE, J.R.S. & VIDOR, C. Estudos no Estado do Rio
Grande do Sul. In: MIYASAKA, S. e MEDINA, J.C., ed.,
A soja no Brasil. 1981. p. 417-425.
- GALRÃO, E.Z. Efeito de micronutrientes e do cobalto na
produção e composição química do arroz, milho e soja
em solo de cerrado. **R. Bras. C. Solo**, **8**: 111- 116.
1984.
- GARCIA, R.L. & HANNAWAY, J.J. Foliar fertilization of
soybean during the seed filling period. **Agron. J.** **68**:
653-675. 1976.
- GETTIER, S.W.; MARTENS, D.C. & BRUMBACK, Jr.T.B. Triming
of Foliar Manganese Application for Correction of Man-
ganese Deficiency in Soybeans. **Agron. J.**, **77**: 627-680.
1985.
- GOEPFERT, C.F. Situação nutricional da cultura da soja
em alguns solos do Rio Grande do Sul. **Ipagro Informe**,
18: 19-26. 1977.
- GURLEY, W.H. & GIDDENS, J. Factors affecting uptake,
yield response, and carryovers of molibdenu in soy-
bean seed. **Agron. J.**, **61**: 7-9. 1969.
- HANWAY, J.J. Foliar fertilization of soybeans during
seed-filling. In: **World Soybean Conference, S., West-
vian Press, Colorado**. 1979. p. 409-416.

HARRIS, H.B.; PARKER, M.B. & PHILLIPS, D.V. **Effects of seed treatment, Method of application and Molibdenum Content on Emergence and Yield of Soybeans.** Univ. of Georgia, Coll. of Agric. Exp. Sta. Athens. 1971. 18p. (Research Report, 113).

HUMBERT, R.H. **The growing of sugar cane.** Elsevier Publ. Co., Amsterdam. 1983.

ISERMANN, I. **Einfluss von Chelatoren auf die Calcium - Verlagerung im Spross hoherer planzen. Z. Pflanzener - naehr Bodenkd, 14:** 285-298.

KEOGH, L. & MAPPLES, R. **Foliar feeding of soybeans in Eastern Arkansas.** Univ. of Arkansas. Agric. Exp. Sta. 1979. 15 p. (Report Series, 247).

KHOL, H.C. & OERTLI, J.J. **Distribution of boron in leaves. Plant Physiology, 36:** 420-424. 1961

KONNO, S. **Physiological study on the mechanisms of seed production of soybean plant. I. Influence on the chemical composition and seed production of nutrient element deficiency during the flowering stage. Proc. Crop. Sci. Soc. of Japan, 36(2):** 238-247. 1967.

LANTMAN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. & BORKERT, C.M. **Micronutrientes para a cultura da soja no Estado do Paraná - Zinco e Molibdênio.** Londrina. EMBRAPA-CNPSo. 1984. 8 p. (Comunicado técnico, 34).

LOPES, E.S. & GIARDINI, A.R. **Estudos no Estado de São Paulo. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C. ed., A soja no Brasil.** 1981. p. 425-436.

MALAVOLTA, E. **Nitrogênio e Enxôfre nos solos e culturas Brasileiras.** São Paulo, SN Centro de Pesquisas e Prom. Sulfato de Amônio. 1982. 59 p. (Boletim Técnico, nº 1).

MALAVOLTA, E. & KLIEMAN, H.T. **Desordens Nutricionais no cerrado.** Potafos, Piracicaba. 1985. 136 p.

- MARSHNER, H. General introduction to the Mineral Nutrition of plants. In: LAUCHLI, A. & BIELESKI, R.L. ed., **Inorganic Plant Nutrition**, Springer-Verlag, 1983. p. 5-6. (Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol. 15 A).
- MARTENS, D.D.; GUNARATNE, W.D.; GETTIER, S.N. & TIERNEY, C.E. Response of soybeans to broadcast and foliar application of manganese. **Journal of Fertilizers Issues**, 1: 113-117. 1984.
- MARTIGNONE, R.A. & NAKAYAMA, F. Foliar fertilization with urea and sucrose on soybean. **Phyton**, 43(2). 167-178. 1983.
- MASCAGNI, Jr.H.S. & COX, F.R. Effective rates of Fertilization for correcting Manganese Deficiency in Soybeans. **Agron. J.**, 77: 363-366. 1985.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MYIASAKA, S.; FREIRE, E.S. & IGUE, T. Adubação da soja: VI. Efeitos de enxofre e de vários micronutrientes em Latossolo Roxo com vegetação de cerrado. **Bragantia**, 26: 373-380. 1967.
- MASCARENHAS, H.A.A.; KIIHS, R.A.A. & NAGAT, V. Aplicação de enxofre em soja cultivada em Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa de cerrado. **Bragantia**, 33: LVII - LVI. 1974 (nota 13).
- MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; TISSELI, F. O. & MIYASAKA, S. Calagem e Adubação da soja. In: **A soja no Brasil Central**. Campinas. Fund. Cargill, 2ª ed., 1982. p. 136-211.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**. Worblaufen-Bern, Int. Potash. Inst. 1978. p. 329 - 346.
- MEURER, E.J.; WANG, M.G. & WANG, S.R. Funções dos Nutrientes e Sintomas de Deficiências. In: MIYASAKA, S. e MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. 1981. p. 156-167.

- MILLIKAN, C.R. & HANGER, B.C. Movement of foliar applied Ca in Brussel sprouts. **Austr. J. Biol. Sci.**, **22**: 545-558. 1969.
- MIRANDA, M.A.C.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.C. & FANILENE, S.M.P. Clorose internerval em folhas de soja induzida por deficiência de magnésio. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. III**. EMBRAPA, Campinas. 1984. **Anais**. 1984. p. 703-708.
- NELSON, W.L. & BARBER, S.A. Nutrient deficiencies in legumes for grain and forage. In: **Hunger Signs in Crops**, David Mackoy Co., New York, 3 ed. 1964.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. & SEDIYAMA, T. Deficiência de Manganês em soja cultivada em solo de cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXI, SBCS, Campinas, 1987. **Programa e Resumos...**, SBCS, Campinas, 1987. p. 177 (Resumo 203).
- NOGUEIRA, S.S.S. & JORGE, J.P.N. Aplicação de cálcio por via soliar na produção de grãos de soja. **Bragantia**, **40** (2): 185-188. 1981.
- OHLROGGE, A.J. & KAMPRATH, E.J. Fertilizer use in soybeans. In: NELSON, L.B. ed. **Changing Patterns in Fertilizers Use**. Soil. Sci. Soc. Am., Madison, 1968.
- OJIMA, M.; FUKUI, J. & WATANABE, I. Studies on the seed production of soybean. II. Effect of three major nutrient supply and leaf age on the photosynthetic activity and diurnal changes in photosynthesis of soybean under constant temperature and light intensity. **Proc. Crop. Sci. Soc. Japan**, **33**: 437-442. 1965.
- PARKER, M.B. **Molibdenum studies on Soybeans**. Agric. Exp. Sta., Univ. Georgia, Athens. 1978. p. 20 (Res. Bulletin, 25).
- PARKER, M.B. & BOSWELL, F.C. Foliage injury, nutrient intake and yield of soybeans as influenced by foliar fertilization. **Agron. J.**, **72**: 110-114. 1980.

- PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. **Molybdenum studies on soybean**. Univ. of Georgia Agric. Sta. Bull. 1978. 20 p. (Res. Bull. nº 215).
- PRIMAVESI, O. Resultados de Nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: BOARETTO, A.E. & ROSOLEM, C.A. **Simpósio de Adubação foliar, 1º**, Botucatu. 1980. **Anais**. FEPAF, Botucatu. 1981. p. 75-109.
- RINGOET, A.; SAVER, G. GIELINK, A.J. Phloem transport of calcium in oat leaves. **Plante**, 80: 15-20. 1968.
- RINNE, R.W. & LANGSTRON, R.G. Effect of growth on redistribution of some mineral elements in peppermint. **Plant Physiol**, 35: 210-215. 1960.
- ROBERTSON, W.K.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Foliar fertilization of soybean in Flórida. **Proc. Soil. Crop. Sci. Soc. Fl.**, 36: 77-79. 1976.
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição Mineral e Adubação de soja**. Inst. Potassa e Fosfato / Inst. Int. Potassa. Piracicaba - 1982. 80 p. (Boletim Técnico nº 6).
- ROSOLEM, C.A., 1984. Adubação foliar. In: **Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira**, EMBRAPA, Brasília. 1984. p. 419-449.
- ROSOLEM, C.A. & NAKAGAWA, J. Deficiência de Mn em soja induzida por adubação potássica e calagem. In: **Seminário Nacional de Pesquisa de Soja**, 4, EMBRAPA/ IPAGRO, Porto Alegre. **Programa e Resumos**. 1986. p. 53.
- ROSOLEM, C.A.; AQUILANTE, D.J. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar da soja. I: Efeitos de duas formulações comerciais com e sem aplicação de micronutrientes nas sementes. **Revista de Agricultura**, 56 (1-2): 73 - 80. 1981.
- ROSOLEM, C.A.; ROSA, J.L.A.; SILVERIO, J.C.O. & PRIMAVESI, O. Adubação foliar em soja, III: Respostas de dois cultivares precoces. **Revista de Agricultura**, 57 (4): 299-308. 1982b.

- ROSOLEM, C.A.; SILVERIO, J.C.O. e PRIMAVESI, O. Adubação foliar da soja. II: Efeitos de N P K e micronutrientes em função do preparo do solo. **Pesq. Agrop. Brasileira**, 17 (11): 1559-1562. 1982a.
- RUSHEL, A.P. Origem e Distribuição do Nitrogênio. In: MIYASAKA, S. e MEDINA, J.C., ed., **A soja no Brasil**. 1981. p. 414-416.
- SHAFER, W.E. & REED, D.W. The foliar absorption of potassium from organic and inorganic potassium carriers. **J. of Plant Nutrition**, 9(2): 143-157. 1986.
- SHUKLA, G.C. Soil and foliar fertilization of phosphorus on yield and protein content of soybeans. **Technology**, 11 (1): 70-72. 1984.
- SOUZA, G.A.; PRIMAVESI, O. & COUTINHO, E.L.M. Adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A.E. & ROSOLEM, C.A.. Simpósio de Adubação foliar, 1º, Botucatu, 1980. **Anais. FEPAF. Botucatu**. 1981. p. 125.
- STEUCEK, C.G. & KOONTZ, H.V. Phloem mobility of magnesium. **Plant Physiology**, 46: 50-52. 1970.
- TRENKEL, M.; FRITE, A. & KUMMER, K. Experiencias Acerca de la fertilizacion foliar. **Reporter Agrícolas Basf.**, 4: 3-8. 1976.
- ULTRAFERTIL. Adubação foliar nitrogenada em cultura de soja. In: BOARETTO, A.E. e ROSOLEM, C.A., Coord., Simpósio de Adubação foliar, 1º, Botucatu, 1980. **Anais. FEPAF, Botucatu**. 1981. p. 29-31.
- VAITI, P.A.; SUZUKI, S.; SUZUKI, P.S. & JOHAN, J.A.B. Efeito da aplicação de cálcio e boro via foliar no rendimento de grãos de soja. In: **Congresso Brasileiro de difusão de Tecnologia em grandes Culturas**, 2, Maringá. 1986. p. 329-331.
- VASILAS, B.L.; LEEG, J.O. & WOLF, D.C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of ¹⁵N-labeled Urea. **Agron. J.**, 72: 271-276. 1980.

- VITTI, G.C.; FORNASIERI, Fº, D.; PEDROSO, P.A.C. & CASTRO, R.S.A. Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja. **R. Bras. C. Solo**, 8: 349-352. 1984.
- WITTWER, S.H.; BUKOVAC, M.J. & TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: MALCOM et alii, **Fertilizer Technology and usage**, SSA. 1963. p. 429-455.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM MANDIOCA

José Pires Dantas¹

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil tem um alcance sócio econômico significativo, sendo cultivada em todas as suas regiões fisiográficas totalizando uma produção e produtividade respectivamente de 21.466.222 t e 11,82 t/ha (BRASIL, 1986).

A adubação radicular da mandioca associada aos demais fatores de produção tem contribuído para o aumento da produtividade da cultura, sendo essa a razão das pesquisas a ela direcionadas se encontrarem num estágio mais avançado, embora, necessitando de maiores estudos quanto ao nitrogênio e micronutrientes.

Com o advento da adubação foliar seja objetivando a correção de deficiências comprovadas ou como suplementação da adubação radicular, vem se criando entre os pesquisadores uma conscientização para com as pesquisas inerentes a essa prática, destacando-se como culturas mais estudadas o café, a soja, a cana-de-açúcar, o algodão e as hortaliças.

O presente texto se restringirá à discussão dos dados da literatura, referentes a adubação foliar em mandioca.

¹ Prof. Adjunto do Depto. de Solos CCA/UFPB - CEP 58.397 Areia - Paraíba.

ADUBAÇÃO FOLIAR DA MANDIOCA

Os dados da literatura alusivos à adubação foliar em mandioca, se restringem a dois trabalhos, sobre os quais se fundamentará a discussão do assunto em pauta.

No primeiro trabalho DIONISIO (1981), comparou em condições de campo a adubação foliar e radicular na cultura plantada em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura média com $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 4,9$, $\text{P} = 0,4$ ppm; $\text{K}^+ = 48$ ppm; $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 2,6$ meq/100ml, $\text{Al}^{+++} = 0,9$ meq/100 ml e matéria orgânica = 2,4%. Os tratamentos utilizados consistiram de 1 - (testemunha absoluta); 2 - (N-foliar + PK-radicular); 3 - (NPK-radicular); 4 - (P-foliar + NK-radicular); 5 - (K-foliar + NP-radicular); 6 - (NP-foliar + K-radicular); 8 - (PK-foliar + N-radicular); 9 - (NPK-foliar). A recomendação de adubação por via radicular foi de (50 - 80 - 40) kg/ha de N-Ureia, P205 - superfosfato triplo e K20 - cloreto de potássio. Para os tratamentos que receberam N e/ou P205 e/ou K20 por via radicular, o P205 e o K20 foram aplicados no plantio, sendo o N aplicado aos 50 e 100 dias após a brotação das manivas.

Para a adubação foliar o autor convencionou aplicar 1/10 da recomendação via radicular parcelada em duas aplicações, coincidentes com a época do parcelamento radicular do nitrogênio, usando como fontes de N, P205 e K20 as mesmas aplicadas via radicular.

O ensaio foi instalado obedecendo um delineamento experimental em blocos ao acaso, com 9 tratamentos e 4 repetições. A colheita ocorreu um ano após o plantio, sendo levantados os parâmetros: peso total da raiz, massa verde, altura, número de folhas e diâmetro do caule. Os dados da colheita, após submetidos a análise estatística (Tabela 1) permitiram ao autor chegar as seguintes conclusões:

a) Apesar de não ter sido detectadas diferença significativa para produção de raízes (t/ha), houve tendência do tratamento 5(K-foliar + NP-radicular) aumentar a produção em 45% quando comparada a testemunha absoluta.

Tabela 1. Parâmetros quantificados no ensaio de adubação foliar comparada a radicular na cultura da mandioca (DIONÍSIO, 1981).

Tratamentos	Raiz t/ha	Massa verde t/ha	Altura (cm)	Número de folhas	Diâmetro do caule (cm)
1. Testemunha	9,12 a	6,94 c	67,5 c	49,4 b	1,7 a
2. N(f) + PK(r) ¹	12,36 a	11,36 a	100,4 a	95,6 ab	1,9 a
3. NPK(r)	12,63 a	11,75 a	105,9 a	85,6 ab	2,0 a
4. P(f) + NK(r)	10,77 a	8,28 bc	83,4 ab	76,9 ab	1,8 a
5. K(f) + NP(r)	13,23 a	12,86 a	108,5 a	105,3 a	2,1 a
6. NP(f) + K(r)	11,92 a	7,52 bc	79,5 bc	47,8 b	1,8 a
7. NK(f) + P(r)	12,83 a	10,23 ab	95,7 ab	93,1 ab	1,9 a
8. PK(f) + N(r)	10,86 a	6,57 c	75,9 bc	61,5 ab	1,9 a
9. NPK(f)	11,07 a	7,4 c	78,8 bc	58,3 ab	1,8 a
C.V. (%)	15,7	13,1	10,2	19,2	11,5
D.M.S.	8,53	4,27	21,82	52,75	0,73

¹ f = foliar e r = radicular.

b) Os dados de produção de massa verde e nº de folhas, referentes aos tratamentos 5(K-foliar + NP-radicular); 3(NPK-radicular), 2-(N-foliar + PK-radicular) e 7-(NK-foliar + P-radicular), foram significativos em comparação a testemunha, sendo evidenciada a superioridade do tratamento 5, também em referência a esses parâmetros.

O segundo trabalho, conduzido por AZEVEDO (1985), teve objetivo idêntico ao anterior, porém, modificada a metodologia para a recomendação da adubação foliar, que foi aplicada na ordem de 1/5 da radicular em 4 épocas: aos 60, 120, 210 e 270 dias após a brotação total das manivas.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura média, com pH = 4,5; P = 2 ppm; K^+ = 82 ppm; $Ca^{++} + Mg^{++}$ = 3,8 meq/100 ml; Al^{+++} = 1,2 meq/100ml e matéria orgânica = 3,7%.

Os tratamentos ensaiados foram idênticos ao de DIONÍSIO (1981), variando apenas o delineamento experimental que constou de um fatorial $2^3 + 1$ em blocos ao acaso com cinco repetições.

As concentrações dos fertilizantes nas soluções foram: 2%, 0% e 1,2%, respectivamente para uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O pH das soluções dos citados adubos simples foi ajustado para 5,5 com HCl e/ou NaOH diluído.

A colheita do experimento foi realizada aos 12 meses após o plantio da mandioca. Além dos parâmetros: stand final da área útil, diâmetro do caule a 10 cm do solo, altura de plantas, peso de hastes, peso de folhas frescas, número de plantas com raízes, número de raízes de 0 a 250 g, de 251 a 500 g e superior a 500g, diâmetro e comprimento de raízes, peso de raízes frescas, matéria seca de raízes, teor (%) de amido nas raízes e índice de colheita (I.C.), o autor coletou amostras de folhas a partir do 60º dia de brotação das manivas, repetindo essa operação antes de cada adubação foliar e por ocasião da colheita do experimento. Nas folhas foram analisados os teores totais de N, P, K.

Os parâmetros determinados, após submetidos a análise estatística (Tabelas 2 a 5), permitiram ao autor chegar as seguintes conclusões:

a) O melhor tratamento foi o que recebeu os três nutrientes aplicados por via radicular (Nr Pr Kr), embora não tenha diferido significativamente dos que receberam P aplicado via radicular.

b) O tratamento que recebeu os três nutrientes aplicados por via foliar (Nf Pf Kf), diferiu significativamente da testemunha absoluta com relação aos parâmetros: rendimento de raízes, da parte aérea total, de folhas frescas e altura de plantas, evidenciando a resposta da mandioca à adubação foliar.

c) Houve interações significativas de P e K para rendimentos de raízes, matéria seca de raízes, da parte aérea total, de hastes e de folhas frescas, altura de plantas e teores (%) de K e P no tecido foliar aos 120 e 210 dias, após a brotação total das manivas.

d) O tratamento (Nf Pr Kr) apresentou maior eficiência econômica, proporcionando uma taxa média de retorno de 185% indicando que, para cada cruzeiro investido havia um retorno de Cr\$ 1,85.

e) O tratamento (Nr Pf Kr) proporcionou uma menor rentabilidade para o produtor com uma taxa de retorno de 76% e uma margem de segurança de -43.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos dados disponíveis na literatura, constatou-se a necessidade de pesquisas em adubação foliar da mandioca, visando elucidar aspectos entre eles:

- Aumento da influência de absorção de fósforo por via foliar pela mandioca.

- Fontes e modo de aplicação de nutrientes.

Tabela 2. Rendimentos médios dos tratamentos referentes aos parâmetros: raízes (t/ha), matéria seca de raízes (t/ha), teor de amido (%), diâmetro de raízes (cm) e comprimento de raízes (cm) na cultura da mandioca (AZEVEDO, 1985).

Tratamentos	Rendimentos		Teor de amido ² (%)	Diâmetro de raízes (cm)	Comprimento de raízes (cm)
	Raízes (t/ha)	Matéria seca de Raízes(t/ha)			
Nr Pr Kr	16,32 a ¹	5,97 a	34,39 a	3,89	18,21
Nf Pr Kr	15,20 a	5,56 a	34,43 a	3,93	17,50
Nf Pr Kf	14,00 a	5,10 a	34,31 ab	3,94	16,14
Nr Pr Kf	13,15 ab	4,81 ab	34,41 a	3,75	17,51
Nf Pf Kf	9,80 bc	3,52 bc	33,98 abc	4,23	18,66
Nr Pf Kf	8,71 cd	3,10 cd	33,73 c	4,46	15,86
Nf Pf Kr	8,57 cd	3,04 cd	33,76 bc	4,17	16,69
Nr Pf Kr	8,10 cd	2,87 cd	33,69 cd	4,16	15,58
0 0 0 (Test.)	5,84 d	2,01 d	33,17 d	3,83	14,50
C.V. (%)	16,57	16,63	0,78	7,36	13,75
D.M.S.	3,86	1,39	0,56	n.s.	n.s.

¹ Médias na vertical seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Obtido com os dados transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{P\%}$

³ Nr = nitrogênio via radicular; Nf = nitrogênio via foliar.

Tabela 3. Rendimentos médios referentes aos parâmetros: parte aérea total (t/ha),
tes (t/ha) e folhas frescas, altura de plantas (m), diâmetro do caule (cm)
e índice de colheita (%), na cultura da mandioca (AZEVEDO, 1985).

Tratamentos ³	Parte aérea total (t/ha)	Hastes (t/ha)	Folhas frescas (t/ha)	Altura de plantas (m)	Diâmetro do caule (cm)	Índice de colheita ²
Nr Pr Kr	17,38a ¹	13,18a	4,10ab	2,26a	2,01a	44,31
Nf Pr Kr	16,33a	11,41ab	4,92a	2,18ab	1,88ab	44,39
Nf Pr Kf	14,73ab	10,22abc	4,51ab	2,00abc	1,91ab	44,54
Nf Pf Kf	13,85abc	9,33abcd	4,47ab	1,90 bcd	1,72abc	40,50
Nr Pr Kf	13,79abc	9,98abc	3,74abc	2,04abc	1,78abc	44,31
Nr Pf Kr	12,47abcd	8,08 bcd	4,37ab	1,83 cde	1,64 bc	39,93
Nf Pf Kr	10,69 bcd	7,11 cd	3,58abc	1,78 cde	1,72abc	39,08
Nf Pf Kr	9,46 cd	6,30 cd	3,16 bc	1,63 de	1,67 bc	43,51
0 0 0 (Test.)	8,21 d	5,67 d	2,55 c	1,54 e	1,58 c	40,12
C.V. (%)	18,90	21,55	18,22	8,44	7,68	8,35
D.M.S.	5,16	4,12	1,50	0,34	0,29	n.s.

¹ Médias na vertical seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Obtido com os dados transformados em $\text{arc.sen } \sqrt{P\%}$

³ Nr = nitrogênio via radicular; Nf = nitrogênio via foliar.

Tabela 4. Teores médios transformados em arc.sen P% de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) nas folhas em cinco épocas de amostragens (60, 120, 210, 270 e 360 dias), após o brotamento total das manivas na cultura da mencioca (AZEVEDO, 1985).

Tratamentos ²	Teor de Nutrientes (%)														
	Tecido foliar														
	60 dias			120 dias			210 dias			270 dias			360 dias		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0 (Testemunha)	11,50	1,54 b ¹	7,42	10,03	1,47	7,52	11,19	1,58 bc	7,73	10,68	1,72ab	7,31ab	12,35	1,77	7,05
Nr Pr Kr	11,82	1,79a	7,71	9,83	1,54	7,70	11,23	1,76ab	7,87	10,33	1,72ab	7,26ab	12,54	1,77	7,37
Nf Pr Kr	11,83	1,70ab	7,42	10,27	1,44	7,04	11,47	1,77a	7,82	10,61	1,70ab	7,00ab	12,41	1,77	6,98
Nr Pf Kr	11,24	1,68ab	7,87	10,14	1,45	7,63	10,70	1,60abc	7,98	10,78	1,81a	7,54a	12,25	1,81	7,50
Nr Pr Kf	11,79	1,60 b	7,60	10,33	1,45	7,73	11,32	1,66abc	7,96	11,46	1,61ab	7,41ab	13,32	1,85	7,26
Nf Pf Kr	10,84	1,77a	7,99	9,85	1,58	7,72	11,55	1,70ab	7,80	10,98	1,60 b	7,08ab	12,68	1,79	7,26
Nf Pr Kf	12,12	1,77a	7,48	10,04	1,46	7,39	11,45	1,76ab	7,74	10,82	1,72ab	6,89 b	12,33	1,79	7,17
Nr Pf Kf	11,62	1,60 b	7,49	9,72	1,47	7,65	11,34	1,62abc	6,75	11,27	1,76ab	7,21ab	12,91	1,85	7,30
Nf Pf Kf	11,79	1,64ab	7,58	10,31	1,45	7,62	11,07	1,49 c	7,71	10,55	1,71ab	7,49a	13,07	1,63	6,86
C.V. (%)	9,23	4,65	4,61	11,48	6,73	4,88	6,60	5,52	4,57	7,90	5,54	3,83	6,75	3,29	6,21
D.M.S.	n.s.	0,16	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,19	n.s.	n.s.	0,19	0,58	n.s.	n.s.	n.s.

¹ Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Nr = nitrogênio via radicular; Nf = nitrogênio via foliar.

Tabela 5. Produtividade, receita bruta, custo operacional, margem bruta, taxa média de retorno e margem de segurança (AZEVEDO, 1985).

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)	Receita bruta (Cr\$/ha)	Custo operacional (Cr\$/ha)	Margem bruta (Cr\$/ha)	Taxa média de retorno(%)	Taxa de juros mensal (%)	Margem de segurança
0 0 0 (Test.absoluta)	5.840	759.200	367.846	391.354	106	6	- 51
Nr Pr Kr	16.320	2.121.600	769.483	1.352.120	176	9	- 64
Nf Pr Kr	15.200	1.976.000	692.264	1.283.740	185	9	- 65
Nr Pf Kr	8.100	1.053.000	598.574	454.426	76	5	- 43
Nr Pr Kf	13.150	1.709.500	744.207	965.293	130	7	- 56
Nf Pf Kr	8.750	1.114.100	509.949	604.151	118	7	- 54
Nf Pf Kf	14.000	1.820.000	655.582	1.164.420	178	9	- 64
Nr Pf Kf	8.710	1.132.300	561.892	570.408	102	6	- 50
Nf Pf Kf	9.800	1.274.000	456.158	817.842	179	9	- 64

¹ Nr = nitrogênio via radicular; Nf = nitrogênio via foliar

Fonte: Dados da Tabela 2 / Resultados do Programa de Análise Econômica Através de Orçamentação Parcial (ANECOR)

Taxa média de retorno para um período de 12 meses

A taxa de retorno mensal é dada por:

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{RB}{CO}} - 1 \right) 100 \quad \text{onde:} \quad \begin{array}{l} n = \text{número de meses} \\ RB = \text{Receita Bruta} \\ CO = \text{Custo Operacional} \end{array}$$

- Idade da planta x eficiência de absorção de nutrientes pelas folhas.

- Economicidade da prática da adubação foliar em mandioca.

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, J.N., 1985. Adubação mineral radicular e foliar na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Areia CCA/UFPB. 83p. (Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal).

BRASIL, 1986. Ministério do Interior. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro.

DIONÍSIO, J.A., 1981. Adubação foliar e radicular comparadas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Areia, CCA/UFPB. 44p. (Dissertação de Graduação).

ADUBAÇÃO FOLIAR DE CULTURAS TUBEROSAS

Júlio Nakagawa¹
Oswaldo Brinholi¹

INTRODUÇÃO

Dentro do grupo denominado por tubérculos, destacam-se quatro tipos de vegetais: a batatinha (*Solanum tuberosum*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), cará (*Discorea spp*) e inhame (*Colocasia esculenta*). Em que pesem a importância regional e a preferência popular por uma ou por outra espécie, ressaltando o papel social de todas elas, a batata sem sombra de dúvida assume maior destaque em função de um consumismo mais universal.

Como consequência, a pesquisa tem-se dedicado mais aos estudos da batata sobre todos os aspectos, isto é, da criação de novos cultivares e os detalhes dos sistemas de cultivo, mormente pelos países cujos povos que tem nela a base alimentar.

Em termos de adubação, raríssimos são os trabalhos com cará e inhame, pouquíssimos com batata-doce e relativamente grande, com batata. Para o caso particular de adubação foliar, a situação é ainda mais agravante para as três primeiras culturas, sendo praticamente inexistentes estudos a respeito, e muito pouco de batata. O Bra-

¹ Professor titular.
Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP
Caixa Postal 237, Tel. (0149): 22-3883
18.600 - Botucatu, SP.

sil não tem fugido à regra, podendo afirmar-se e confirmar-se do dito acima pela pesquisa bibliográfica apresentada sobre tubérculos por CHAVES & PEREIRA (1985).

Fundamentado na revisão de literatura, procurar-se-á aqui discutir a adubação foliar em tubérculos, centralizando a atenção em torno da batatinha, diante da exiguidade de pesquisa em relação ao cará, à batata-doce e ao inhame.

EFEITOS DE FONTES FORNECIDAS VIA FOLIAR

A. NITROGÊNIO

BUTTON & HAWKINS, 1958, conduziram experimentos em duas fazendas comerciais, em Connecticut, nos anos de 1954 e 55, em solos areno-barrento (Faz. A) e limo-barrento (Faz. B). A adubação de plantio foi: 180 e 200 lb/acre de P_2O_5 e K_2O e 30 lb/acre de MgO , solúveis em água. A fonte de K foi o KCl e K_2SO_4 . A fonte de N variou em função do local. Fez-se ainda análise de plantas para verificar possíveis efeitos de N nas folhas. A aplicação via foliar, geralmente uréia, foi feita a intervalos semanais na base de 80 galões de água/acre. Os resultados obtidos foram resumidos nas Tabelas de 1 a 3, e Figura 1.

Os resultados do Exp. 1 mostraram que 120 lb/acre de N, metade no plantio mais a metade em cobertura na linha lateral às plantas foi o melhor, suplantando tratamento correspondente, fornecido em aplicação foliar de 60 lb/acre. Os autores mencionam que as últimas adubações foliares foram prejudiciais pela morte prematura, ocorrida já no dia 01/09, ou seja no início da maturação, uma vez que as aplicações semanais foram iniciadas aos 8/07. No experimento da Faz. B foram avaliados os efeitos das aplicações tardias de N via foliar, sobre o desenvolvimento dos tubérculos, em sub-parcelas, tendo arrancado uma parte prematuramente (safra de 1954) aos 09/09 e no final aos 20/09, em virtude da morte por motivos adver-

Tabela 1. Efeito da aplicação adicional de N via foliar e cobertura no solo. Exp. 1 - Faz. A, 1954. (BUTTON & HAWKINS, 1958) .

N-aplicado em lb/acre		Foliar	N-total	Produção Bus/acre
Tratamentos N-No solo	Cobertura no solo			
60	0	0	60	423 d
60	30	0	90	495 b
60	0	30 (6 x =)	90	465 c
60	60	0	120	525 a
60	0	54 (9 x =)	114	451 c
60	0	60 (8 x =)	120	472 bc

sos. Para a safra de 1955, a colheita prematura foi efetuada aos 18/09 e a final aos 29/09, quando 97 a 100% das ramas estavam mortas.

No experimento 2 (Tabela 2), observa-se que o único tratamento a salientar na Faz. A foi a dose de 150 lb de N dividido em 90 no plantio e 60 em cobertura no solo, lateralmente. Na Faz. B não houve diferença entre as colheitas e as doses de 150 lb de N, independentemente dos modos de cobertura, foram melhores do que as doses de 90 e 127,5 lb, tratamento este que não pôde ser completado a 150 lb por via foliar, face a morte prematura por doença.

No experimento 3 (Tabela 3), na Faz. A. não apresentou nenhum efeito da adubação suplementar de N enquanto na Faz. B houve significância apenas nas diferenças de produções ocorridas entre as colheitas prematura e final. Os dados gerais sugerem que o desenvolvimento de tubérculos maiores ocorreram entre 19 e 29 de setembro para as parcelas que receberam 90 lb/acre de N. Indicam, ainda, que as aplicações adicionais de nitrogênio, independentemente do método, resultaria em menores produções se o período de crescimento terminar cedo. Caso este

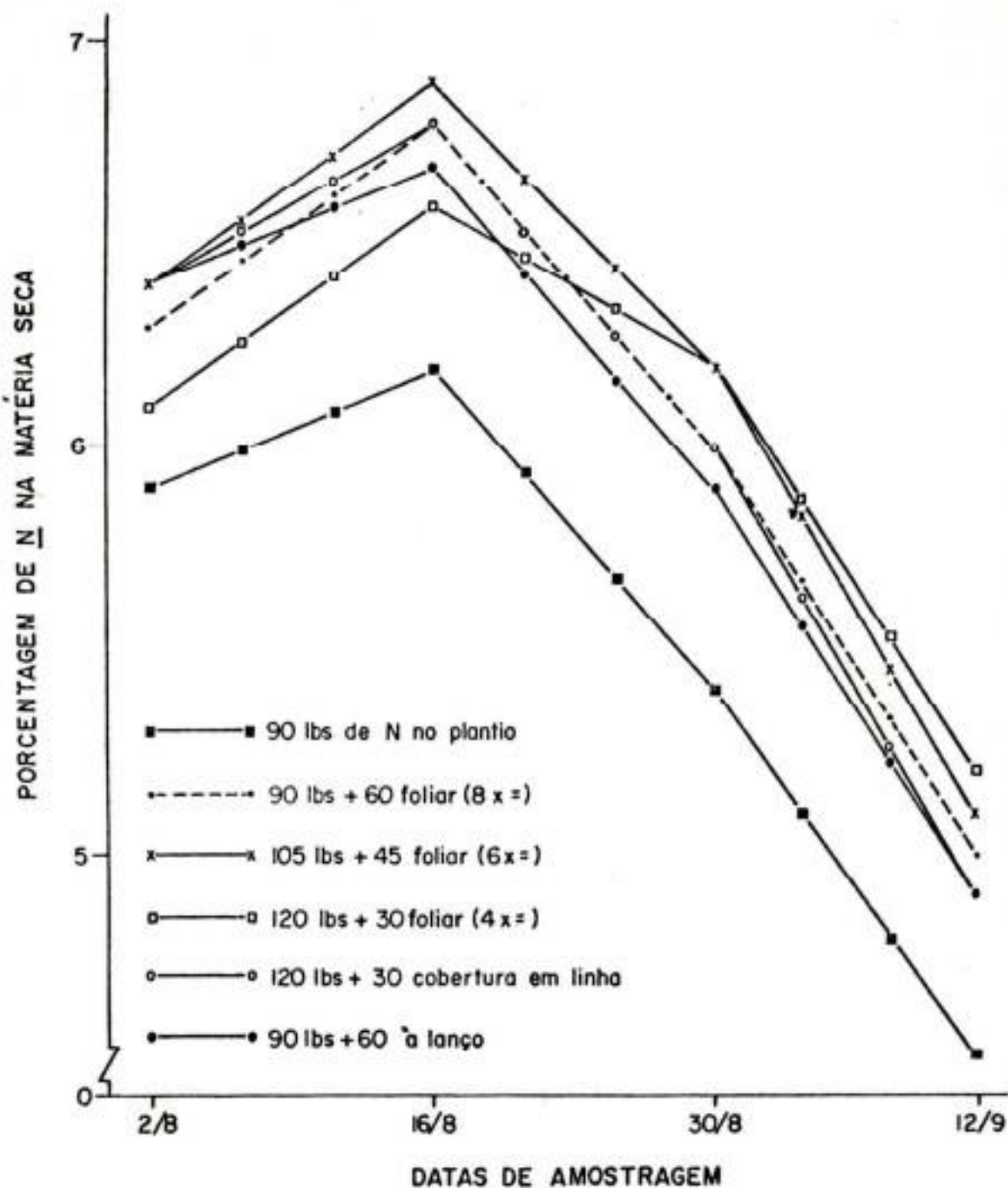


Figura 1. Teor de N em folíolos de batata, amostrada periodicamente (BUTTON & HAWKINS, 1958).

Tabela 2. Efeito da aplicação adicional de N via foliar e cobertura no solo, comparado à aplicação de todo o N no solo, no plantio. Exp. 2 (BUTTON & HAWKINS, 1958).

N-aplicado em lb/acre				
Tratamento N- no solo	Cobertura no solo	Cobertura via foliar	N-total	Produção bus/acre
Fazenda A				
90	0	0	90	484 c
90	60	0	150	558 a
90	0	60 (8x =)	150	511 abc
60	90	0	150	521 abc
60	0	60 (8x =)	120	493 bc
150	0	0	150	543 ab
L.s.d. = 0,01%		(C.V. = 6,3%)		
Fazenda B				
90	0	0	90	Prematura 586 c Final 593 b
90	60	0	150	645 ab 674 a
90	0	60 (8x =)	150	639 a 655 a
60	90	0	150	647 a 651 a
60	0	67,5 (9x7,5)	127,5	604 bc 577 b
150	0	0	150	668 a 667 a
(C.V.-precocẽ-5,26% e final, 5,72%)			L.s.d.*	40 44

Tabela 3. Efeitos da aplicação de várias quantidades de N adicional, via foliar, comparado ao adicional aplicado em cobertura na área toda (at) ou em linha lateral à planta (ll). Exp. 3. (BUTTON & HAWKINS, 1958)

N-aplicado em lb/acre				Produção bus/acre		
Tratamento N- no solo	Cobertura no solo	Cobertura via foliar	N-total			
Fazenda A						
90	0	0	90	335		
90	0	60 (8x =)	150	331		
105	0	45 (6x =)	150	352		
120	0	30 (4x =)	150	354		
120	30 (11)	0	150	336		
90	60 (at)	0	150	357		
C.V. = 7%)	L.s.d.	0	150	n.s.		
Fazenda B						
90	0	0	90	Prematura	Final	Dif.
90	0	60 (8x =)	150	421	444	23
105	0	45 (6x =)	150	351	419	68
120	0	30 (4x =)	150	376	462	86
120	30 (11)	0	150	397	455	58
90	60 (at)	0	150	399	461	62
			150	401	445	44
			C.V.	9,7%	8,4%	
			L.s.d.	n.s.	n.s.	1%

período seja suficientemente longo, pode-se esperar que 4 ou 6 aplicações foliares de uréia teria comportamento favorável, da mesma magnitude quando se faz cobertura na linha lateral às plantas. Diante destes resultados os autores concluem que a aplicação foliar da uréia é um meio efetivo de suplementar parte do nitrogênio à batata (cv. Katahdin) sob as condições de Connecticut. As aplicações foliares de uréia podem ser utilizadas como meio de suprimento adicional de N quando as plantas estiverem muito grandes para cobertura no solo ao lado delas. Não ocorreram efeitos adversos na qualidade dos tubérculos, como incidência de cavidade interna ou escurecimento após o cozimento, em função da uréia via foliar. As aplicações foliares de N no período mais avançado do período de crescimento podem retardar a maturação da cultura e resultar em produções menores e tubérculos de densidade específica menor na eventualidade de o ciclo da planta ser abreviado. Mostraram também, que a quantidade de N a se aplicar via foliar não deve ser maior do que 30 a 45 lb/acre e não mais do que em 4 a 6 pulverizações, com suprimento suficiente de nitrogênio no plantio para prevenir deficiência daquele elemento, antes de tudo.

CANTAR & OUTROS, 1976, estudaram em solo chernozêmico, fazendo adubação básica de P no sulco e aplicações de uréia, N amoniacal ou solução água-amônia e observaram aumentos de 26,3, 22,7 e 14,9%, respectivamente.

CHAUDHURY & OUTROS, 1986, aplicando uréia nas doses de 76,8 kg de N/ha (40 no plantio + 36,8 em 4 aplicações foliares) e 93,4 kg/ha de N (40 no plantio + 40 após brotação + 13,4 em duas aplicações foliares) obtiveram produções 32,8 e 33,0 t/ha, comparado com 29,9 e 30,4 ton/ha em áreas adubadas com 120 kg/ha de N parcela dos respectivamente em 2 e 3 vezes, no solo, contra, ainda 13,4 t/ha da testemunha, sem N.

CUNNINGHAM, 1957, estudou a aplicação de uréia e de fertilizantes completos, via foliar em vários estágios de crescimento por vários anos. Concluiu que a adubação foliar deve ser feita para casos emergenciais, na correção de desordens nutricionais que possam ocorrer durante

o período de crescimento e que a adubação completa deve ser feita no sulco de plantio. A aplicação de 30 lb / acre de N feita via foliar não foi tão eficiente como a aplicação total no plantio.

DHUA & ROY, 1976, em estudo de adubação foliar com vários fertilizantes nitrogenados, concluíram que adubação foliar foi benéfica para a produção de arroz em palha mas não foi para batata.

MEHROTRA & OUTROS, 1969, conduziram ensaios de campo nas fazendas governamentais de Kanpu e de multiplicação de sementes em Danpur e Supi, para determinar os efeitos da aplicação foliar de uréia em batata. Aplicações de 10, 25 e 50 kg/ha, em 1 e 2% de uréia pulverizada, no estágio de formação de tubérculos, combinado com 10, 25 ou 50 kg/ha de N aplicado no solo, no plantio, promoveu aumento de produção de tubérculos em comparação à aplicação apenas no solo de mesma quantidade. A adubação apenas foliar de 10, 25 e 50 kg/ha, não proporcionou maiores produções, sugerindo que a uréia pode suplementar mas não substituir a aplicação no solo. Maiores eficiências de produção e retorno econômico foram obtidos onde a pulverização de N em uréia foi adotada total ou parcialmente.

PEUSENS, 1980, em experimento realizado entre 1975 e 77, com o cv. Hansa (alemã) fornecendo 0-60-100-140kg/ha de N como adubação básica e com ou sem 40 kg/ha de N na forma sólida ou em duas pulverizações de 20 kg/ha, via foliar, como solução de 3,3% de uréia no final de junho e outra uma semana depois, obteve as maiores produções (45,27 e 47,51 t/ha de tubérculos) com 100 kg/ha de N aplicado na primavera. Concluiu que a adubação foliar deu resultados variados mas foi menos eficientes do que a adubação de cobertura no solo, na linha.

SAHOTA & GREWAL, 1981, em experimento de campo em 1978, aplicando 80 ou 120 kg/ha de N, no plantio de primavera, observaram que o "stand" final não foi afetado; o desenvolvimento e a produção de tubérculos aumentaram com a aplicação de N. Aplicando-se 40 kg no plantio mais 20 kg logo após a emergência, mais 20 kg em duas aplica-

ções foliares de uréia, foram superiores à de 80 kg numa só aplicação ou à 40 + 40 kg. A dose de 120 kg apresentou-se melhor quando se aplicou dividida em 60 + 60. A produção aumentou de 5,5 t/ha para 16,02 com 80 kg/ha de N aplicado em 40 + 20 + 20 kg/ha.

SCHAUPMEYER & OUTROS, 1987, em ensaios em solos deficientes em nitrogênio, com quatro tratamentos de nutrição foliar compararam alguns produtos formulados próprios para tal fim, isto é, "Plant Products" (20-20-20) aplicado a 5,15 a 10,3 g/l e "Leffingwells" (10-12-0) a 4,12 a 8,24 g/l, empregando 1.200 ml por 11 m² de parcela. As doses menores não aumentaram acentuadamente a produção mas a maior sim. Com exceção feita ao primeiro tratamento, todos os demais reduziram significativamente o peso específico dos tubérculos. Pode-se concluir que quando não é possível a adubação de cobertura no solo, lateralmente às plantas ou por injeção, a alimentação via foliar em solos deficientes em N é econômica.

STRICKER, 1987, descreve que a aplicação de uréia via foliar em julho não aumentou a produção e o risco de descoloração dos tubérculos aumentou.

B. POTÁSSIO

DASMAHAPATRA & OUTROS, 1986, em seus estudos de métodos de aplicação de potássio em batatinha concluem que a aplicação de 60 e 120 kg/ha de K₂O proporcionaram produções de 17,8 e 20,7 t/ha respectivamente. E que a aplicação de todas as doses acima mencionada de K no solo no plantio foi mais eficiente do que a cobertura parcelada no plantio e/ou via foliar.

LAUGHLIN, 1961, estudou a influência do potássio fornecido via foliar sobre a necrose e produções de algumas hortaliças e observou que as necroses das folhas da batata, desenvolvidas no campo, foi acentuadamente reduzida por pulverização de K e as produções de tubérculos de bom tamanho foram grandemente aumentadas nos três anos de estudo. Não foi constatada diferença significativa entre as fontes K₂SO₄ e KCl nas concentrações utili

zadas. Ainda, LAUGHLIN, 1962, fazendo 9 aplicações semanais a concentrações de 0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 de K_2O nas formas de KCl e K_2SO_4 , correspondente às doses de 0-12-24-36 e 48 lb/acre de K_2O , constatou que ambas as formas ou fontes de K aumentaram a produção de tubérculos mas reduziram o seu peso. O sulfato produziu mais tubérculos do tipo US nº 1 do que o KCl e uma concentração de K_2O maior do que 2,4% reduziu significativamente a produção. O aumento na concentração de KCl maior do que 1,2 queimou a folha mas o sulfato não. O KCl reduziu mais o peso específico enquanto o sulfato reduziu em grau menor.

SHUKLA & SINGH, 1976, através de estudo com potássio verificaram que o aumento de K incrementou o desenvolvimento da batata quando se forneceu a metade da dose no solo e outra metade em cobertura no solo ou via foliar. As maiores produções e melhores valores nutritivos dos tubérculos foram obtidos com 180 kg/ha de K_2O , aplicando-se a metade no solo no plantio e a outra metade, via foliar.

C. NITROGÊNIO E FÓSFORO

McCALL & DAVIS, 1953, estudaram as aplicações foliares em plantas cultivadas em solos orgânicos. Em geral, a aplicação de nitrogênio no solo deu maiores produções do que a feita via foliar ou polvilhada e o fósforo foliar (85% na forma de ácido fosfórico) desenvolveu satisfatoriamente.

MUKHERJEE & DE, 1968, realizaram dois ensaios em solos de pH 7,65 e 7,60, experimentos 1 e 2 respectivamente e com teor de P_2O_5 em torno de 23 kg/ha, extraído pelo método de Olsen. O Exp. 1 constou de um fatorial

34, fazendo interagir doses de N (0-40-80 kg/ha no solo), com doses de P (0-30-60 no solo), com doses de N (0-20-40, via foliar de N) e finalmente com doses de P (0-15-30 em P_2O_5 , via foliar), e tendo como fontes uréia, superfosfato triplo e sulfato de potássio (100 kg/ha em K_2O). Nos tratamentos considerados aplicações no solo, a metade do N e todo o P e K foram colocados no sulco de plantio. O Exp. 2 constou de 5 tratamentos: Testemunha sem adubo; Adubação só no solo; 1/2 no solo e 1/2 via foliar; 1/4 no solo e 1/4 via foliar; e toda a dose via foliar, nas doses de 120 de N e 80 kg/ha de P_2O_5 , nas formas de uréia e superfosfato triplo. As aplicações foliares, em ambos os ensaios iniciou-se 37 e 35 dias após o plantio e com solução a 3% de N e P em 5 aplicações iguais e os testes mostraram que cerca de 14,7% da quantidade aplicada eram perdidas como gotas dispersas no solo.

No experimento 1 (Tabela 4) a aplicação de 40 kg/ha de N via foliar foi melhor do que 80 kg/ha aplicado totalmente no solo. As doses de 30 e 60 kg/ha de P_2O_5 no sulco, equivaleram a metade dessas doses aplicadas via foliar. As doses ótimas de NP, em função de diferentes métodos de aplicação, foram: N só no solo - 76,2 kg/ha; N só via foliar 56,8; P só no solo - 37,8; e via foliar, também 37,8 kg/ha de P_2O_5 . Diante destes resultados os autores concluem que a eficiência relativa de adubação foliar de N e P foi reduzida em maior proporção quando as quantidades de fertilizantes aplicadas aumentavam acima da quantidade ótima da adubação foliar. Nos níveis abaixo ou mais baixo, as eficiências das aplicações foliares de N e P sobre tubérculos foram de 1,5 a 2,4 vezes maiores do que aquelas aplicados no solo para os dois nutrientes respectivamente. As doses ótimas para via foliar foram menores do que as necessárias para o solo, o que significaria redução substancial no consumo de fertilizantes para o mesmo nível de produção.

MUKHERJEE & OUTROS, 1966, realizaram um estudo sobre a eficiência de utilização de N e de P vias solo e foliar, em solo areno-argiloso de pH 7,5. O experimento constou de três métodos, três doses de cada nutriente, além de potássio na dose de 80 lb/acre em K_2O . Os ní-

Tabela 4. Produção e renda líquida obtidas nos dois experimentos em quintal/ha (produção) e RL = renda líquida em rupias (MURKHERJEE & DE, 1968).

Tratamentos	Experimento 1		Tratamentos	Experimento 2	
	Prod. extra testemunha	RL		Produção total	RL
N-no solo			Testemunha	69,35	-
40 kg/ha	26,02	507,24	NP-no solo	87,79	117,29
80 kg/ha	37,08	689,88			
N-foliar			1/2s+1/2f	104,93	427,94
20 kg/ha	25,17	470,22	1/4s+1/4f	89,14	215,47
40 kg/ha	39,09	750,32			
P-no solo (P ₂ O ₅)			NP-foliar	81,56	35,88*
30 kg/ha	18,66	375,23	*negativa		
60 kg/ha	33,73	681,69			
P-foliar (P ₂ O ₅)					
15 kg/ha	19,17	352,02			
30 kg/ha	31,29	608,41			

veis de N (60-90 e 120 lb/acre) e de P_2O_5 (20-40 e 60 lb/acre), foram aplicados na forma de uréia e superfosfato triplo. Os métodos consistiram em: aplicação de todo fertilizantes no solo; 1/2 no solo e 1/2 via foliar e 1/4 da dose no solo e 1/4 via foliar. As pulverizações foram iniciadas 42 dias após o plantio em cinco vezes semanais, tendo aos 80 dias após feito uma coleta de tubérculos para a determinação dos teores de N e P. A colheita teve de ser antecipada em função da geada, e deu-se aos 85 dias após o plantio. Os resultados mostraram que adubação foliar, tanto de N como de P, foi melhor que a aplicação no solo. A aplicação de meio a meio resultou em 18% de aumento sobre a aplicação de todo o adubo somente no solo. Em relação às doses, para o N, até a dose de 60 lb/acre foi linear para todas as três doses, mas a Figura 2 mostra que a associação dose x método, o gráfico do meio a meio ficou acima dos demais métodos. A Figura 3 mostra semelhança quanto aos tipos de gráficos mas a dose de linearidade de P foi 30 lb/acre para aplicação total de P no solo e meio a meio e aproximadamente 16 lb/acre para 1/4 + 1/4. Os autores concluíram que a aplicação de metade da dose no solo e outra metade via foliar registrou produções tanto quanto a da aplicação de todo o adubo no solo. As doses mais baixas de N a eficiência de utilização de N e P fornecido via foliar foi de 1,99 e 1,54, sobre a produção obtida com a aplicação dos dois nutrientes no solo; essa eficiência tendeu a diminuir com o aumento de doses; a absorção do total de nutrientes em tratamento meio a meio foi 29 e 37% maior em N e P, respectivamente, em relação ao aplicado todo no solo.

VARSHNEY & SINGH, 1981, conduziram um experimento em Bichpuri, Agra-Índia, para estudar os efeitos das aplicações de N e P no solo e nas folhas em batata, durante o ano 1968/69. Para ambos os casos, aplicados separadamente, as doses maiores foram mais eficientes do que as menores e a aplicação foliar foi mais eficaz do que no solo.

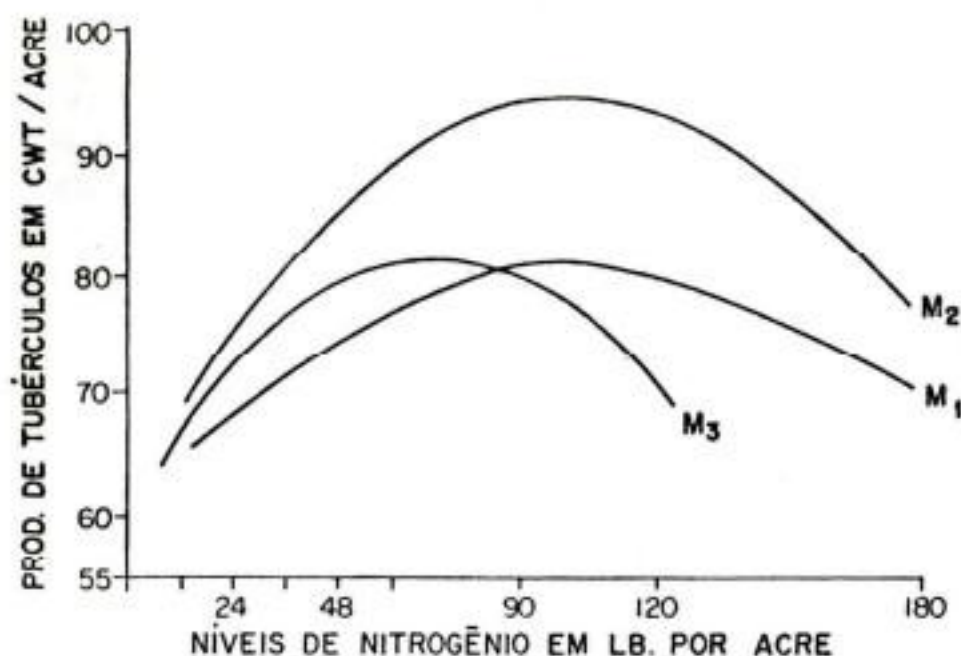


Figura 2. Resposta da batata aos métodos de aplicação: no solo (M_1), 1/2 solo + 1/2 foliar (M_2), 1/4 solo + 1/4 foliar (M_3). (MUKHERJEE & OUTROS, 1968)

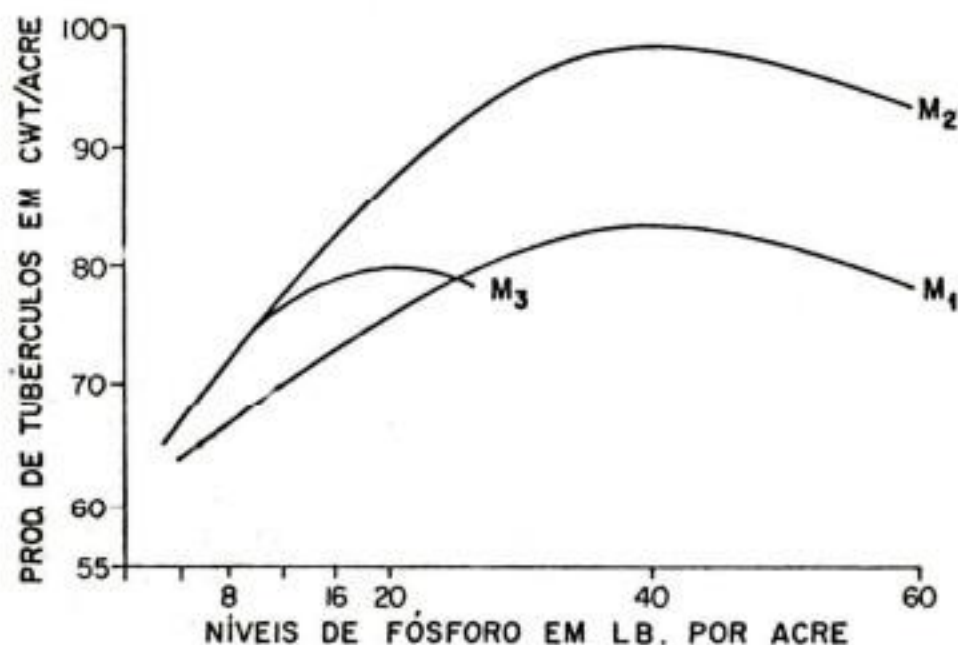


Figura 3. Resposta da batata aos métodos de aplicação: no solo (M_1), 1/2 solo + 1/2 foliar (M_2), 1/4 solo + 1/4 foliar (M_3). (MUKHERJEE & OUTROS, 1968)

MUNZERT, 1987, realizou estudos durante os anos de 1982-1984, em campo, utilizando adubos foliares comerciais (Fetrilon Combi) contendo 9% de MgO e 7 micro nutrientes aplicados na base de 1 kg/ha no florescimento e duas semanas após ou de "Siapton", contendo 9% de N na forma de aminoácido livre e peptídeos na base de 3 litros/ha quando as plantas estavam com 10 cm de altura e 4 l/ha na fase em que as plantas cobriam totalmente a superfície. Nos quatro cultivares estudados, não verificou efeito, exceto o de "Fetrilon Combi" que aumentou a produção de tubérculos e de amido num cv. de "mesa" em 2,4% e 4,3% (amido) e a "Siapton" fez decrescer a produção de tubérculos e de amido no cv. "Industrial", em 3,8% e 4,3% (amido) e de outros cvs. em pequenos graus.

D. FONTES DIVERSAS DE MACRONUTRIENTES

LAUGHLIN, 1962, realizou um estudo fatorial 2^2 com o objetivo de comparar a presença ou ausência de P no solo com pulverização ou não de fosfato monobásico de sódio, aplicando 3 vezes por semana por 8 pulverizações, totalizando uma dose de aproximadamente 10 lb/acre de P_{205} /ano. No solo, no plantio foram aplicados, em 1958, 120 lb/acre de N e 150 lb/acre de K_{20} e, no ano de 1959, 150 e 180 lb/acre na mesma sequência de nutrientes, tendo como fontes nitrato de amônio e sulfato de potássio. A dose de fósforo foi 360 lb/acre de P_{205} , em superfosfato triplo. Os resultados permitiram concluir que o fósforo no solo aumentou a produção e a pulverização não aumentou significativamente. O P no solo aumentou significativamente o seu teor nos tubérculos e reduziu os de K e N e o Mg também tendeu a decrescer quando o P é colocado no solo.

KRZYSCH, 1958, aplicou várias soluções de N (0,25%), P (0,35) ou K (0,25%) em diferentes culturas, em 15 a 20 pulverizações, desenvolvidas em vaso e em solo arenoso. Como fonte de N o KNO_3 e o NH_4NO_3 foram os mais eficientes em aveia e batata e o sulfato de amônio, cloreto de amônio e nitrato de sódio causaram queimaduras nas folhas e ocasionaram queda na produção. Houve efeito de N

na aveia mas não em batata, independentemente do suprimento no solo.

MAZUR & OUTROS, 1986, relatam estudo feito no período de 1978/80, fornecendo doses N-P₂O₅-K₂O, 80-80-120 e 160-160-240 kg/ha, por via foliar e no solo. As aplicações aérea e no solo resultaram em 93 e 89,9% da quantidade do valor do fertilizante comprometido. Entre as doses houve 26,3 e 30,0 t/ha quando por via foliar e 24,7 e 28,9 t/ha de produção de tubérculos para aplicação no solo. A composição química foi mais afetada por doses do que por métodos.

DE & OUTROS, 1963, observaram que a aplicação foliar de 1/5 a 1/4 da quantidade normal de nutrientes (NPK) utilizado no solo foi tão eficiente quanto ao total aplicado no solo.

TZECKI, 1962, fez um estudo sobre os efeitos da adubação tardia e normal, via foliar, com fertilizantes minerais na produção, no amido e tamanho dos tubérculos. As plantas foram pulverizadas com solução de nitrato de cálcio, superfosfato e cloreto de potássio no início de florescimento e algumas semanas antes da colheita. Os efeitos da pulverização foram comparados com cobertura no solo no início de florescimento. Não houve aumento de produção de tubérculos com a cobertura e esta tendeu a decrescer a porcentagem de amido e a pulverização com nitrato de cálcio também tendeu a aumentar a produção de tubérculos pequenos e a prolongar o ciclo de vida vegetativa.

EDDOWES, 1987, realizou uma pesquisa de adubação foliar com fósforo nas cultivares de batata Estima e Maris Piper, submetidos aos seguintes tratamentos:

Kg/ha de N-P₂O₅-K₂O no plantio

NPK (A)	250 - 250 - 400
NPK (B)	200 - 200 - 300
NK (A)	250 - 0 - 400
NK (B)	200 - 0 - 300

Cada tratamento foi subdividido em com e sem aplicação de 10 kg/ha de P_{205} via foliar, quando as plantas cobriam 40% as entre linhas. Os resultados apresentados na Tabela 5, mostraram que, comparado com as aplicações de 250 e 200 kg/ha de P_{205} no plantio, a omissão de P, com NK via semeadura, seguido de apenas 10 kg/ha de P_{205} via foliar no início da formação dos tubérculos, as produções se equivaleram. Comparado com adubação NPK na semeadura, a adubação NK no plantio mais a foliar de 10kg/ha de P_{205} , na época de formação de tubérculos, devem aumentar a proporção de tubérculos maiores.

Tabela 5. Produção relativa de tubérculos (Adaptado de EDDOWES, 1987).

Cultivar	Ø dos tubérculos	NPK		NK	
		-P (t/ha)	+P	-P	+P
Estima (A)	>35 mm	100(57,3)	-104	95	100
M.Piper (B)	>35 mm	100(60,0)	- 98	94	99
Estima (A)	>55 mm	100(38,5)	-108	107	106
M.Piper (B)	>55 mm	100(37,5)	- 98	109	117

E. FONTES INCLUINDO ALGUNS MACRO E OUTROS MICRONUTRIENTES

CHAVERRI & BORNEMISZA, 1977, pesquisaram as interações P-Zn em batata, através de um ensaio de campo, fornecendo 0-480-720-960 kg/ha de P_{205} e 0-43,5 kg/ha de Zn no solo ou 3 kg/ha de Zn via foliar. A produção total de tubérculos aumentou significativamente com 480 kg/ha de fósforo e pequenos aumentos além foram conseguidos a doses maiores de P sem zinco. Mas com Zn a doses

maiores de P, decresceu levemente. A produção com Zn via foliar foi menor do que esse elemento fornecido no solo.

MARCHAND & SCHENK, 1986, realizaram estudos na Alemanha, durante o período de 1977 a 81, com aplicações de magnésio ou molibdênio e observaram que elas aumentaram levemente a produção de tubérculos comparado à testemunha sem fertilizantes mas não aumentou os tubérculos comerciais. A aplicação foliar de molibdênio reduziu a produção em relação à aplicação dele no solo e à testemunha mas, em relação à aplicação de magnésio foi semelhante, 35,88t/ha para foliar e 36,05t/ha para solo, comparados a 35,13t/ha para testemunha. A aplicação foliar de Mg aumentou o seu próprio teor ou seja: 0,23% (testemunha), 0,39 (foliar) e 0,29 (solo).

F. MICRONUTRIENTES

MULDER & BORST, 1969, observaram, em solo argilo-arenoso-calcáreo, que a aplicação foliar de 15kg/ha de $MnSO_4$ reduziu sintoma de deficiência de Mn e aumentou a produção. A aplicação equivalente em MnO foi menos efetiva. As melhores épocas para tais aplicações foram quando as folhas amarelavam ou tão logo as estrias pardas apareciam. Uma segunda aplicação foi eficiente quando apareciam novamente muitas manchas após a primeira aplicação.

TREHAN & GREWAL, 1981, na Índia, em solo de montanha, com um teor de 0,6 ppm de Zn, efetuaram um ensaio aplicando 150-44-84 de $N-P_2O_5-K_2O$, mergulhando as batata-semente em suspensão de 2% de óxido de zinco ou ainda encharcando-as com solução a 0,05% de sulfato de zinco por 3 horas. No solo foi, ainda adicionado 20 kg/ha de sulfato de zinco e a via foliar, em duas aplicações de sulfato de zinco a 2%, aos 60 e 80 dias após o plantio. As produções obtidas, em t/ha, foram 23,03 (suspensão), 21,85 (encharcamento), 18,00 (no solo) e 17,28 (via foliar), respectivamente, comparado à 12,85, sem zinco.

TZECKI & STRSBURGER, 1962, relatam que doses a níveis tóxicos de B, Cu e Mn, via foliar, fazia decrescer

as produções e teores de amido, as aplicações cuidadosas não tiveram efeitos satisfatórios e nem afetaram positiva ou negativamente os fatores que influenciariam a qualidade da batata.

BERES, 1980, examinou a eficiência de alguns micronutrientes por um experimento de campo, utilizando cobre, zinco, molibdênio e boro. Constatou que a aplicação no solo na primavera foi mais eficiente do que a de outono. A aplicação de sulfato de cobre no solo bem como do quelado ofereceram um pequeno aumento na produção e aumentou a deformidade dos brotos, concluindo-se que a aplicação foliar de quelado de cobre é mais econômica. A aplicação de sulfato de zinco ao solo foi mais eficiente mas a de quelado mais eficaz na folha. O quelado de molibdênio teve comportamento semelhante nos dois modos de aplicação, sendo igualmente eficientes. O zinco e o molibdênio adicionados ao solo proporcionaram aumento de tubérculos maiores.

Experimentos sobre respostas da batata aos elementos traços em solos medianamente ácidos de Palanpur (Índia) revelaram que as produções de tubérculos sementes mergulhadas em solução 0,05% de sulfato de zinco foram semelhantes às aquelas em que se aplicaram 20 kg/ha de sulfato de zinco no plantio. O de Mn nas mesmas condições, em doses e modos de aplicações, foram melhores do que a de sulco. Não houve respostas nem ao Fe e nem ao cobre. A aplicação foliar de produtos contendo complexos de micronutrientes (Agromin e Micron-B) não foram eficazes (SHARMA & OUTROS, 1986).

G. SITUAÇÃO BRASILEIRA

A literatura brasileira sobre adubação foliar de tubérculos mostra que a pesquisa nesse campo é paupérrima.

MAGALHÃES (1985), em seu trabalho "Nutrição e Adubação de Batata", não menciona nenhuma pesquisa de adubação foliar nem faz menção sobre o tema e também não inclui alguma recomendação via foliar, no seu item final "Adubação".

CHAVES & PEREIRA (1985) descreve um sub-Ítem a respeito, onde relata o ensaio feito por NEPTUNE & OUTROS (1967) (cujo trabalho será melhor discutido posteriormente), e uma recomendação de adubação via foliar, baseado em outros autores, cuja publicação é de divulgação técnica e não científica, como faz MINZON (1981), adaptando a recomendação de Trani.

A rigor, pode-se citar como pesquisa em adubação foliar no Brasil, somente o trabalho de NEPTUNE E OUTROS (1967), motivo pelo qual, será descrito com maiores detalhes. O referido ensaio foi conduzido em Latossolo Vermelho Escuro-fase arenosa, no município de Regente Feijó, SP, cujas características químicas mostravam um nível médio de fertilidade: pH = 6,3 (H₂O); M.O.% = 1,03; 24 ppm de P; 0,13; 2,80 e 0,40 meq/100 g de terra, respectivamente de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺. Foram incluídos nove tratamentos, conforme mencionado na Tabela 5, juntamente com a produção, em toneladas de tubérculos por ha, do cv. Marita de origem alemã, colhida em 1966. Além da produção, foram determinados os teores de N, P e K nas partes velhas e novas para verificar a translocação e possível estímulo da adubação foliar na absorção desses nutrientes. O que se concluiu dos resultados foi:

- a. O "Stand" de brotação não foi afetado em função das doses aplicadas no sulco de plantio;
- b. Com doses baixas de fertilizantes no sulco a produção de tubérculos não foi aumentada significativamente enquanto a adubação foliar tendeu a aumentá-la, atuando bem como complemento;
- b. A adubação foliar estimulou a absorção de nitrogênio do solo mas não se verificou o mesmo para o fósforo e o potássio;
- d. O nitrogênio, mais, e o potássio, menos, migraram das partes onde foram aplicados para as partes mais novas formadas após a aplicação, notadamente aos 50 dias de idade da planta;

Tabela 6. Quantidades de adubos (NPK), modos de aplicação e produção de tubérculos (Dados adaptados de NEPTUNE & OUTROS, 1967).

Tratamentos	kg/ha de adubo NPK aplicado		Produção t/ha
	No plantio	Total aplicado	
1 - Testemunha	0	0	9,90 b
+2 - Com adubação foliar	555	825	17,60 ab
3 - Sem adubação foliar	825	825	16,63 ab
+4 - Com adubação foliar	825	1100	18,47 ab
5 - Sem adubação foliar	1100	1100	18,87 ab
+6 - Com adubação foliar	1100	1375	20,13 a
7 - Sem adubação foliar	1375	1375	17,23 ab
+8 - Com adubação foliar	1375	1650	19,10 a
9 - Sem adubação foliar	1650	1650	21,17 a

C.V. = 17,65% e Tukey (5%) = 8,987

Tabela 7. Teores em porcentagem de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas amostradas aos 35 e 50 dias após o brotamento (Dados adaptados de NEPTUNE & OUTROS, 1967).

Tratamentos	Nitrogênio (%)		Fósforo (%)		Potássio (%)	
	1ª am.	2ª am.	1ª am.	2ª am.	1ª am.	2ª am.
1	4,95	4,95	0,366	0,321	4,62	4,11
+2	4,71	5,08	0,339	0,266	4,89	4,69
3	5,08	5,04	0,329	0,339	4,35	4,24
+4	5,08	5,55	0,421	0,338	4,65	4,71
5	5,32	5,65	0,357	0,338	3,72	4,68
+6	5,60	6,30	0,431	0,430	4,62	4,51
7	5,60	5,61	0,430	0,366	4,47	4,56
+8	5,83	6,21	0,421	0,376	4,60	4,80
9	5,74	5,93	0,504	0,403	4,77	4,23
D.m.s. (Tukey) 5%	0,644	0,448	0,136	0,147	n.s.	n.s.
C.V. %	5,42	3,59	15,32	15,38	10,72	18,35

- e. Não se verificou diferença nos teores de fósforo nas folhas, frente aos dois métodos de adubação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos em pesquisa mostra inúmeras contradições, como aliás foi acontecer na maioria dos estudos de adubação, em função, sobejamente conhecido, de que a fertilização é um dentre muitos fatores de produção e a adubação foliar consiste apenas em mais um dos métodos dentro dessa prática agrícola.

Genericamente, poder-se-ia ressaltar os trabalhos, desenvolvidos na Índia, como os que apresentaram melhores resultados em adubação foliar, principalmente em relação ao nitrogênio e micronutrientes. As razões parecem ser as condições especiais dos solos, já que, em sua maioria os estudos conduzidos naquele país, a batata foi cultivada em solos com pH mais elevados, do que aconteceu em outros países, o que provavelmente tenha levado a uma produtividade mais baixa de tubérculos, relativamente a outras partes do mundo. A baixa produtividade parece ser outra condição para favorecer a adubação foliar no aumento da produção beneficiada por aquela operação, considerando o limite de baixa produtividade, 20 toneladas de tubérculos por hectare.

Pesquisas feitas em outros países, Alemanha e EEUU, por exemplo, há mais resultados negativos com adubação foliar exclusiva quando comparado à localização do adubo no sulco de plantio, ou seja, a adubação foliar tem apresentado resultados bons quando feita como suplementar à do solo e/ou em condições especiais e acidentais, como ocorrência de granizo, chuvas pesadas ou geadas leves.

No tocante ao Brasil, o número de pesquisa é insuficiente para alguma afirmação categórica mas o único trabalho feito está mais condizente com os resultados de outros países que não os da Índia pois nele o efeito da

adubação foliar se fez sentir na medida em que a adubação fundamental de plantio ia decrescendo. Em termos práticos, baseado em informações de cooperativas que prestam assistências a plantadores e de afirmativas destes próprios, deduz-se que o uso de adubação foliar se restringe a casos bem particulares, geralmente quando acontecem acidentes climáticos como os já anteriormente mencionados, e objetivam nestas circunstâncias uma tentativa de recuperação mais rápida. Levam ainda em consideração, se a fase da cultura em que ocorreu o fato apresenta uma perspectiva de retorno, isto se o custo/benefício compensaria a prática. Como normalmente são feitas pesadas adubações no plantio, incluindo coberturas inclusive com a própria formulação de plantio, adubação essa da ordem de 3,5 a 4,0 toneladas/ha, no plantio e 800 kg/ha da fórmula 4-16-8, além de boro e zinco, quando o local requer, raramente aparecem problemas nutricionais, alcançando, conseqüentemente altas produtividades, da ordem de 20 a 25 t/ha de tubérculos de muito boa qualidade.

Outro aspecto que deve ser lembrado é a necessidade de água contínua, pela batata, no seu período de máximo crescimento. Segundo LOON, 1981, a batata necessita de água durante todo o período vegetativo com maior ou menor prejuízo conforme o estágio, que segundo os autores são: 1º: do plantio à emergência; 2º: da emergência à formação de tubérculos; 3º: máxima formação de tubérculos e 4º: senescência e maturação. A falta de água na 1ª fase resultaria na má emergência e formação das raízes. Solo seco no 2º estágio, resultaria em menor número de tubérculos. A escassez de água no 3º, favorece a senescência e um "stress" hídrico no estágio final, anteciparia a colheita. Não obstante, a batata tem grande sensibilidade ao déficit de água no solo, com um LWP (Low Water Potential) de -3,5 bares contra -11 e -13 de soja e algodão respectivamente (Rijtema & Aboukhaled, 1973, citado por LOON, 1981). Se, como consequência há um fechamento dos estômatos já o potencial de água relativamente alto, é necessário adicionar-se água com maior frequência para regularizar o sistema de evapotranspiração e o fluxo de água dentro da planta. Conscientes ou não mas conhecedor das necessidades de água pela cultura, o agricultor faz

irrigação, geralmente por aspersão, com muita frequência, por ser a cultura, em nossas condições, conduzida em período mais seco do ano. Essa prática, por si só é incompatível com a adubação foliar pois, se feita, corre o sério risco de lavagem dos nutrientes aplicados na folha.

Observando o trabalho de MACEDO & OUTROS, 1981, constata-se que na maioria das batatinhas cultivadas (cultivares diversos), os estádios da cultura se situavam, respectivamente: 1º de 0 a 40 dias, 2º de 40 a 60 dias, 3º de 60 a 80 dias e o 4º de 80 a 100 dias. As maiores necessidades de macronutrientes exceto o enxofre, foram até 60 dias, ocorrendo o acréscimo posterior mais em função do acúmulo de matéria seca, o mesmo podendo ser dito para o boro, cobre e ferro, os micronutrientes estudados.

Considerando os dois aspectos, a água e a nutrição mineral da batatinha, verifica-se uma perfeita coincidência entre a maior necessidade de água e de nutrientes dando a entender que a maior eficiência da adubação no solo seja em grande parte devido a essa coincidência, uma vez que a cultura geralmente é conduzida com irrigação, o que, por sua vez, aumentaria a disponibilidade dos nutrientes no solo.

Outro fato, consequente da irrigação ou melhor, ligado ao fechamento de estômatos a potencial relativamente alto, isto reduziria a absorção de nutrientes pela folha caso ocorra déficit de água mesmo pequeno, obrigando por sua vez à irrigação se se quizer um bom aproveitamento dos nutrientes fornecidos via foliar. Porém se essa água for fornecida por aspersão, fatalmente o nutriente seria lavado.

Diante de todas essas circunstâncias, seria cômodo reiterar as afirmações, aliás muito verdadeira, de BUTTON & HAWKINS, 1958, em se utilizar-se da adubação foliar apenas como suplementação quando assim houver necessidade e procurar dar melhores condições no solo afim de se dispensar a outra prática. Contudo, os trabalhos na Índia mostram em algumas situações vantagens econômicas. Além desse fato, é de todos conhecido o quanto a aduba-

ção feita pelos denominados "batateiros" brasileiros é empírica. Adicionando ainda, a escassez de pesquisa em adubação foliar em batatinha no Brasil, conclue-se que, antes de qualquer outra afirmativa a respeito, há grandes necessidades de pesquisa nesta área, mas nestes estudos há que se levar em conta os aspectos água-batata - nutriente.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BÉRES, J. Examination of the efficiency of some trace-element fertilizer on potato. Resumo in Soils & Fertilizers, **43**(12): 1.161. 1980. Ref. 10.585.
- BUTTON, E.F. & HAUKINS, A. The foliar application of urea to potatoes Amer. Potato J. **34**: 56-57. 1957.
- BUTTON, E.F. & HAWKINS, A. Foliar application of urea potatoes. Amer. Potato J. **35**(7): 559-72. 1958.
- CANTAR, F.; COMAROUSCHI, G.H.; AXINIE, M. & TALPAN, E. The effect of some soil and foliar applied chemical fertilizers on potato yield Lucrari Stiintifice, **1**. (1973): 63-67. Resumo in Soils & Fertilizers **39** (1), 51, 1976. Ref. 559.
- CHAUDHURY, E.H.; KABIR, H. & SIKKA, L. Nitrogen fertilization of potatoes influenced by method and time of application. J. Ind. Potato Assoc. (1984) **11**(3/4): 67-72. In Soils & Fertilizers, **49**(1): 86. 1986. Ref. 744.
- CHAVERRI, B.A. & BORNEMISZA, E. Phosphorus-zinc interactions in the potato (*Solanum tuberosum* L.) crop in the Pacayas area Agronomía Costaricense (1977), **1**(2): 83-92. C. Rica. Resumo in Soils & Fertilizers, **41** (10): 625, 1978. Ref. 6041.

- CHAVES, L.H.G. & PEREIRA, H.H.G. Nutrição e adubação de tubérculos. Fundação Cargil. Campinas-SP. 1985. 97p.
- CUNNINGHAM, C.E. Field results for foliar fertilization on potatoes. Am. Potato J. 34(2): 57-58. 1957.
- DASMAHAPATRA, A.N.; MONDAL, S.S. & PANDIT, B.C. Response to methods of K application on the yield of potato varieties in west Bengal Gangetic plains. J. Indian Potato. Association (1984) 11: 130-133. In: Soils & Fertilizers, 49(1): 86. 1986. Ref. 747.
- DE, R. & SINGH, A.K. Effect of soil and foliar application of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield of potatoes. Ind. Potato J. 5: 34-37, 1963. Resumo in Soils & Fertilizers Series 1313, pg. 11. Ref. 49. Copyright 1986.
- DHUA, S.P. & ROY, S. Response of *Amin* paddy and potato to soil and foliar applications of various nitrogenous fertilizers. Technology India, 5, 124-126. 1268. In Foliar Application of Fertilizers, Soils & Fertilizer Series SB 1769, 1976.
- EDDOWES, M. Effect of foliar application of phosphorus, at tuber initiation, on yield of potatoes. In Abstracts - 10th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, 148-149, AALBORG-DENMARK, 1987.
- KRZYSCH, G. "The effect of different N, P, and K compounds applied as foliar sprays" Z. Pflennähr Dung, 82: 107-120. 1958. Soils & Fertilizers, 22(1). 1959. Ref. 295.
- LAUGHLIN, W.M. "Influence of K, sprays on foliar necrosis and productions of lettuce, turnip and potato". Can. J. Plant Sci. 41: 272-276. 1961. Soils & Fertilizers, 24(5). 161. Ref. 2.650.
- LAUGHLIN, W.M. Spray concentration of potassium chloride and potassium sulfate effect potato growth, yields, and chemical composition. Am. Potato J., 39(3): 100-106. 1962.
- LAUGHLIN, W.M. Influence of soil and spray applications of phosphorus on potato yield, dry matter content, and chemical composition. Am. Potato J., 39(9): 343-347, 1962.

- LOON, C.D. VAN. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. Amer. Potato J. 58 (1): 51-69. 1981.
- MACEDO, M.C.M.; HAAG, H.P. & GALLO, J.R. Absorção de Nutrientes por cultivares nacionais de batatinha (*Solanum tuberosum*, L.). In: Nutrição Mineral de Hortaliças, 555-627. Fundação Cargill. Campinas. 1981.
- MAGALHÃES, J.R. Nutrição e adubação da batata. Nobel, São Paulo, SP. 1985. 51 p.
- MARCHAND, P. & SCHENK, R. Applying molybdenum and magnesium to the foliage potatoes, In: Potato Abstracts, 11(6): 93-94. Ref. 754. 1986.
- MAZUR, T.; ROGALSKI, L. & CIECKO, Z. A comparison of aerial vs. ground application of fertilizers for potatoes. (Poland) In: Potato Abstracts, 11(4): 48. Ref. 378, 1986.
- McCALL, W.W. & DAVIS, J.F. "Foliar applications of plants nutrients to crops grown on organic soils" Mich. Agric. Expt. Sta. Quart. Bull. 35: 373-383. Soils & Fertilizers, 16(4). 1953. Ref. 1464.
- MEHROTTA, O.N.; SINHA, N.S. & LAL, K.B., 1969. Urea spraying for potatoes. Mysore J. agric. Sci. 3, 283 - 288. India, Resumo in Foliar Application of Fertilizers, Soils & Fertilizer Series, SB 1769, 1976.
- MINZON, D.B. Adubação foliar. Casa da Agricultura, 3 (3): 18-24. 1981.
- MUKHERJEE, S.K. & DE, R. Response of potatoes to foliar application of nitrogen and phosphorus. Indian J. Agric. Sci. 38(2): 275-285. 1968.
- MUKHERJEE, S.K.; DE, R. & SAXENA, P.N. Efficiency of utilization of soil and foliar applied nitrogen and phosphorus as revealed by tuber production and nutrient uptake of potatoes. Soil Sci 102-278-283. 1966.

- MULDER, C. & BORST, N.P. Control of manganese deficiency in potatoes gives an important yield increase. (Land bouw voorlichting 26: 85-90, 1969. Resumo in Foliar Application of Fertilizers, Soils & Fertilizer Series SB 1769, 1976.
- MUNZERT, M. Foliar fertilization of potatoes. (Rep. Fed. Alemã). In Potato Abstracts, 12(1): 6. Ref. 51. 1987.
- NEPTUNE, A.M.L.; NAKAGAWA, J. & SCOTTON, L.C. Adubação foliar em batatinha (*Solanum tuberosum*, L.). O Solo, LIX(1): 17-25. 1967. Piracicaba, SP.
- PEUSENS, J.B. Foliar fertilization with urea and top dressing with calcium ammonium nitrate in the potato cultivar Hansa on sandy soil. In Soils & Fertilizers 43(12): 1161-1162, 1980. Ref. 10.586.
- SAHOTA, T.S. & GREWAL, J.S. Effect of soil and foliar application of nitrogen on potato at Shillong. In Soils & Fertilizers. 44(8): 776. 1981. Ref. 7.015.
- SCHAUPMEYER, C.; FETH, G.; CURRY, D.; SMYRL, T.; DENCH, M. & HUNG, J. Effects of foliar feeding on yield and quality of Russet Burbank potatoes. In Field Crops Abstracts, 40(3): 182. Ref. 1.573. 1987.
- SHARMA, H.L.; THAKUR, R. & SHARMA, M.P. Effect of micro-nutrients application on potato. Ind. J. Agron. (1984) 29(1): 11-14. In Soils & Fertilizers. 49(3): 348, 1986. Ref. 2983.
- SHUKLA, D.N. & SINGH, S.J. Effect of the technique of potassium application on growth, yield and chemical composition of potato (*Solanum tuberosum* L. Potash. Review (1976) 16/71 (1) Sp. Resumo In Soils & Fertilizers, 39(12): 701. Ref. 7.561. 1976.
- STRICKER, H.W. Influence of nitrogen application and quality of potatoes, (Rep. Fed. Alemã). In Potato Abstracts, 12(1): 5. Ref. 43. 1987.

- TREHAN, S.P. & GREWAL, J.S. Comparative efficiency of methods of application of zinc to potato. Ind. J. Agric. Sci. 51(4): 240-243. 1981. India. In Soils & Fertilizers. 45(4): 387. 1987, ref. 4769.
- TZECKI, S. "Effect of late and ordinary foliar spraying with mineral fertilizers on yield, starchiness, and size of potatoes of the variety". Soils & Fertilizers 26(1). 1963, Ref. 309.
- TZECKI, S. & STRSBURGER, M. "Preliminary investigations on the effect of supplementary foliar sprays of three elements solution on the yield, starch content and quality of the potato variety "Dar" Roczn. Nenirol - (Soils & Fertilizers, 25(3). (1811). 84 A, 295-316, 1962.
- VARSHNEY, J.G. & SINGH, K.B. Influence of soil and foliar application of nitrogen and phosphorus on the yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) In Soils & Fertilizers 44(12): 1208. 1981. Ref. 11.261.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM TRIGO

*Otávio João Fernandes de Siqueira*¹

INTRODUÇÃO

A cultura do trigo tem-se constituído na principal opção entre os cultivos anuais de inverno no Sul do Brasil. Segundo dados do Banco do Brasil, cultivava-se ao redor de 2,8 milhões de hectares com trigo no Brasil, considerando-se a média dos últimos oito anos. Nesse período, cerca de 92% da lavoura se concentrou na região Sul do país, localizando-se, respectivamente, nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, 48 e 37% das áreas de produção do cereal.

Neste trabalho, procurou-se reunir a informação de pesquisa com relação à adubação foliar em trigo e alguns aspectos de fisiologia vegetal relacionados a esta prática, no sentido de oferecer uma perspectiva sobre o assunto, enfatizando-se a informação existente no país.

ALGUNS ASPECTOS RELACIONADOS À NUTRIÇÃO MINERAL

As informações de pesquisa disponíveis no Brasil, na área de fisiologia vegetal, voltadas para a nutrição mineral das culturas, entre elas, o trigo, ainda são limitadas e o conhecimento existente provém, na maior parte, de literatura internacional.

¹ Eng^o Agr^o, Ph.D. em Fertilidade do Solo e Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-EMBRAPA. Caixa Postal 569 - 99001 - Passo Fundo, RS.

Macronutrientes - exigências e absorção pela planta

Existe muita diversidade de informação referente às quantidades de macronutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura do trigo. Na Tabela 1, constam resultados referentes às necessidades de macronutrientes e as quantidades presentes nos grãos do trigo, calculados para uma produção de 1.000 kg/ha. Os dados provêm de autores diversos, oferecendo-se, assim, estimativas confiáveis sobre o assunto.

Considerando-se os dados da Tabela 1 e uma produtividade de grãos de 2.500 kg/ha, as quantidades de macronutrientes requeridas pela cultura do trigo, por hectare, corresponderiam a 72 kg N, 32 kg P_2O_5 , 55 kg K_2O , 12,5 kg Ca, 5 kg Mg e 15 kg S e seriam removidos pela colheita de grãos cerca de 58 kg N, 22,5 kg P_2O_5 , 12,5 kg K_2O , 1,8 kg Ca, 3,8 kg Mg e 6,2 kg S/ha. Observa-se, portanto que, aproximadamente 80% do total do nitrogênio requerido pela cultura encontra-se no grão. O inverso verifica-se para o potássio e para o cálcio, pois os teores encontrados nos grãos correspondem a menos que 25% do total necessário para o desenvolvimento da cultura.

As necessidades de macronutrientes pelo trigo, em relação às diversas fases de desenvolvimento da cultura, têm sido estudadas por diversos autores. Há significativas diferenças nas quantidades por eles encontradas, o que dificulta a abordagem do tema. Na Tabela 2, apresenta-se um resumo das informações disponíveis sobre o assunto. Segundo esses dados, verifica-se que a cultura do trigo atinge, em média, da germinação ao perfilhamento, cerca de 25% do seu desenvolvimento máximo, acumulando 10% do total de massa seca e cerca de 15 a 30% do total dos macronutrientes a serem absorvidos. No emborrachamento, o trigo alcança ao redor de 60% do máximo desenvolvimento, acumulando cerca de 45 a 55% do total de nitrogênio, de fósforo, de potássio e de enxofre e 30% do total do cálcio e do magnésio. Na floração, a planta atinge o máximo desenvolvimento vegetativo (100% massa verde), acumulando, ao redor deste estágio, 80% do total

Tabela 1. Quantidades de macronutrientes requeridas e contidas no grão do trigo para uma produção equivalente a 1.000 kg/ha de grãos

Nutrientes	Necessidade total			Remoção pelo grão		
	Variação	Média	Referências*	Variação	Média	Referências*
	----- kg/ha -----			----- kg/ha -----		
N	22-35	29	abcefgmn	19-26	23	adfhkn
P ₂ O ₅	11-16	13	abcefgmn	7-11	9	adfhkln
K ₂ O	16-33	22	abcfghmn	5- 6	5	afhjklm
Ca	4- 6	5	ae	0,5-1,1	0,7	afkl
Mg	2- 3	2	ae	0,1-2,2	1,5	afkl
S	4- 7	6	ae	2- 3	2,5	fil

* Referências: a - A adubação... (sd); b - Baldanzi (1966); c - Kalckmann (1965); d - Kemmler (1974); e - Kemmler (1983); f - Laloux et alii (1980); g - Malavolta et alii (1974); h - National... (1975); i - Muzilli & Hoepfner (1981); j - Rejado (1979); k - Schrenk (1955); l - Schrenk (1964); m - Sillampää (1971); n - Siqueira (1982).

Tabela 2. Acúmulo de massa verde e seca e de nutrientes pelo trigo, em diferentes fases de desenvolvimento - valores médios

Fases de desenvolvimento	Massa verde	Massa seca	N	P	K	S	Ca	Mg	Referências*
	----- % do total -----								
Germinação ao perfilhamento	25	10	20	15	15	30	15	15	bcde
Germinação ao emborrachamento	60	35	50	45	45	55	30	30	bcde
Germinação à floração	100	80	85	85	90	90	65	65	abcde
Perfilhamento ao emborrachamento	35	25	30	30	30	25	15	15	bce
Emborrachamento à floração	40	45	35	40	45	35	35	35	bce

* a - Austin et alii (1977); b - Gargantini et alii (1973); c - McNeal et alii (1966); d - Rejado (1979); e - Waldren & Flowerday (1979).

de massa seca e cerca de 85 a 90% do total de N-P-K-S e 65% do total de Ca e Mg. Verifica-se assim, que a maior parte dos macronutrientes é absorvida pelo trigo até a floração, especialmente para N-P-K-S. Para Ca e Mg, a absorção destes nutrientes continua até a formação de grãos (pré-maturação). Observa-se, também, que a cultura do trigo produz, do perfilhamento até a floração, cerca de 75% do total de massa verde e acumula ao redor de 65% de massa seca. Durante este período, verifica-se, também, cerca de 60 a 75% da absorção total de NPKS e 50% do cálcio e do magnésio, ocorrendo, portanto, as maiores taxas de absorção dos macronutrientes. Resultados semelhantes também foram citados por BOATWRIGHT & HAAS (1961), além de Carpenter et alii (1952), Knowles & Watkins (1931) e REMY (1938) citados pelos primeiros autores, além de outros. Observando-se os dados da Tabela 2, verifica-se, também, que a taxa de absorção de nitrogênio tende a ser, relativamente ao fósforo e ao potássio, mais rápida no início do desenvolvimento da cultura. WALDREN & FLOWERDAY (1979) observaram, por exemplo, que a absorção de nitrogênio pelo trigo é maior do perfilhamento até a emergência da folha bandeira, enquanto que a absorção de fósforo e do potássio é maior da fase inicial do alongamento do colmo (fim do perfilhamento) até o início do enchimento dos grãos, o que coincide com os dados apresentados.

Com relação às quantidades de macronutrientes absorvidas durante o ciclo da cultura, os valores máximos acumulados na planta ocorrem, em geral, durante a fase de enchimento dos grãos, portanto, da floração à maturação. Conforme o nutriente e as condições estudadas, têm sido verificados, no entanto, declínios no conteúdo de nutrientes do período entre a formação dos grãos e a maturação. Declínios da ordem de 20 a 20% para potássio foram referidos por Garola & Lavalee (1925), citados em A adubação... (s.d.) e por Miller (1939) e encontrados por WALDREN & FLOWERDAY (1979). Dados neste sentido também foram encontrados por WALDREN & FLOWERDAY (1979), com relação a fósforo, mas resultados deste tipo não são frequentes na literatura. Outros autores não têm encontra

do declínio de nutrientes no trigo, na fase de maturação, incluindo-se, entre eles, os resultados verificados por GARGANTINI *et alii* (1973), McNEAL *et alii* (1966) e MILLER (1939). Para o nitrogênio, os valores na colheita tendem a situarem-se próximos aos valores máximos, explicando-se, provavelmente, pelo fato de que a maior parte do N na maturação é encontrada nos grãos de trigo, como mencionado anteriormente. Por outro lado, para o potássio, em especial, constata-se que o nutriente concentra-se na palha do trigo, tornando-se, portanto, suscetível a perdas por lavagem ou até por desfolhamento, na maturação, conforme constatações de Stenlid (1958), Long *et alii* (1956) e Tukey *et alii* (1958), citados por WITTER & TEUBNER (1959).

Considerando-se os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, é possível calcular as quantidades de nutrientes requeridas pelo trigo nas diversas fases de desenvolvimento da cultura, para qualquer nível de produtividade. Estes dados são apresentados na Tabela 3 para um rendimento de grãos de 1.000 kg/ha. Assumindo-se, portanto, uma produtividade equivalente a 2.500 kg/ha, concluiu-se que devem ser fornecidos à cultura do trigo cerca de 15 kg N, 5 kg P_2O_5 e ao redor de 8 kg K_2O /ha para atingirem-se as necessidades da planta em NPK até o perfilhamento. Até a fase da floração, considerando-se o mesmo nível de rendimento, o trigo consumiria mais de 60 kg N, aproximadamente 30 kg P_2O_5 e ao redor de 50 kg K_2O /ha. Portanto, sem o suprimento dessas quantidades à cultura, através do solo ou via fertilização, o trigo não atingirá o nível de rendimento previsto.

Micronutrientes

Com relação ao acúmulo de micronutrientes, as informações de pesquisa referentes à cultura do trigo são restritas. Na Tabela 4, constam alguns dados referentes ao conteúdo de micronutrientes no grão do trigo. Considerando-se um rendimento de 2.500 kg/ha, as quantidades de micronutrientes removidas pelos grãos seriam inferiores a

Tabela 3. Requerimento de macronutrientes pelo trigo em diferentes fases de desenvolvimento da cultura - valores calculados com base num rendimento de grãos de 1.000 kg/ha

Fases de desenvolvimento do trigo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- kg/ha -----		
Germinação ao perfilhamento	6	2	3
Perfilhamento ao emborrachamento	9	4	7
Emborrachamento à floração	10	5	10
Floração à formação de grãos	4	2	2

300 gramas dos diversos elementos, variando 1 g para molibdênio e 275 g para o zinco.

ADUBAÇÃO FOLIAR: RESULTADOS E PERSPECTIVAS

Não existe muita informação, no Brasil, com respeito à potencialidade da adubação foliar na cultura do trigo. Os resultados resumem-se, na maioria, a testes de produtos a campo, com aplicações realizadas, em muitos casos, em distintos estádios de desenvolvimento da cultura e provêm de experimentos conduzidos recentemente, a partir de 1970.

Analizando-se os dados referentes à adubação via foliar, para a cultura do trigo em geral, pode-se dizer que os resultados variam em função das condições em que foram conduzidos os trabalhos de pesquisa.

A adubação foliar, como uma alternativa para o suprimento de macronutrientes para a cultura do trigo, têm sido estudada por autores em diversos países. Os dados, em geral, referem-se, a nitrogênio. A fonte de N, mais utilizada pelos autores, foi uréia embora alguns tenham testado, também, nitrato de amônio. As concentrações de uréia variaram entre 2 a 6%, na maioria dos casos. Segundo WITTWER (1967), a concentração adequada de uréia para pulverização varia conforme a espécie. Soluções contendo 4 a 5% de uréia podem ser utilizadas com pouca probabilidade de ocorrer queima das folhas, pois a tolerância para trigo situa-se ao redor de 5%. As condições ambientais, no momento da aplicação do fertilizante, podem, no entanto, influenciar os resultados obtidos.

Trabalhos conduzidos em diversos países têm explorado a possibilidade da utilização da uréia com fonte de N para aplicação foliar em trigo, apresentando resultados favoráveis. Entre estes, incluem-se MATHER et alii (1969), JUÁREZ GALIANO & SWANSON (1955), SADAPHAL & DAS (1966), além de Finney et alii (1957), Simks (1959), ci-

tados por MATHUR et alii (1969), além de outros, mencionando resultados positivos tanto na produção e/ou conteúdo de proteína do grão de trigo. Comparações entre doses equivalentes de nitrogênio aplicadas na forma convencional, ou seja, via solo e através de pulverização foliar têm sido conduzidas, também, por autores diversos, existindo resultados contraditórios. Estudos conduzidos por Gardner (1955), Jealott's Hill (1953) e Thorne & Watson (1952, 1953), citados por THORNE (1955), JUÁREZ GALIANO & SWANSON (1955) e MATHUR et alii (1969) mostram efeitos similares tanto sobre a produção ou, em alguns casos, no teor de proteína do grão do trigo. Outros resultados, como os obtidos por Srivastava et alii (1970), citados por NEPTUNE & LOURENÇO (1977), apontam vantagens do nitrogênio aplicado como uréia via pulverização foliar, em relação a aplicações convencionais (via solo) sobre o teor de proteína do grão do trigo. Outros autores, como Thorne & Watson (1953), Juárez & Swanson (1946) e Buchner (1956), citados por MATHUR et alii (1969), não obtiveram aumentos na produção do trigo e no conteúdo de N do grão por aplicações de nitrogênio via foliar, em vários estádios de desenvolvimento, comparado com aplicações equivalentes ao solo. Resultados similares foram observados por Nerson & Karchl (1972), citados por LOURENÇO (1974). Com relação à época de aplicação do adubo nitrogenado via foliar, aplicações realizadas após a floração têm resultado no aumento do conteúdo de proteína do grão de trigo, como observado por SARDAPHAL & DAS (1966) e JUÁREZ GALIANO & SWANSON (1955). Não foram encontrados resultados de pesquisa referentes à aplicação dos demais macronutrientes via adubação foliar para a cultura do trigo, além do nitrogênio, aplicados para suprimento das necessidades nutricionais da planta nas fases de maior exigência nutricional da cultura, ou seja, até o estágio da floração.

Resta destacarem-se resultados experimentais obtidos por ESCAMILLA (1977), em estudo conduzido em casa de vegetação, onde foi estudado o efeito de quatro aplicações foliares de macronutrientes (NPKS), realizadas durante o período de enchimento dos grãos do trigo. Foram

Tabela 4. Quantidades de micronutrientes contidos em 1.000 kg de grãos de trigo

Nutrientes	Variação	Média	Referências*
	----- kg -----		
B	0,003-0,04	0,02	ac
Cu	0,01 -0,06	0,03	abc
Zn	0,08 -0,15	0,11	ac
Fe	0,04 -0,07	0,06	bc
Mn	0,05 -0,09	0,07	abc
Mo	-	0,0005	c

* Referências: a - Muzilli & Hoepfner (1981);
 b - Schrenk (1955);
 c - Schrenk (1964).

observados efeitos significativos dos tratamentos sobre o desenvolvimento da cultura e, também, aumentos no teor de N dos grãos, com efeitos sobre a translocação do N acumulado na planta. Estes resultados abrem ainda perspectivas sobre o assunto que devem ser estudadas a nível local e complementadas com estudos conduzidos sob condições de campo, para definir as possibilidades da prática sob as condições peculiares de cada região.

Adubação foliar em trigo no Brasil

Existem alguns trabalhos de pesquisa realizados no Brasil, a partir de 1970, que permitem avaliar as possibilidades da adubação foliar na cultura do trigo. Na Tabela 5, são apresentados resultados referentes à aplicação de nitrogênio em cobertura, através da pulverização foliar, em relação à aplicação convencional via solo. Foram utilizados entre 30 e 45 kg N/ha, na forma de uréia, aplicados na época do perfilhamento. No caso da pulverização foliar, foram utilizadas soluções variando entre 2 a 5% de uréia, à exceção de um experimento, cujos resultados provêm de média de 4 concentrações (PAN & LANGER, s.d.). Comparando-se os dois sistemas de adubação em cobertura, em relação ao rendimento de grãos, verifica-se que as diferenças variaram entre os experimentos, sendo, no entanto, inferiores a 360 kg/ha. Considerando-se os dados médios, ambos os sistemas apresentaram rendimentos semelhantes. Esses resultados permitem concluir que os sistemas de adubação, via solo ou pulverização foliar, são, tecnicamente eficientes em suprir nitrogênio à cultura do trigo e equivalentes na maioria dos casos. Nesses experimentos, convém ressaltar não somente foram aplicadas quantidades equivalentes de N, mas as quantidades aplicadas foram suficientes para satisfazer as necessidades da cultura e aplicadas na época do início da fase de máxima exigência do nutriente pela cultura, conforme discutido anteriormente. Considerando-se, no entanto, o ponto de vista econômico, a aplicação do nitrogênio em cobertura, via pulverização foliar, poderá não se constituir na melhor opção. Dependendo da dose a

Tabela 5. Resposta do trigo à adubação nitrogenada aplicada em cobertura via solo (convencional, a lanço) e via pulverização foliar.

Anos	Locais	Tratamentos			Autores	
		Testemunha	N Cob. solo	N cob. foliar		Diferenças (Fol.-solo)
----- kg/ha -----						
1970	Passo Fundo, RS	340	1300	1325	+25	Pan & Langer (s.d.)
1971	Ponta Grossa, PR	1153	1858	1846	-12	Neptune & Lourenco (1977)
1971	Ponta Grossa, PR	1503	2874	2865	-9	Ramos & Zimmermann (1976)
1971	Ponta Grossa, PR	1443	2899	2755	-144	Ramos (1972b)
1971	Ponta Grossa, PR	2024	2643	2440	-203	Ramos (1972a)
1972	Ponta Grossa, PR	604	721	676	-45	Ramos & Zimmermann (1976)
1973	Ponta Grossa, PR	1709	1542	1900	+358	Ramos & Zimmermann (1976)
1974	Ponta Grossa, PR	1625	2424	2469	+45	Ramos & Zimmermann (1976)
Médias		1300	2033	2034	+1	

N cob.Solo - Nitrogênio aplicado em cobertura no perfilhamento, via solo (convencional).

N cob.Foliar - Nitrogênio aplicado em cobertura no perfilhamento, via foliar.

ser aplicada em cobertura, considerando-se as limitações existentes com relação à concentração máxima de uréia na solução, poderá haver necessidade de se realizar mais de uma operação, o que, certamente, refletirá nos custos da prática.

A partir da metade da última década, aumentou, significativamente, a oferta no mercado de produtos contendo macro e micronutrientes para aplicações foliares, consistindo, na maioria, de soluções NPK, de micronutrientes ou de misturas de baixa concentração, recomendadas pelos fabricantes ou pelos distribuidores para aplicação nas culturas em geral, entre elas, o trigo. Para atender à demanda de informações, foram desenvolvidos alguns trabalhos de pesquisa a campo, com o objetivo de avaliar o desempenho desses produtos. Nas Tabelas 6 a 9, são apresentados alguns resultados obtidos com a cultura do trigo no Brasil.

Na Tabela 6, comparam-se os efeitos no rendimento de grãos do trigo de diversas formulações comerciais de adubos foliares contendo NPK e/ou micronutrientes. Os experimentos foram conduzidos a campo e os resultados correspondem a médias de diversas épocas de aplicação (entre duas a quatro aplicações por produto), durante o ciclo da cultura. Os produtos foram aplicados nas doses entre 2 a 6 kg ou litros/ha, utilizando-se barra com pressão constante de CO_2 , empregando 250 a 300 litros de solução/ha. Em dois experimentos, verificaram-se diferenças significativas na produção de grãos entre os produtos estudados e a testemunha (somente água), como observado em Cruz Alta, em 1975 e 1976. Nos demais experimentos, todos os produtos apresentaram resultados equivalentes ao da aplicação de, somente, água. As diferenças observadas entre os produtos foram inferiores a 140 kg/ha, o que não cobririam os custos da aplicação dos produtos, segundo estudos realizados por ABRÃO (1976) e por TOMASINI & PORTO (1977).

Tabela 6. Rendimentos de grãos do trigo em resposta à aplicação de diversos adubos foliares - Rio Grande do Sul.

Produtos foliares	Experimentos					
	1974	1975		1976		
	Cruz Alta	Cruz Alta	Passo Fundo	Cruz Alta	Passo Fundo	Passo Fundo
(N-P-K)	----- kg/ha -----					
28-14-14	1446 a	-	-	-	-	-
13-30-15	1523 a	-	-	-	-	-
10-52-10	1440 a	-	-	-	-	-
15-15-30	1443 a	-	-	-	-	-
10-20-20	1656 a	-	-	-	-	-
09-09-07	1658 a	659 a	1533 a	1390 b	1692 a	1792 a
15-30-15	-	736 a	1556 a	1485 a	1680 a	-
10-30-15	-	-	-	-	-	2054 a
10-20-10	-	770 a	1535 a	1453 b	1665 a	1762 a
32-00-00	-	727 b	1480 a	1382 b	1687 a	1907 a
Micronutrientes	-	-	-	-	-	1820 a
Água	1360 a	657 b	1510 a	1349 b	1698 a	1864 a
Autores	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(e)

Fontes: (a) Abrão (1975); (b) Abrão (1976); (c) Scholles et alii (1976); (d) Abrão (1977); (e) Siqueira et alii (1977).

Teste Duncan 5 %.

Tabela 7. Efeito de adubos foliares comerciais no rendimento de grãos do trigo, em diferentes níveis de adubação no solo - Passo Fundo, RS, 1975

Adubação via solo	Adubos foliares (N-P-K)				Água	Médias
	32-0-0	15-30-15	10-20-10	9-9-7		
	----- kg/ha -----					
Sem adubo	1150	1125	1180	1120	1075	1130 b
200 kg 9-35-12/ha plantio	1583	1801	1743	1698	1680	1701 a
200 kg 9-35-12/ha plantio + 40 kg N/ha cobertura	1708	1745	1681	1781	1775	1738 a
Médias	1480	1557	1534	1533	1510	1523

* Médias de 3 combinações de épocas de aplicação (2, 4 e 5 reaplicações), em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Fonte: Scholles et alii (1976).

Tabela 8. Resposta do trigo em rendimento de grãos à aplicação de produtos foliares comerciais, em diversas fases de desenvolvimento da cultura

Épocas de aplicação	Experimentos			
	(a)	(b)	(c)	(d)
	----- kg/ha -----			
P	646 _c	1324 _c	-	-
P + E	-	-	1511 _a	1686 _a
P + F	713 _b	1415 _b	-	-
P + E + F	-	-	1509 _a	1687 _a
P + F + G	771 _a	1497 _a	-	-
P + E + F + G	-	-	1549 _a	1681 _a

Experimentos: (a) Abrão (1976); (b) Abrão (1977); (c) Scholles et alii (1976); (d) Si-queira et alii (1977).

Épocas de aplicação: P - Perfilhamento; E - Emborrachamento; F - Floração; G - Formação dos grãos.

Teste Duncan a 5 %.

Tabela 9. Rendimento de grãos do trigo em função de nitrogênio aplicado no plantio e em cobertura, via solo (convencional) e foliar e em relação à aplicação de adubos foliares comerciais - Ponta Grossa, PR*

Tratamentos	Rendimento grãos
	----- kg/ha ----
30 kg N/ha plantio	2024
30 kg N/ha plantio + 30 kg N/ha cobertura (solo)	2643
30 kg N/ha plantio + 30 kg N/ha cobertura (foliar)	2440
30 kg N/ha plantio + 15 N/ha cobertura (solo) + 15 kg N/ha cobertura (foliar)	2619
0 kg N/ha plantio + adubação foliar comercial:**	
- 3 aplicações	1476
- aplicações quinzenais	1537

* Fonte de N utilizada: uréia.

** Medias de dois adubos foliares NPK comerciais, nas doses recomendadas pelos fabricantes.

Fonte: RAMOS (1972a).

A adubação foliar, como uma prática para substituir ou complementar o efeito da adubação convencional, via solo, tem sido, também, estudada por diversos autores e para diversas culturas, utilizando-se os chamados "adubos foliares" de baixa concentração. No caso do trigo, os resultados, apresentados na Tabela 7, permitem verificar a resposta da cultura em rendimento de grãos, em função da aplicação de diversos produtos foliares comerciais, em situações distintas de manejo da adubação via solo. Os produtos foliares foram aplicados, também, nas doses indicadas pelos fabricantes ou pelos distribuidores (2 a 6 kg ou litros/ha e 250 litros/ha) e as médias apresentadas provêm de diversas combinações de épocas de aplicação (entre 2 e 4 aplicações até a floração). Embora tenha ocorrido resposta do trigo à adubação via solo, não houve resposta do trigo à aplicação de qualquer dos produtos foliares estudados, em qualquer situação de adubação no solo. Estes resultados coincidem com os verificados por SIQUEIRA et alii (1977). Conclui-se, portanto, que a aplicação de produtos foliares, nas doses e épocas de aplicação utilizadas, não tem apresentado perspectiva para uso na cultura do trigo na região, para suprimento de nutrientes durante as fases de desenvolvimento vegetativo da planta.

A aplicação de produtos foliares, em distintos estádios de desenvolvimento da cultura, poderia representar uma forma de suprir nutrientes à planta nas fases de distintas necessidades nutricionais, conforme discutido anteriormente. Para a cultura do trigo no Brasil, existem alguns trabalhos que permitem verificar o efeito da aplicação de diversos produtos foliares comerciais, sobre o rendimento de grãos a campo, conforme apresentado na Tabela 8. Verifica-se que a aplicação dos produtos foliares apresentou algum efeito diferenciado em dois dos experimentos, mas as diferenças de produção de grãos verificadas não são, economicamente vantajosas, conforme discutido acima, não permitindo abrir-se uma perspectiva genérica para a utilização dos produtos referidos, nas doses utilizadas, para a lavoura de trigo na região.

A potencialidade do uso da prática da adubação foliar, para esse tipo de cultura na região, pode ser claramente avaliada através dos resultados experimentais verificados por RAMOS (1972a), apresentados na Tabela 9. Neste trabalho, é possível comparar a adubação foliar com uma prática agrônômica, como complemento da adubação convencional, de nitrogênio em cobertura no trigo. A aplicação de quantidades de N equivalentes, via solo ou via pulverização foliar, produziu resultados semelhantes. É importante notar que o autor testou, conjuntamente, dois produtos foliares comerciais (presumivelmente as fórmulas NPK 10-20-10 e 30-10-10) nas doses de 3-5 litros/ha e, embora tenham sido realizadas entre 3 e 4 ou 5 aplicações, os produtos, aparentemente, não apresentaram efeitos sobre a produção de grãos ou, mais precisamente, não corresponderam ao efeito de 30 kg N/ha aplicado no plantio. Considerando-se esses resultados, é possível concluir que a prática da adubação foliar nitrogenada em cobertura é, tecnicamente, viável para a cultura do trigo, podendo haver limitações de ordem econômica, conforme discutido anteriormente. A aplicação de produtos foliares comerciais, de baixa concentração e utilizados nas doses indicadas pelos fornecedores, não apresenta perspectiva de uso na lavoura de trigo, na região, para suprimento de nutrientes para atender às necessidades em NPK da cultura. A limitação reside, portanto, na dificuldade do fornecimento à cultura, nas fases de maior exigência nutricional, de quantidades necessárias ao desenvolvimento da planta de trigo.

Micronutrientes

Existem algumas formulações de "adubos foliares" no mercado que contêm misturas de micronutrientes, associadas ou não aos macronutrientes, que poderiam ser utilizadas para contornar deficiências em micronutrientes para as culturas. As possibilidades de ocorrerem problemas de deficiências em micronutrientes no solo, para a cultura do trigo, dependem, no entanto, do tipo de solo, da

região, do produto e do manejo da lavoura, neste caso, especialmente, quanto ao uso de corretivos da acidez e adubação. Nos solos do Rio Grande do Sul, não têm sido constatadas respostas do trigo à aplicação de micronutrientes, como observado por MACHADO (1973), ABRÃO (1975), GEOPFERT (s.d.), SIQUEIRA et alii (1977) e SCHOLLES et alii (1977), mas existe possibilidade de ocorrerem problemas, de forma especial, em solos de textura arenosa (VOLKWEISS et alii, s.d. e SIQUEIRA et alii, 1987). Na zona central do Brasil, em especial em solos sob vegetação de cerrado, os resultados disponíveis ainda são contraditórios. Alguns autores não têm observado resposta da cultura do trigo ao emprego de micronutrientes, como verificado por COQUEIRO et alii (1972), BUZETTI et alii (1982) e BRAZ et alii (1982). Outros autores como PONTE et alii (1981) verificaram resposta significativa do trigo à aplicação de zinco ao solo, em Minas Gerais. SILVA et alii (1979), em revisão de literatura sobre o assunto, conclui pela possibilidade de estarem relacionados problemas de esterilidade masculina na cultura do trigo, causados por efeito de calor seco, ao suprimento de micronutrientes, havendo suspeita com relação ao boro, embora não tenha sido possível, ainda, isolar efeitos de algum micronutriente em particular. Estes resultados confirmam afirmações apresentadas por LOPES (1986), em revisão de literatura sobre micronutrientes em solos do Brasil, de que em solos de cerrado há possibilidades de ocorrerem deficiências de zinco e, em alguns casos, também de boro. Desta forma, não pode ser descartada a possibilidade de ocorrerem problemas ligados ao suprimento de micronutrientes na cultura do trigo no Brasil, embora se acredite que o problema possa ocorrer de forma localizada. Nestas condições, quando constatada uma deficiência em micronutrientes em uma planta manifestando sintomas agudos de deficiência nutricional, acredita-se, no entanto, não haver possibilidade de recuperação integral da mesma, considerando-se o princípio da irreversibilidade do dano já causado. Ressalta-se que não existem resultados que comprovem, nas condições brasileiras e para a cultura do trigo, a eficácia de adubação foliar na cultura, para resolver problemas relacio-

nados ao suprimento de micronutrientes. Recomenda-se cautela no uso desses nutrientes, porque os limites de deficiência e de toxidez, para as culturas em geral, entre elas o trigo, são, geralmente, muito próximos, havendo possibilidades de se criarem novos problemas. Em algumas regiões do país, atualmente, existem possibilidades de utilizar-se a análise de solo para a interpretação da disponibilidade de micronutrientes no solo, como no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (SIQUEIRA et alii, 1987), constituindo-se num importante suporte técnico para o estudo do assunto.

Nas Tabelas 10 e 11, constam algumas informações auxiliares sobre a interpretação de problemas relacionados ao suprimento de nutrientes à cultura do trigo. Na Tabela 10, constam dados de interpretação de análise de tecido (parte aérea) que podem ser utilizados para a avaliação do estado nutricional das culturas de trigo, de aveia e de cevada. Na Tabela 11, são apresentados dados complementares para avaliação da composição nutricional do grão de trigo e que podem ser utilizados como suporte adicional na ausência dos dados da composição da parte aérea total da planta. Os dados da Tabela 10 constituem-se, no entanto, no melhor indicativo a utilizar, para avaliar a composição em macro e micronutrientes da planta de trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J.R. Avaliação preliminar da eficiência da adubação foliar em trigo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa, PR, 1976. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a VIII Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Cruz Alta, FECOTRIGO, 1976. p.71-8.
- ABRÃO, J.R. Avaliação preliminar da eficiência da adubação foliar em trigo - 2º ano. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina, PR, 1977. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a IX Reunião Anual Conjunta de Pesquisa do Trigo. Cruz Alta, FECOTRIGO, 1977. p.70-5.

Tabela 10. Interpretação de análises de tecido para trigo, para aveia e para cevada, baseada em amostras coletadas no início da floração (total da parte aérea)

Elementos	Interpretação			
	Deficiente	Baixo	Suficiente	Alto
N (%)	<1,25	1,25-1,74	1,75-3,0	>3,0
P (%)	<0,15	0,15-0,19	0,20-0,5	>0,5
K (%)	<1,25	1,25-1,49	1,50-3,0	>3,0
Ca (%)	-	<0,2	0,20-0,5	>0,5
Mg (%)	-	<0,15	0,15-0,5	>0,5
S (%)	-	<0,15	0,15-0,4	>0,4
Zn (ppm)	-	<15	15-70	>70
Cu (ppm)	-	<5	5-25	>25
B (ppm)	-	-	5-10	-
Fe (ppm)	-	-	50-150	-
Mn (ppm)	<5	5-24	25-100	>100
Mo (ppm)	-	-	0,30-5,0	-

Fonte: WARD et alii (1973).

Tabela 11. Variação na composição em macro e micronutrientes no grão de trigo, segundo autores diversos

Elementos	Teores		
	Baixos	Médios	Altos
N* (%)	1,5	2,1	2,6
P (%)	0,15	0,4	0,55
K (%)	0,2	0,4	0,6
Ca (%)	0,03	0,05	0,12
Mg (%)	0,08	0,15	0,3
S (%)	0,12	0,2	0,3
Fe (ppm)	20	40	100
Cu (ppm)	4	10	40
Mn (ppm)	12	60	250
Na (ppm)	30	80	120
Zn (ppm)	20	80	100
B (ppm)	2	3	5
Mo (ppm)	-	0,5	-

Fonte: Schrenk (1964)

* Segundo BOARETTO (1974)

ABRÃO, J.R. Estudo preliminar da adubação foliar sobre a produção e algumas qualidades do grão de trigo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 7. Passo Fundo, RS, 1975. **Contribuição da FECOTRIGO a VII Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo.** Cruz Alta, FECOTRIGO, 1975. p.64-7.

A ADUBAÇÃO racional do trigo no Brasil. São Paulo, Companhia Brasileira de Potassa e Adubos, s.d. 40p.

AUSTIN, R.B.; FORD, M.A.; EDRICH, J.A. & BLACKWELL, R.D. The nitrogen economy of winter wheat. **The Journal of Agricultural Science**, 88(1): 159-67, 1977.

BALDANZI, G. **O solo e adubação do trigo no Paraná.** Pelotas, IPEAS, 1966. 105p. (mimeografado).

BOARETTO, A.E. **Efeitos de fontes e modos de distribuição de nitrogênio (^{15}N) na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.).** Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 73p. Tese Mestrado.

BOATWRIGHT, G.O. & HAAS, H.J. Development and composition of spring wheat as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization. **Agronomy Journal**, 53: 33-6, 1961.

BRAZ, A.J.B.P.; BUZERRI, S. & MARTINEZ, H.E.P. Efeito de duas doses de NPK em duas variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), com e sem micronutrientes, cultivado em um solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO NORTE-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Belo Horizonte, MG, 1982. **Trabalhos apresentados...** Ilha Solteira, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", 1982. n.p.

BUZETTI, S.; BRAZ, A.J.B.P. & MARTINEZ, H.E.P. Influência da adubação orgânica e micronutrientes sobre a produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) variedade IAC-5, em solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO NORTE-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Belo Horizonte, MG, 1982. Tra-

balhos apresentados... Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1982. n.p.

CHAPMAN, H.D. **Diagnostic critéria for plants and soils.** Riberside, University of California, 1965. 793p.

CHAPMAN, H.D. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, Madison, EUA. **Soil testing and plant analysis.** Madison, 1967. pt.2. p.77-92.

COQUEIRO, E.P.; SANTOS, H.L. dos & ANDRADE, J.M.V. de. Adubação NPK e microelementos em trigo em solo de várzea, em Sete Lagoas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia**, 7: 111-4, 1972.

ESCAMILLA, E.E. Greenhouse studies on the effect of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling period on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and black field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Ames, Iowa State University, 1977. 160p. Tese Doutorado.

JUÁREZ GALIANO, L. & SWANSON, A. Fertilizacion foliar con urea en el trigo. **Boletín de la Direccion General de Agricultura Peru**, (15-6): 25-9, 1955.

GARDNER, H.W. Foliar application of nitrogen to winter wheat. **Agricultural**, 62: 267-9, 1955.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G.; HAAG, H.P. & MALAVOLTA, E. Absorção de nutrientes pelo trigo. **Bragantia**, 32 (16): 285-307. 1973.

GOEPFERT, C.F. **Resultados de experimento de fertilidade do solo:** experimento com elementos menores, enxofre e potássio em trigo. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura- DPA, s.d. 5p. (mimeografado).

- KALCKMANN, R.E. Contribuição ao estudo da adubação e das variedades de trigo, nos solos ácidos do Rio Grande do Sul. Paraná, Universidade do Paraná, 1965. 33p. Tese Mestrado.
- KEMMLER, G. **Modern aspects of wheat manuring.** Bern, IPI, 1974. 66p. (IPI Bulletin, 1).
- KEMMLER, G. **Modern aspects of wheat manuring.** Bern, IPI, 1983. 66p. (IPI Bulletin, 1).
- LALOUX, R.; FALISSE, A. & POELAERT, J. Nutrition and fertilization of wheat. In: **WHEAT**; documenta Ciba-Geigy, s.l., s.ed., 1980. p.19-32.
- LOPES, A.S. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SEMINÁRIO FÓSFORO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES - SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, São Paulo, SP, 1984. **Anais do Seminário Fósforo, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Micronutrientes; Situação Atual e Perspectivas.** São Paulo, MANAH, 1986. p.110-23.
- LOURENÇO, R.S. Efeitos da adubação nitrogenada na produção e qualidade do trigo (*Triticum aestivum* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 37p. Tese Mestrado.
- MACHADO, M.O. **Estudo da ação de micronutrientes (B, Zn, Cu, Mo, Mn) e da calagem sobre a cultura do trigo, em solo Passo Fundo.** s.n.t. sp. Trabalho apresentado na 5ª Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, RS, 1973.
- MCNEAL, F.H.; BERG, M.A. & WATSON, C.A. Nitrogen and dry matter in five spring wheat varieties at successive stages of development. **Agronomy Journal**, 58: 605-8, 1966.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. de & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas.** São Paulo, Pioneira, 1974. 752p.

- MATHUR, B.S.; BHATNAGAR, P.S. & SINGH, S. Foliar and soil application of nitrogen to wheat. *Tropical Agriculture*, 46(3): 255-9, 1969.
- MILLER, E.C. A physiological study of the winter wheat plant at different stages of its development. Manhattan, Agricultural Experiment Station, 1939. 169 p. (Kansas State College of Agriculture. Technical Bulletin, 47).
- MUZILLI, O. & HOEPFNER, M.A. Orientação à calagem e adubação mineral do trigo no estado do Paraná. Paraná, IAPAR, 1981. 8p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 35).
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE, Washington, D.C. Manual de fertilizantes. 2.ed. México, Editorial Limusa, 1975 292p.
- NEPTUNE, A.M.L. & LOURENÇO, R.S. Efeitos da uréia aplicada no solo e na folha, na produção e qualidade do trigo em grão (*Triticum aestivum* L.). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 34: 497-513, 1977.
- PAN, C.L. & LANGER, F.A. Relatório sumário dos resultados dos experimentos de fertilidade de solos com trigo em 1970. Passo Fundo, EEPF-IPEAS, s.d. 15p.
- PONTE, A.M. da; MORAIS, O.P. de; SOUZA, M.A. de; GUIMARÃES, P.T.G. & SOUZA, R.A. de. Interação entre níveis de calagem, níveis de fósforo e níveis de zinco na cultura do trigo em solo de cerrado. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Projeto trigo-relatório 77/78. Belo Horizonte, 1981. p.76-81.
- RAMOS, M. Fertilização-resultados obtidos com a cultura do trigo em Ponta Grossa-1971; competição de produtos fertilizantes nitrogenados de cobertura, na cultura do trigo. s.n.t. 2p. Trabalho apresentado na 4ª Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS, 1972a.

- RAMOS, M. **Fertilização-resultados obtidos com a cultura do trigo em Ponta Grossa-1971**; modos de adubação nitrogenada no trigo. s.n.t. 7p. Trabalho apresentado na 4ª Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS, 1972b.
- RAMOS, M. & ZIMMERMANN, J.F. **Resposta do trigo (*Triticum aestivum* L.) a modos e épocas de aplicação de nitrogênio, na região dos Campos Gerais, Estado do Paraná.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1976. 12p. (EMBRAPA-CNPT. Boletim Técnico, 1).
- REJADO, P.Q. Potassium requirements of cereals. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, Bern, 1978. **Potassium research-review and trends**; proceedings of the 11. Congress of the International Potash Institute, Bern, IPI, 1979. p.239-57.
- SADAPHAL, M.N. & DAS, N.B. Effects of spraying urea on winter wheat, *Triticum aestivum*. **Agronomy Journal**, 58: 137-41, 1966.
- SCHOLLES, D.; SIQUEIRA, O.J.F. de & BARTZ, H.R. Efeito da aplicação de micronutrientes na cultura do trigo, em relação à ocorrência de moléstias do sistema radicular. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina, PR, 1977. **Solos e técnicas culturais.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1977. v.2, p.17-23.
- SCHOLLES, D.; SIQUEIRA, O.J.F. de & BARTZ, H.R. Informe preliminar sobre a eficiência da adubação foliar na cultura do trigo. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa, PR, 1976. **Solos e técnicas culturais.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1976. v.2, p.26-31.
- SHRENK, W.G. **Chemical composition of Kansas wheat.** Manhattan, Agricultural Experiment Station, 1955. 46p. (Kansas State College of Agriculture and Applied Science. Technical Bulletin, 79).

- SCHRENK, W.G. Minerals in wheat grain. Manhattan Agricultural Experiment Station, 1964. 23p. (Kansas State University of Agriculture and Applied Science. Technical Bulletin, 136).
- SILLAMPAA, M. A study on the response of wheat to fertilizers. Roma, FAO, 1971. 131p. (FAO. Soils Bulletin, 12).
- SILVA, A.R. da; ANDRADE, J.M.V. de & LEITE, J.C. Efeito de micronutrientes no trigo em Minas Gerais e Goiás. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO NORTE-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5, Dourados, MS, 1979. Trabalhos com trigo em 1978 no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1979. 19p.
- SIQUEIRA, O.J.F. de. Nutrição e adubação potássica do trigo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, PR, 1982. Potássio na Agricultura brasileira; anais. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.449-86.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A. & ERNANI, P.R. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHOLLES, D. & BARTZ, H.R. Resposta do trigo à aplicação de fertilizantes foliares. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina, PR, 1977. Solos e técnicas culturais. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1977. v.2, p.30-9.
- THORNE, G. Nutrient uptake from leaf sprays by crops. Field Crop Abstracts, 8(3): 147-52, 1955.
- TOMASINI, R.G.A. & PORTO, V.H. da F. Análise econômica de adubos foliares na cultura do trigo-1975 e 1976. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9, Londrina, PR, 1977. Economia. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1977. v.3, p.103-12.

- VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J.; BOHNEN, H.; BISSANI, C. A.; GUTERRES, J.F.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. & KAMPF, N. **Levantamento dos teores de nutrientes das plantas em solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Departamento de Solos - UFRGS. s.n.t. 4p.
- WALDREN, R.P. & FLOWERDAY, A.D. Growth stages and distribution of dry matter, N, P, and K in winter wheat. **Agronomy Journal**, 71: 391-7, 1979.
- WARD, R.C.; WHITTNEY, D.A. & WESTFALL, D.G. Plant analysis as an aid in fertilizing small grains. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D., eds. **Soil testing and plant analysis.** Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.329-481.
- WITTWER, S.H. Foliar application of nutrients - part of the "chemical revolution in agriculture". **Plant Food Review**, (2): 11-4, 1967.
- WITTWER, S.H. & TEUBNER, F.G. Foliar absorption of mineral nutrients. **Annual Review of Plant Physiology**, 10: 13-32, 1959.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM HORTALIÇAS

*Antonio Eneidi Boaretto¹
Ciro Antonio Rosolem¹*

INTRODUÇÃO

Desde os trabalhos pioneiros que visavam corrigir ou prevenir carências nutricionais, até o presente, um longo caminho foi percorrido e hoje a adubação foliar é utilizada no mundo inteiro em diferentes culturas com certos objetivos a serem alcançados.

Em âmbito internacional foram feitos vários trabalhos sobre adubação foliar, mas destes pouquíssimos em hortaliças. Por exemplo, em levantamento feito pelo Tennessee Valley Authority, no período de 1951 e 1979, nas principais obras de referência, catalogou-se 483 trabalhos sobre adubação foliar e apenas 56 em hortaliças, sendo 15 em batata, 25 em tomate e o restante para as demais hortaliças.

No Brasil não são muitos os trabalhos, sobre adubação foliar, já publicados. Basta dizer que foram indexados pelo Ministério da Agricultura em seu catálogo do Banco de Teses, apenas 5 Teses (4 sobre café e 1 sobre algodão) que estudam adubação foliar, dentro de um acervo de 999 Teses que tratam de algum aspecto da Ciência do Solo.

¹ Prof. Adjunto - FAC/UNESP - Pesquisador do CNPq.
Caixa Postal 237, Tel. (0149): 22-3883
18.600 - Botucatu, SP.

Nos resumos informativos sobre alho, batata, cebola e tomate publicados pela EMBRAPA, coletou-se os dados da Tabela 1, que mostram esta exiguidade de trabalhos científicos sobre a adubação foliar em hortaliças.

Tabela 1. Relação dos trabalhos sobre adubação foliar.

Cultura	Bibliografia	Total	Nutrição e adubação	Adubação foliar
Alho	1	241	26	-
Batata	2	1520	145	2
	3	593	70	-
Cebola	4	550	45	-
Tomateiro	5	605	52	4

1. EMBRAPA (1979a); 2. EMBRAPA (1978);
3. EMBRAPA (1979b); 4. EMBRAPA (1980); 5. EMBRAPA (1977).

Mesmo entre os técnicos do CNP Hortaliças o assunto não tem merecido atenção, pois dos 315 trabalhos publicados apenas 39 são sobre adubação e nutrição de hortaliças, sendo 3 de adubação foliar, todos em tomate (EMBRAPA, 1983).

Fazendo-se um levantamento dos trabalhos apresentados nos congressos da Sociedade de Olericultura do Brasil, desde 1960 até o presente, encontram-se apenas 8 trabalhos sobre adubação foliar sendo 5 em tomate, 1 em melão e 2 em alface.

Contrastando esta falta de dados de pesquisa há mais de 100 firmas que comercializam adubos foliares as

quais vendem mais de 200 diferentes fórmulas. A propaganda e agressividade comercial fizeram com que a prática adiantasse à pesquisa. Assim são feitas recomendações de uso sem base de dados experimentais, sendo que se emprega a adubação foliar como panacéia e a aplicação tem a finalidade de "vamos ver o que dá".

Pode-se ilustrar o que acabou-se de dizer com dados coletados em diferentes folhetos de propaganda que fazem recomendações de adubação foliar para a cultura de tomate. Seguindo-se as orientações dadas nos folhetos consultados, calculou-se as quantidades de nutrientes aplicadas por hectare verificando-se que são bastante variadas. Na maioria das recomendações a quantidade para cada macronutriente primário não chega a 10 kg/ha, sendo comum recomendações menores que 3 kg/ha. Para o cálcio as indicações nunca ultrapassam a 3 kg/ha e para magnésio não chegam a 500 kg/ha. Estas quantidades pouco representam em relação as exigências nutricionais do tomateiro que seria de 84-48-228-31-8 kg para produzir 41 t de frutos de N - P₂O₅ - K₂O - Ca - Mg (GARGANTINI & BLANCO, 1963). Para os micronutrientes, quando estes aparecem em formulações com macronutrientes primários, as quantidades indicadas não são mais que 5 g/ha. Por outro lado quando as formulações contêm apenas micronutrientes associados ou não com macronutrientes secundários, seguindo-se as recomendações, pode-se fornecer várias centenas de g/ha de cada macronutriente, o que poderia ser um exagero, já que as exigências nutricionais para produzir 41 t de frutos seria de 90-120-700-980 g de B-Cu-Fe-Mn respectivamente, (GARGANTINI & BLANCO, 1963).

Por outro lado não há recomendações de instituições oficiais de pesquisa mesmo dos técnicos de uma importante cooperativa, sobre adubação foliar (RAIJ *et alii*, 1985; MUZILLI, 1978; EPAMIG, 1978; FECOTRIGO, 1981; CAC, 1986) para o tomateiro, com exceção de EPAMIG, 1978, que recomenda para o tipo salada, além de aplicação de borax na cova (20 kg/ha), 2 a 3 aplicações de 3 g de ácido bórico por litro de água, logo após o aparecimento das primeiras flores, para impedir a formação de lóculos abertos.

Neste artigo são apresentados os poucos resultados encontrados sobre a adubação foliar de hortaliças, na vasta literatura consultada. Tentou-se enquadrá-los dentro dos diferentes objetivos da adubação foliar.

CORREÇÃO OU PREVENÇÃO DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

A adubação foliar iniciou-se com o objetivo de corrigir deficiências de micronutrientes e mais tarde de macronutrientes. Uma vez constatada a deficiência nutricional aplica-se solução contendo o nutriente específico para corrigi-la. Portanto, este tipo de adubação foliar deve ser efetuada num determinado momento da cultura e seu efeito é de curta duração, pois se as causas da deficiência não forem superadas provavelmente a deficiência nutricional se fará sentir novamente, a medida que a planta retome seu desenvolvimento.

Cabe ressaltar que a maioria das olerícolas possuem ciclo curto, sendo portanto um óbice na aplicação desta prática.

Em casos onde já se sabe que determinadas culturas sofrem carências nutricionais de micronutrientes, a adubação foliar pode ser preventiva.

Praticamente todos os nutrientes podem ser aplicados por via foliar pois são absorvidos pelas folhas. No caso do nitrogênio, a uréia é a fonte mais empregada por que é absorvida rapidamente pela folha, facilita a absorção de outros íons, possui alto grau de solubilidade e comparativamente a sua solução causa menor injúria foliar que soluções que contêm a mesma quantidade de nitrogênio mas de outras fontes como nitrato de amônio, sulfato de amônio etc. Há resultados de pesquisa na literatura mostrando que a absorção da uréia é diminuída pela presença de sacarose ou sais de magnésio.

O fósforo não tem sido empregado como nitrogênio em adubação foliar por causa de duas razões principais. A

primeira porque as exigências de fósforo pelos vegetais se dão logo no início do cultivo, ocasião em que a área foliar é pequena e consequentemente pouco fósforo pode ser aplicado via foliar. Em segundo lugar e talvez a mais importante, é que nenhum composto de fósforo pode ser aplicado em quantidade que possa contribuir significativamente ao total do fósforo necessário, sem causar injúria nas folhas. Entre os produtos cita-se o monoamônio fosfato que é mais facilmente encontrado no comércio. No caso do fósforo é importante que o pH da solução esteja na faixa entre 2 a 3, onde a absorção se dá melhor. Cuidados devem ser tomados quando se adiciona os coadjuvantes porque podem alterar o pH da solução.

O sulfato de potássio é, provavelmente, a fonte mais satisfatória para a aplicação foliar, mas pode causar queimadura nas folhas quando a solução tem concentração maior que 1%. Pode-se utilizar também com sucesso o cloreto e nitrato de potássio.

No caso do cálcio o produto indicado é cloreto de cálcio e para o magnésio é sulfato de magnésio, mas pode-se utilizar também cloreto ou nitrato de magnésio.

O enxôfre é rapidamente absorvido pelas folhas quando aplicado na forma de sulfatos solúveis. Muitas vezes este elemento é fornecido indiretamente junto com outros nutrientes.

Quanto aos micronutrientes as fontes indicadas são: boro: ácido bórico e borax; ferro: sulfato ferroso; manganês: sulfato de manganês e óxido de manganês; molibdênio: molibdato de amônio ou sódio; zinco: sulfato de óxido de zinco e cobre: sulfato de óxido de cobre.

Nos produtos comerciais muitas vezes se adiciona agentes complexantes, encarecendo o produto. Entretanto a pesquisa não tem mostrado vantagens destes produtos quanto a absorção dos nutrientes.

As indicações das concentrações são dadas na Tabela 2.

Tabela 2. Recomendação geral para correção ou prevenção de deficiências por via foliar.

Elemento deficiente	Principal fonte	concentração kg/100 l
Nitrogênio	Uréia Nitrato de amônio	0,5 - 2,5
Fósforo	Monoamônio fosfato	0,5 - 2,0
Potássio	Sulfato de potássio	0,5 - 1,2
Cálcio	Cloreto de cálcio	0,5 - 2,5
Magnésio	Sulfato de magnésio	1,0 - 2,0
Boro	Ácido bórico Borax	0,3 - 0,5
Cobre	Sulfato de cobre	0,2 - 0,5
Ferro	Sulfato de ferro	0,6 - 3,0
Manganês	Sulfato de manganês	0,4 - 0,8
Molibdênio	Molibdato de sódio Molibdato de amônio	0,05 - 0,10
Zinco	Sulfato de zinco	0,25 - 0,40

Ressalta-se que as dosagens indicadas são apenas gerais, devendo-se testar antes as mesmas a fim de não causar injúria às folhas. As concentrações indicadas não tem causado problemas para muitas hortaliças quando se faz a pulverização foliar com a unidade relativa do ar acima de 60%.

Entretanto não basta que o nutriente seja absorvido para que a deficiência seja corrigida. É necessário que o mesmo se transloque dentro da planta. Neste aspecto é dada a seguinte indicação:

altamente móveis: nitrogênio e potássio;
móveis: fósforo, enxofre, magnésio;
parcialmente móveis: zinco, cobre, manganês, ferro
e molibdênio;
imóveis: boro e cálcio.

Para correção ou prevenção de deficiência de nutrientes existem na literatura algumas indicações já consagradas e extraídas de FILGUEIRA (1972) e TRANI (1979), contidos na Tabela 3.

As indicações da Tabela 3 correspondem a resultados de pesquisa. Por exemplo, para couve-flor, foi realizado um experimento por OGATA et alii (1979), onde aplicou Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), que inicialmente foi dissolvido em água quente, nas doses indicadas, aplicando-se 4 vezes: 1ª aplicação foi na sementeira (12 dias após a germinação) e depois a cada 15 dias no local definitivo. (Tabela 4).

Apesar de não haver diferença entre as várias concentrações, foi feita a análise econômica. Transformando os resultados em porcentagem, verificando-se que a dose de Borax 0,40% foi a que propiciou maior retorno econômico. Ressalta-se que o autor afirma que a variedade utilizada era altamente exigente em Boro.

Outras recomendações de adubação foliar preventiva e/ou corretiva que aparecem na literatura são incompletas. É o caso da prevenção do distúrbio fisiológico em tomateiro causada pela deficiência de cálcio. Apesar de ser um desafio ultrapassado no dizer de FILGUEIRA (1972), a pulverização foliar com cloreto de cálcio, na dosagem de 600g/100 l de água, deve ser apenas uma medida complementar, pois a principal medida de controle ou prevenção, baseia-se no fato elementar de que é preciso aumentar a concentração de sais solúveis de cálcio no solo e consequentemente na planta. GERALDSON (1957) que foi o

Tabela 3. Indicações de adubação foliar para correção ou prevenção de deficiências de micronutrientes em hortaliças. (FIGUEIRA, 1972; TRANI, 1979).

Cultura	Nutriente deficiente	correção ou prevenção	
		fonte	dosagem e recomendação g do produto/100 l água
Repolho	B	borax ácido bórico	100 3 a 4 pulverizações a cada 15 dias, começando 15 dias após transplântio.
Couve-flor Brócoli	B	bórax ácido bórico	250 solo argiloso: 2 aplicações aos 20 e 40 dias solo arenoso: aplicações a cada 15 dias até formação de cabeça.
	Mo	molibdato de sódio molibdato de amônio	50 a 100 1a. aplicação: viveiro quando as mudas tiverem de 3-4 folhas definitivas 2a. aplicação: 1 semana após o transplântio 3a. aplicação: se permanecer o sintoma
Aipo ou Salsão	B	bórax ácido bórico	50 3 pulverizações: na sementeira, 30 a 60 após o transplântio
Alho	B	borax ácido bórico	200 3 a 6 pulverizações, sendo a 1a. realizada - 1 mes após brotação.
Batata	Mg	Sulfato de magnésio	1000 a 2000 Quando aparecer deficiência até 40 dias após o plantio.

Tabela 4. Produção de couve-flor (OGATA et alii, 1979).

Conceitração % Borax	Produção comercial de cabeças (kg/ha)	Peso médio das cabeças (g)	Cabeças com sintoma (%)	Análise econômica (1)
0,0	16,9 b	595 b	91	100
0,05	25,9 a	827 a	72	175
0,10	26,5 a	860 a	54	191
0,20	28,9 a	950 a	46	222
0,30	29,6 a	975 a	40	229
0,40	29,6 a	1012 a	34	234
Cof. Variação (%)	12	12		
d.m.s. (5%)	5,7	198		

¹ Os resultados obtidos foram transformados em porcentagem.

pioneiro a estudar o problema da podridão estilar e adotar medidas de controle, concluiu em seu trabalho, que o objetivo de pulverização foliar com cloreto de cálcio é suprir a planta sempre que a demanda por cálcio exceder a capacidade de suprimento do solo. BARKE (1968) utilizou ^{45}Ca e demonstrou que este nutriente é rapidamente absorvido pelas folhas, mas a translocação das folhas para os frutos é desprezível. Entretanto demonstrou também que os frutos absorvem uma grande parte de cálcio aplicado sobre os mesmos, mas essa absorção diminui com a idade do fruto, a contar da antese (Figura 1). Para este autor, o período crítico para que o controle do distúrbio fisiológico ocorra pela pulverização foliar, é entre 9 a 15 dias depois da antese, quando as aplicações com cloreto de cálcio aumentaram em 30% o teor de cálcio no pericarpo do local onde pode ocorrer a podridão apical. Diz ainda que o estágio inicial da podridão estilar foi detectada somente no período de 9 a 15 dias após a antese e que os frutos mais velhos não desenvolveram o distúrbio fisiológico, mesmo em condições favoráveis ao aparecimento. Conclui então BARKE (1968) que a absorção de cálcio através da pele do fruto de tomate é a mais provável explicação do controle da podridão apical pela aplicação de cálcio via foliar, indicando que as pulverizações devem ser dirigidas para os cachos em início de formação. Resta saber se isso é possível na prática, já que a vegetação do tomateiro é intensa dificultando em muito a aplicação da solução sobre os frutos. FILGUEIRA (1972), que atesta a alta eficiência da aplicação foliar em condições de campo, recomenda a aplicação a intervalos de 3 dias no início, até que cessem os sintomas e depois a intervalos de 7 dias, devendo a calda pulverizada atingir bem os frutinhos em formação. BIGGI (1977) recomenda a aplicação de um produto comercial que contém 10% de cálcio quelatizado. Entretanto não há evidências de que o cálcio quelatizado seja mais facilmente translocado como se pretende, segundo dados de Walter & Fischer citados por WITTWER & TEUBNER (1959). Já o trabalho, MILLKAM & HANGER (1964), que trabalharam com feijão, ervilha, trevo subterrâneo e mandioca demonstrou que o EDTA promoveu a translocação do ^{45}Ca , sendo que nas baixas concentrações deste quelato, o movimento foi principalmente acropetal mas com altas

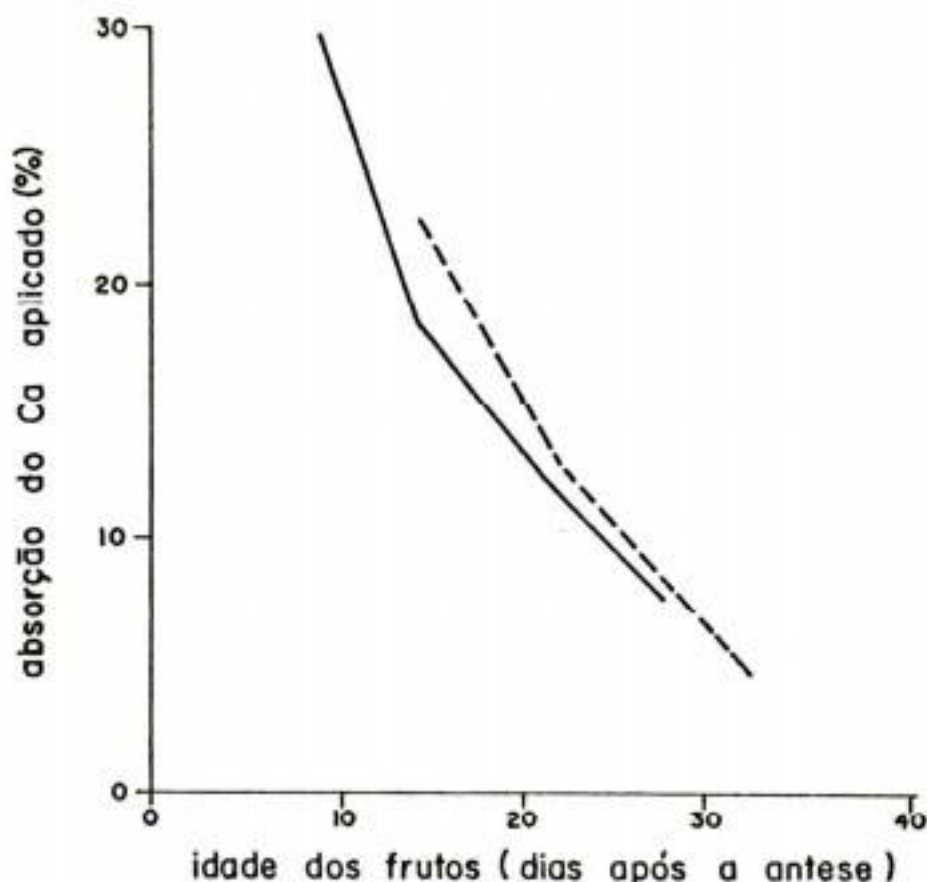


Figura 1. Regressões de absorção de ^{45}Ca pelos frutos (48 horas após a aplicação). (BARKE, 1968).

concentrações houve translocação basipetal. A explicação tirada de Wallace (1962), citada por MILLIKAM & HANGER (1964), é que o quelato de cálcio é extremamente estável e quando penetra na folha o cálcio não permanece livre para ser fixado nos sítios onde é imobilizado, mas pode mover via floema, sendo portanto translocado. É bom lembrar que o EDTA pode causar injúrias foliares, como aconteceu no feijoeiro quando se utilizou 0,01 M (MILLIKAM & HANGER, 1964). O uso de quelatos necessita ainda de estudos mais amplos.

Outras vezes são dadas na literatura recomendações pouco efetivas, como por exemplo, é o caso de magnésio via foliar

para o tomateiro deficiente. Neste caso a maioria das recomendações são de aplicações foliares, espaçadas de 15 dias de solução contendo 2% de sulfato de magnésio (BOARETTO, 1972). Entretanto é interessante notar que no trabalho encontrado na literatura houve correção de deficiência pela aplicação de Mg via foliar no tomateiro sem um conseqüente aumento de produção, o que leva os autores a afirmarem que o tomateiro pode tolerar um considerável grau de deficiência de magnésio sem haver perda de produção (WINSOR *et alii*, 1965).

Finalmente, pode-se dizer que há indicações práticas, que teoricamente não tem nenhuma chance de sucesso. É o caso do boro que se recomenda para o tomateiro no controle de lóculo aberto (EPAMIG, 1978), como mostram os resultados de MAGALHÃES & MONERAT (1978) e MAGALHÃES *et alii* (1981) (Tabela 5). A explicação possível é que quando há deficiência de boro, o sistema radicular é afetado em primeiro lugar e mesmo que haja aplicações nas folhas, o tomateiro continuará sofrendo as consequências de ausência do nutriente, comprometendo a produção.

E há casos em que a deficiência é dificilmente detectada como é o caso de molibdênio em alface. Entretanto, os resultados de BARROS (1979), apresentados nas Tabelas 6 e 9 atestam a eficiência da adubação foliar.

ADUBAÇÃO FOLIAR SUBSTITUTA DA ADUBAÇÃO VIA SOLO

Há experimentos nos quais pretende-se usar a adubação foliar para substituir total ou parcialmente a adubação de base via solo. Entretanto não se deve pensar que a adubação foliar possa substituir o fornecimento de nutrientes via solo. Uma possibilidade é a substituição da adubação nitrogenada e potássica de cobertura por adubações foliares. FILGUEIRA (1972) cita o caso da alface, recomendando como forma eficiente de aplicar nitrogênio, a aplicação via foliar de uréia, na base de 0,5 g/litro de água.

Tabela 5. Efeitos de níveis de borax aplicados no solo e em pulverização foliar (Cultivar Kada). MAGALHÃES *et alii* (1981).

a) Produção comercial de frutos de tomate (t/ha).

Pulverização com borax %	níveis de borax no solo (kg/ha)			médias
	0	20	40	
0,00	52,6	54,9	62,6	56,7
0,25	47,6	59,3	64,1	57,0
Média	50,1	57,1	63,4	

b) Produção de frutos de tomate tipo "Extra A" (%)

Pulverização com borax %	níveis de borax no solo (kg/ha)			médias
	0	20	40	
0,00	27	26	32	28
0,25	23	26	31	26
Média	25 a	26 a b	31 b	

c) ocorrência de frutos de tomate com podridão apical (%)

Pulverização com borax %	níveis de borax no solo (kg/ha)			médias
	0	20	40	
0,00	31	31	24	29
0,25	36	23	26	29
Média	34 a	27 ab	25 b	

Tabela 6. Produção de alface em função da aplicação foliar de molibdênio (BARROS, 1979 - parte dos dados).

Tratamentos	Molibdato de Sódio ¹	
	Sem	Com
	----- kg/ha -----	
Testemunha	9.623 Ab ⁴	12.797 Aa
Salitre do chile (no solo) ²	13.380 Ba	15.273 Aa
Uréia (foliar) ³	12.223 Bab	14.547 Aa

- (1) molibdato de sódio, aplicado na sementeira, 1 semana antes do transplante, na concentração de 0,05%;
- (2) 20 g/m² de salitre de chile (quinzenalmente);
- (3) Uréia a 0,6%, aplicada semanalmente, num total de 4 aplicações, (780 l/ha/vez);
- (4) letras maiúsculas (na horizontal) ou minúsculas (na vertical) iguais indicam igualdade estatística.

Há alguns experimentos na literatura sobre este item, como por exemplo CASTELLANE *et alii* (1986); BARROS (1979); ARAUJO *et alii* (1972). (Tabelas 7, 8, 9 e Figura 2).

Verifica-se por estes resultados ser possível substituir a cobertura nitrogenada no solo pela aplicação de N via foliar. Pelos resultados de CASTELLANE *et alii*, (1982), pode-se ressaltar a maior eficiência de uréia aplicada via foliar. Já os resultados de ARAUJO *et alii* (1979) mostram que a dose de N aplicada via foliar, aproximadamente 50 kg, no tratamento melhor, em termos qualitativos e quantitativos, foi próxima da quantidade recomendada no solo, em torno de 60 kg/ha de N, segundo RAIJ *et alii* (1985). No experimento de BARROS (1979) a

Tabela 7. Aplicação de uréia via foliar na alface "Grand Rapids" (CASTELLANE et alii, 1986).

Tratamento kg/ha de N	kg/ha uréia	Produção t/ha	Eficácia (4)
150 (1)	333,3	21,0	21,1
4,0 (2)	9,0	18,3	52,4
8,1 (2)	18,0	18,7	49,4
12,1 (2) (3)	27,0	17,2	-12,3
16,2 (2) (3)	36,0	17,5	-9,3
Testemunha	0,0	17,8	-

- (1) aplicado no solo 30 kg/ha na semeadura direta + 40 kg/ha aos 20, 30 e 40 dias após a semeadura.
- (2) corresponde a 0,5-1,0-1,5 e 2,0% de uréia em 3 aplicações aos 20-30 e 40 dias após a semeadura. Aplicaram-se 600 l/ha da solução/vez, pela manhã.
- (3) apareceram sintomas foliares com necrose nas margens.
- (4) unidades a mais por unidade de uréia aplicada.

Tabela 8. Produção média, consumo de uréia e peso das plantas de alface em 3 anos consecutivos (ARAÚJO *et alii*, 1972).

Tratamentos (1)	1º ano t/ha	2º ano t/ha	3º ano t/ha	Consumo (2) (g)	Peso médio g/planta
Testemunha	3,5	9,3	7,7	-	62
PK	3,3	11,7	8,4	-	72
PK+U0,5/5 (1)	21,4	18,5	12,8	0,452	134
PR+U0,5/10	10,5	15,3	10,7	0,221	110
PK+U1,0/5 (3)	20,0	19,3	15,2	0,964	160
PK+U1,0/10	13,5	17,5	12,9	0,445	133
PR+U1,5/5 (3)	25,7	20,2	15,2	1,325	184
PK+U1,5/10	16,8	16,2	11,6	0,644	129
PK+U2,0/5 (3)	29,1	22,2	19,6	2,015	218
PK+U2,0/10	16,3	19,4	14,6	0,833	158

(1) U0,5/5 significa: Uréia a 0,5-1,0-1,5 e 2,0 aplicada a cada 5 ou 10 dias.

(2) g/planta de uréia.

(3) Os melhores tratamentos em termos quantitativos mas qualitativamente foi o PK + U 1,0/5, pelo fato de não provocar fitotoxidez, pois a 1,5% a alface foi parcialmente tolerante e intolerante a 2%.

Tabela 9. Produção de alface em t/ha (BARROS, 1979).

Modo de aplicação do N	Nº de aplicações de molibdato de sódio (3)		
	0	1	2
Testemunha	7470 A b (4)	9917 A b	9067 A b
N (foliar) (1)	9927 A ab	11493 A ab	10393 A b
N (solo) (2)	10887 B a	14543 A a	14777 A a

- (1) 780 l/ha de solução a 0,6% de uréia, em aplicações semanais (a 1ª 10 dias após o transplante).
- (2) 20 g/m² de N (salite do chile) a cada 15 dias (a 1ª 7 dias após o transplante).
- (3) 0 molibdato de sódio foi aplicado a 0,05%, sendo 1 aplicação na sementeira, 1 semana do transplante e a 2ª aplicação 3 semanas após o transplante).
- (4) letras maiúsculas (na horizontal) e minúsculas (na vertical) iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si.

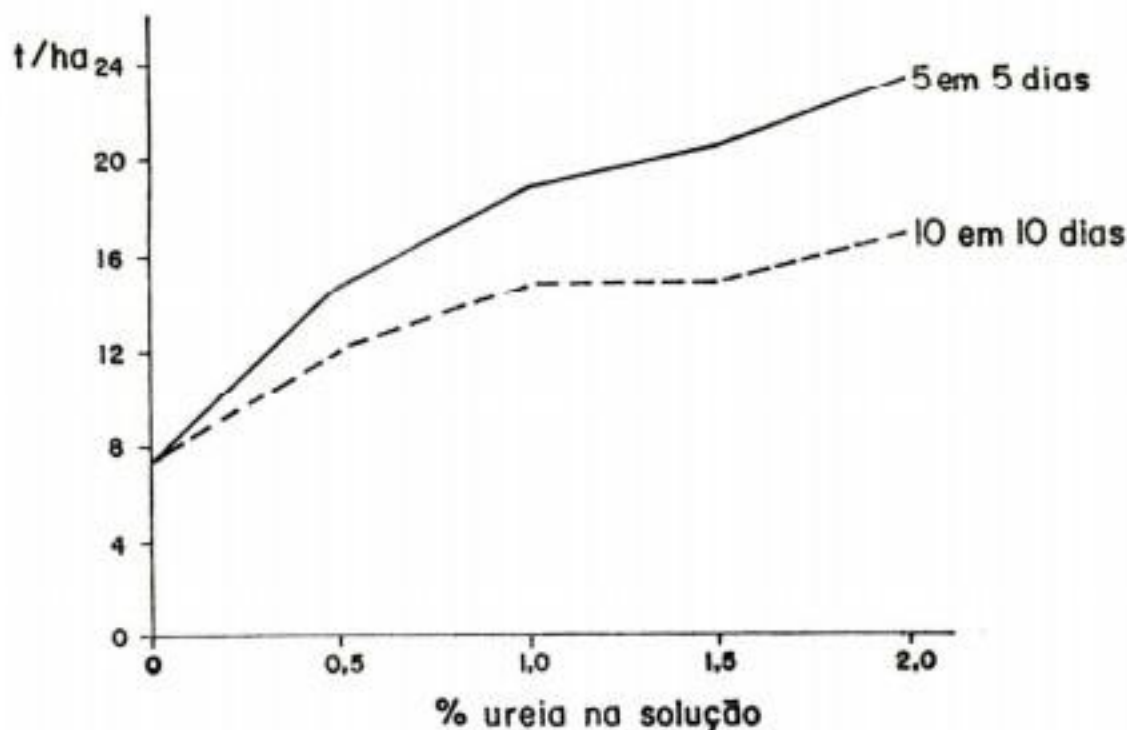


Figura 2. Produção (média de 3 anos) de alface (cultivar: Sem Rival), cultivo de inverno. (adaptado de ARAUJO *et alii*, 1972).

produção com adubação foliar talvez não tenha se aproximado da produção obtida com salitre do chile, porque a quantidade aplicada na primeira é bem inferior a segunda.

Para o tomateiro estaqueado também foram feitas tentativas de substituição da adubação nitrogenada via solo pela adubação foliar. Os trabalhos mais completos foram feitos por BOARETTO (1982) em campo e em casa de vegetação. Foram estudados várias doses de N combinados ou não com a aplicação de N via foliar, na concentração de 1,5% de uréia, aplicando-se a diferentes intervalos de tempo.

No experimento relatado na Tabela 10, não houve efeito de adubação nitrogenada no solo e via foliar,

Tabela 10. Peso de frutos comerciais de tomate (BOARETTO, 1982).

kg N/ha (1) (solo)	kg N/ha (foliar) (2)			Médias via solo
	0	60	120	
	-----	t/ha	-----	
0	81	68	71	73
150	74	74	78	75
300	75	80	65	71
450	80	69	72	72
Médias via foliar	76	71	72	

(1) aplicação de 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura aos 45 e 60 dias após o transplante

(2) na dose de 60 kg/ha de N foram necessárias 15 pulverizações a cada 10 dias e na dose de 120 kg/ha de N, foram necessárias 30 pulverizações a cada 5 dias.

A solução continha 1,5% de uréia.

sobre a produção de frutos de tomate. É que no momento de transplante das mudas, aplicaram-se 25 t/ha de esterco de curral, que deve ter suprido a necessidade do tomateiro em N.

Os resultados apresentados na Tabela 11 evidenciam que o uso de esterco de curral é importante para obtenção de boas colheitas de frutos de tomate e o seu uso diminui a necessidade de adubação nitrogenada. Verifica-se pela Tabela 11 que o tratamento que deu a maior produção (70 t/ha) foi o que combinou as doses médias de adubo via solo e via foliar. Talvez a explicação seja por que o tomateiro necessita de N no solo no início para que possa ter um rápido desenvolvimento, possibilitando a aplicação de N via foliar em complementação.

ADUBAÇÃO FOLIAR ESTIMULANTE OU SUPLEMENTAR

Este tipo de adubação foliar, foi desenvolvido na Alemanha, e lá é utilizada para cereais. Neste caso seria um investimento a mais recomendado para culturas vigorosas de alta produtividade e, portanto, sem carência nutricional. Nestas condições a adubação foliar teria a finalidade de garantir a produção pendente em períodos de "stress" nutricional. Segundo os preconizadores desta técnica esta adubação foliar representa somente uma ajuda de curta duração, mas muito eficaz aos processos de crescimento e desenvolvimento da cultura e é errôneo recomendá-la para culturas de baixos rendimentos.

No caso da adubação foliar estimulante aplica-se, com frequência durante todo o ciclo vital da planta, adubos foliares que devem ter relação entre $N:P_{205}:K_2O$ de 1:0,1 a 0,25:0,4 a 0,9 respectivamente. Nestas formulações adicionam-se quantidades variáveis dos micronutrientes porque as culturas de grande rendimento exigem também um suprimento adequado destes (PRIMAVESI, 1981). Para países de clima mais quente, como é o caso do Brasil, entre as formulações que podem ser empregadas está a que tem

Tabela 11. Peso (t/ha) de frutos comerciais de tomate (BOARETTO, 1982).

kg/ha (2) (foliar)	kg/ha (solo) (3)		
	0	150	300
	----- sem esterco -----		
0	17 A (1)	58 B	41 A
100	29 A	43 A	42 A
200	30 A	55 A	38 A
	----- com esterco -----		
0	48 AB	48 B	64 A
100	32 B	70 A	46 B
200	52 A	55 AB	53 AB

- (1) médias de doses de N (foliar), dentro da mesma dose de N (solo) e de esterco, com letra igual, não diferem estatisticamente entre si.
- (2) estas doses divididas em 4 aplicações: no transplante aos 20-35 e 50 dias após.
- (3) na dose menor, aplicações a cada 10 dias e na dose maior a cada 5 dias, com solução de uréia 1,5%.
- (4) correspondente a 15 t/ha de esterco de curral.

relação de 1: 0,29: 0,5 entre N: P_2O_5 : K_2O respectivamente, ou seja a fórmula 14-4-7.

Assim a adubação estimulante corretamente aplicada traduziria em aumentos e esta produção a mais conteria de 3 a 9 vezes a mais nutrientes que as quantidades fornecidas pela produção foliar. É difícil dizer se a adubação foliar estimulante poderia ser aplicada para outras culturas que não cereais pois praticamente nada foi publicado a este respeito para as olerícolas, com exceção do tomateiro estaqueado. Assim na literatura há 4 relatos sobre o emprego da adubação foliar estimulante em tomateiro estaqueado (BOARETTO, 1982 e PRIMAVESI, 1981). Nos experimentos realizados, pelo primeiro autor, tentou-se obter uma cultura com ótimas possibilidades de altas produtividades, através de uma adubação inicial do solo bem equilibrada. A seguir foi feita a aplicação de adubo foliar de fórmula 14-4-7, ou seja, de relação 1:0,29; 0,5. Nestes experimentos aplicaram-se várias doses do adubo combinado ou não com micronutrientes. Os resultados destes experimento estão contidos nas Tabelas 12, 13, 14.

Verifica-se que para o caso do tomateiro não houve resposta em produção à aplicação da adubação foliar denominada de estimulante. No experimento relatado na Tabela 12, houve geada, possibilitando o cultivo até a 3ª penca e no relatado na Tabela 13, houve um forte ataque de doenças fúngicas e a colheita foi feita até a 4ª penca.

Em experimento realizado por Kannam (1978), citado por PRIMAVESI (1981), a fórmula empregada foi de 10-4-7, fornecendo 10 l/ha em cada aplicação, aplicando 5 vezes durante a cultura do tomateiro estaqueado. Os resultados estão na Tabela 15, e mostram o não efeito da adubação foliar estimulante para o tomateiro.

Tabela 12. Produção (t/ha) de frutos comerciais de tomate (BOARETTO, 1982).

Tratamentos (1)	Extra	Especial	Primeira
A	22,7	5,8	0,8
B	33,0	6,8	0,3
C	22,6	7,9	0,9
D	33,0	8,1	1,7
Testemunha	31,2	9,6	0,5

- (1) A. 10 aplicações de 14-4-7 aplicando-se 3 l/ha vez, diluído em água;
 B. 10 aplicações de 5-15-5, aplicando-se 3 l/ha/vez, diluído em água;
 C. 5 aplicações de 500 g de mistura Mg = 2,4%; B = 0,3%; Mn = 1,5%; Cu = 0,5%;
 Zn = 0,5%; Fe = 1,5%; Co = 0,03%; S = 8,6%, diluídos em água.
 D. Tratamento A + Tratamento C.

Tabela 13. Produção (t/ha) de frutos comerciais de tomate (BOARETTO, 1982).

Tratamentos (a)	Extra	Especial	Primeira
1	25,7	8,7	8,9
2	25,0	12,0	7,1
3	22,8	9,4	8,6
4	20,8	9,7	6,8
5	24,7	10,2	10,5
Testemunha	23,4	9,1	11,0

- a) 1. 12 aplicações do adubo de fórmula 14-4-7, aplicando-se 5 l/ha/vez, diluído em água;
2. Idem ao 1, complementando-se com 400 g/ha/vez de mistura de micronutrientes contendo: Mg = 2,0%; Cu = 0,5%; Mo = 2,0%; Mn = 1,5%, em 6 aplicações.
3. Idem ao tratamento 2 no que se refere aos micronutrientes.
4. O dobro da dose do tratamento 1.
5. O dobro da dose do tratamento 2.

Tabela 14. Produção (t/ha) de frutos comerciais de tomate (BOARETTO, 1982).

Tratamento (1)	Extra	Especial	Primeira
I-testemunha	77,9	20,9	0,8
II	79,3	20,4	0,2
III	83,9	16,0	4,0
IV	58,6	21,0	0,7
V	66,1	18,6	0,8
VI	67,7	10,9	0,2
VII	77,0	11,7	1,0
VIII	72,4	17,8	0,5

- (1) II - 10 aplicações de adubo 14-4-7 a cada 10 dias, iniciando-se 10 dias após o transplante na concentração de 0,5%, aplicando-se 500 l da solução/ha.
- III - Idem ao II, mas aumentando-se a concentração para 1,0%.
- IV - Idem ao II, mas aumentando-se a concentração para 2,0%.
- V - Idem ao II quanto a concentração, mas aplicando-se 5 vezes, nas mesmas épocas das 5 últimas aplicações do tratamento II.
- VI - Idem ao III, quanto a concentração, mas aplicando-se 5 vezes nas mesmas épocas das 5 últimas aplicações do tratamento II.
- VII - Idem ao IV quanto a concentrações, mas aplicando-se 5 vezes, nas mesmas épocas das 5 últimas aplicações do tratamento II.
- VIII - 5 aplicações da fórmula 5-15-5, na concentração de 1%, aplicando-se 500 l da solução/ha, nas épocas dos tratamentos V a VII.

Tabela 15. Produção (t/ha) de frutos de tomate (PRIMAVE-SI, 1981).

Tratamento	t/ha	Diferença t/ha	Índice
Testemunha	125	-	100
10-4-7*	133	8	107

* 5 aplicações com 10 litros/ha/aplicações, diluído em água.

ADUBAÇÃO FOLIAR COMPLEMENTAR

Neste caso, trata-se da aplicação de no mínimo três pulverizações, que tem a finalidade de fornecerem os nutrientes básicos de acordo com as exigências nutricionais de cada etapa da vida dos vegetais. Segundo SILVA (1981) neste sistema há três formulações básicas: nitrogenada, fosfatada e potássica, contendo cada uma delas os três nutrientes primários, mas em proporções diferentes, de tal forma que a primeira seja rica em nitrogênio, a segunda em fósforo e a terceira em potássio. Isto porque, segundo o autor que preconiza esta técnica, para cada fase de vida vegetal, há um nutriente que é absorvido em maiores proporções. Assim, na fase de crescimento desde a germinação até antes de se dar a florada, a planta exigirá mais nitrogênio, já o fósforo seria mais requerido na fase da floração e o potássio no estágio de frutificação; que vem logo após a florada.

Neste sistema de adubação, diminuiu-se 20 a 25% da dosagem da adubação básica do solo. Essa adubação que faltou seria complementada por três pulverizações de acordo com a fase da cultura. As formulações dos adubos para aplicação via foliar, segundo SILVA (1977) seriam: a) fase de crescimento ou vegetação: 25-05-05, 30-10-10, 13-04-09, 30-00-00 etc, b) fase de floração: 15-30-15,

08-16-08, 10-50-10, 10-20-10, etc; c) fase de frutificação: 15-15-30, 05-05-15, 20-05-30, etc.

Cabe ressaltar que não encontrou-se na literatura relatos de pesquisa sobre este tipo de adubação foliar para hortaliças.

OUTROS EXPERIMENTOS

Encontram-se na literatura, alguns experimentos em que se usa a adubação foliar com a finalidade de "vamos ver o que dá", ou testar produtos e recomendações existentes no comércio. Relata-se a seguir alguns experimentos de adubação foliar nesta linha.

Para a alface, BARROS (1979) comparou várias formulações e recomendações existentes (Tabela 16). Verifica-se que há algumas formulações que eventualmente poderão surtir efeito quando aplicada via foliar.

BITTENCOURT *et alii* (1977) testaram várias recomendações para glaucina e os resultados demonstraram que somente uma delas aumentou em 10 dias o período de florescimento, sem significância estatística, mas produziu o dobro de flores passando de 6 para 12 por vaso. A fórmula deste produto era 30-10-10 de N-P₂O₅ - K₂O mais 0,05% de B₂O₃, 0,10% de MgO e 0,10% de MnO, aplicando-se a cada 10 a 20 dias na concentração de 2 g do produto/l da solução.

MINAMI & GIL (1980), aplicaram uma formulação de adubo foliar, em 3 intervalos diferentes, em tomateiro estaqueado. Os resultados encontram-se na Tabela 17 e demonstraram a eficácia dos tratamentos utilizados.

Tabela 16. Produção de alface (BARROS, 1979).

Tratamentos	Molibdato de sódio (4)	
	sem	com
	----- kg/ha -----	
Testemunha	9623 b	12797 a
Salitre do Chile (no solo) (1)	13380 a	15273 a
Urêia (foliar) - 0,6% (2)	12223 ab	14547 a
MAP (foliar) - 0,2% (2)	11543 ab	12413 a
DAP (foliar) - 0,2% (2)	11927 a	11833 a
8-16-8 + micro (foliar) - 0,15% (3)	12220 ab	12360 a
20-5-30 + micro (foliar) - 0,30% (3)	12513 ab	13993 a
25-15-30 + micro (foliar) - 0,30% (3)	13473 a	14640 a

(1) 20 g/m² de salitre do Chile, quinzenalmente

(2) Aplicaram 780 /ha/vez da solução.

(3) Dosagem mínima recomendada pelos fabricantes.

(4) 1 aplicação de molibdato de sódio, na concentração de 0,05%, na sementeira.

(5) Na vertical, tratamentos com letras iguais não diferem estatisticamente.

OBSERVAÇÃO: Aplicaram-se os adubos nas folhas semanalmente, num total de 4 aplicações.

Tabela 17. Efeito da adubação foliar na produção de tomate (MINAMI & GIL, 1980).

Tratamentos(1)	t/ha	Produção relativa
- 20 g/cova de sulfato de amônio, quinzenalmente, no solo	85	100
- Adubo foliar de 5 em 5 dias	105	124
- Adubo foliar de 10 em 10 dias	104	123
- Adubo foliar de 20 em 20 dias	94	111

(1) O adubo foliar tinha fórmula 20-12-8 de N-P₂O₅ - K₂O mais 0,4% de B e Zn, aplicados durante 90 dias.

CONCLUSÕES

São poucos os trabalhos de adubação foliar em oleícolas, relatados nas publicações científicas. Baseando-se nisso pode-se dizer que a maioria das recomendações feitas nos folhetos de propaganda de adubos foliares carecem de embasamento experimental e portanto supõe-se que não surtam, na maioria das vezes, o efeito esperado de aumentos de produção.

Entre os aspectos mais estudados está a correção ou prevenção de micronutrientes, principalmente Mo e B nas brassicas e dos micronutrientes secundários, Ca e Mg, no tomateiro e Mg em batata.

O fornecimento foliar de N e K nas adubações foliares, como no caso da substituição de cobertura via solo pela adubação foliar, deve ter caráter complementar da adubação feita no solo, quando esta for insuficiente para atender as exigências da cultura.

A adubação foliar suplementar ou estimulante e a

adubação foliar complementar não deve ser recomendada até que os resultados de pesquisa indiquem o contrário.

Tudo isto vem de encontro ao fato de que deve - se incentivar muitas pesquisas sobre o uso adequado da adubação foliar, para que a mesma seja aplicada com a devida segurança quanto ao retorno econômico.

BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO, L.C.P.; CONCEIÇÃO, A.J. & BORGES, I.O. Emprego de uréia na adubação foliar de alface (*Lactuca sativa* L.) R. Olericultura, 12: 29, 1972.
- BARROS, I.B.I. Efeito da adubação nitrogenada, foliar e no solo e da adubação foliar de molibdênio em alface (*Lactuca sativa* L.). Tese "Magister Scientia", Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG, 1979, 43p.
- BOARETTO, A.E. Adubação foliar em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) estaqueado. Botucatu-SP. Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1982, 182 p. (Tese de Livre-Docência).
- BARKE, R.E. Absorption and translocation of calcium foliar sprays in relation to the incidence of blossom - endrot in tomatoes. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science, Brisbanc, 25:179-97, 1968.
- BIGGI, E. Manual da cultura do tomate. Piracicaba - SP, Livroceres, 1977. 164 p.
- BITTERN COURT, J.F.N.; FERNANDES, P.D. & MATTOS, J.R. Efeitos de aplicação de fertilizantes comerciais, via foliar, em gloxínea (*Sinningia speciosa*, Hiern). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 34: 121-126, 1977.
- CASTELLANE, P.D.; SILVA, E.J. & MARTINS, L.R. Aplicação de uréia via foliar em alface "Grand Rapids". Horti - cultura Brasileira, 4(2): 35, 1986.

- CAC-COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. Manual de adubação e colagem, São Paulo. 1986, 42 p.
- EMBRAPA/UEPAE de Brasília - DF. Tomate: - Resumos Informativos por Aloizio de Arruda Pinto, Neusa Catarina Pinheiro Garcia, Zilda Maria de Araujo Ribeiro e Maria de Fátima Bezerra Ferreira Lima. Brasília, EMBRAPA/DID, 1977.
- EMBRAPA/UEPAE de Brasília - DF. Batatinha: - Resumos Informativos por Zilda Maria de Araujo Ribeiro, João Batista Tavares da Silva, Olavo José Book, Antonio Carlos Neves, Aloizio de Arruda Pinto e Miriam Dalva Lima Martins. Brasília, EMBRAPA/DID, 1978.
- EMBRAPA/UEPAE de Brasília - DF. Alho: - Resumo Informativo por Giselda Maria Rego, Maria de Fátima Bezerra e João Batista Tavares da Silva. Brasília, EMBRAPA/DID, 1979a.
- EMBRAPA/DID, Brasília - DF. Bibliografia brasileira de batatinha (*Solanum tuberosum*), por Olavo José Book e Leda Muniz de Almeida. Brasília, 1979b, 352 p.
- EMBRAPA/DID de Brasília - DF. Cebola: - Resumos Informativos, por Giselda Maria Rego **et alii**. Brasília, EMBRAPA/DID, 1980, 313 p.
- EMBRAPA/CNP- Hortaliças, Brasília - DF. Documentos Técnico-Científicos do CNP Hortaliças, 1976-1982, por Maria Fátima Bezerra Ferreira Lima e Roberto Vicente Cobbe. Brasília, 1983.
- EPAMIG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 1978, 80 p.
- FECOTRIGO. Manual de adubação e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Trigo e Soja, 56: 1-34, 1981.
- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1972, 451 p.

- GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*, Campinas, SP, 22: 693-714, 1963.
- GERALDSON, C.M. Control of Blossom-end Rot of tomatoes. *American Society for Horticultural Science*, 69: 309 - 317, 1957.
- MAGALHÃES, J.R. & MONNERAT, P.H. Aplicação foliar de boro na prevenção de deficiência e na composição mineral de tomateiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 13: 81-89, 1978.
- MAGALHÃES, J.R.; SILVA, W.L.C.; MONNERAT, P.H. Níveis e métodos de aplicação de boro em tomateiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 16: 153-157, 1981.
- MILLIKAM, C.R. & HANGER, B.C. Effects of chelation and of certain cations on the mobility of foliar-applied ^{45}Ca in stock, broad bean, peas, and subterranean clover. *Aust. J. Biol. Sci.*, 18: 211-226, 1965.
- MINAMI, K. & GIL, C.M. Adubação foliar em tomate. *O Solo*, Piracicaba-SP, 72: 58-60, 1980.
- MUZILLI, O.; LANTMANN, A.F. PALHANO, J.B.; OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A.; CHAVES, J.C.D. & ZOCOLER, D. C. Interpretação e recomendação de calagem e adubação para o estado do Paraná. IAPAR, Londrina-PR, 1978, 49 p.
- OGATA, T.; VAZ, R.L. & FILGUEIRA, F.A.R. Efeito de doses de Borax na produção de couve-flor de verão em Anápolis. *R. Olericultura*, 17: 186-194, 1979.
- PRIMAVESI, O. Resultados de nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: BOARETTO, A.E. & ROSOLEM, C.A. *Anais do 1º Simpósio de Adubação Foliar*, 4 a 8 de agosto de 1980, Botucatu, p. 73-95, 1981.

- RAIJ, B.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI Jr., R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. Recomendações de Adubação e calagem para o estado de São Paulo. B. Técn. Inst. Agron. nº 100, 107 p. 1985.
- SILVA, O. Uso adequado da adubação foliar. A Granja, Porto Alegre, RS, 57: 53-57, 1981.
- TRANI, E. Análise química e adubação foliar. Campinas - CATI, 1979. 32 p. (Boletim Técnico, 110).
- WITTWER, S.H. & TEUBNER, F.G. Foliar absorption of mineral nutrients. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, 10: 13-32, 1959.
- WINSOR, G.W.; MESSING, J.H.L.; LONG, M.I.E. The effects of magnesium deficiency on the yield and quality of glasshouse tomatoes grown at two levels of potassium. Journal of Horticultural Science, Madison, 40: 118 - 132, 1965.



CULTURA DO MORANGUEIRO (*Fragaria* x *ananassa* DUTCH.); NUTRIÇÃO MINERAL, CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO FOLIAR

Paulo Donato Castellane¹

1. INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro começou a se destacar no Brasil a partir do final da Segunda Guerra Mundial (HASHIMOTO, 1962). Nos últimos vinte anos ela apresentou grande evolução, graças à introdução de cultivares mais adaptadas e à maior oferta de mudas com sanidade controlada, por parte de empresas oficiais e privadas. São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais são os principais Estados produtores. No Rio Grande do Sul predomina a produção de frutos para a industrialização; nos outros dois, grande parte da produção é destinada ao consumo "in natura" (FERNANDES, 1981). Atibaia, Cabreúva, Campinas, Jundiaí, Louveira, Piedade e Vinhedo destacam-se como os principais Municípios paulistas produtores de morango.

Por amadurecerem numa época em que há falta de frutos no mercado (final de outono e inverno) os morangos atingem cotações relativamente elevadas. Isto estimula cada vez mais os produtores, apesar de ser uma das culturas que mais exigem constantes cuidados desde o plantio até a comercialização dos frutos.

¹ Prof. Assistente Doutor.
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP.
Rodovia Carlos Tonant, Km 5. Tel. (0163): 22-4000.
14.870 - Jaboticabal, SP.

De certo modo, os cuidados requeridos pela cultura servem de desestímulo às pesquisas, contribuindo para que muitas práticas culturais sejam realizadas sem maiores estudos sobre as suas viabilidades econômicas (FERNANDES, 1981). Aliás, a falta de experimentos de campo para melhor orientação aos produtores é um problema sério, segundo a Casa de Agricultura de Atibaia, município paulista maior produtor de morangos (NUCCI, 1983).

A correção do solo (calagem, adubação orgânica e adubação mineral) e a adubação foliar se destacam entre os fatores de produção menos estudados para a cultura do morangueiro no Brasil. Contudo em outros países várias pesquisas foram realizadas. Por estarem muito relacionados, tais fatores, juntamente com aspectos relativos à nutrição mineral da cultura, serão abordados no texto que se segue.

2. ASPECTOS GERAIS SOBRE A CULTURA

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e, em bora seja uma planta perene, é cultivado no Brasil como uma cultura anual.

Seu caule, um rizoma, apresenta entre-nós muito curtos, onde se inserem folhas compostas trifoliadas e gemas vegetativas/reprodutivas. Este conjunto é denominado de coroa. As gemas podem dar origem às flores ou aos estolhos, dependendo de sua idade fisiológica e de condições de fotoperíodo e de temperatura.

O florescimento é intenso sob temperaturas amenas e dias curtos. No País, normalmente, as colheitas dos frutos são realizadas desde a segunda quinzena de maio até dezembro. Com a elevação da temperatura e do fotoperíodo, inicia-se a emissão de estolhos longos e finos que, a cada nó, emitem folhas e enraizam em contato com o solo, produzindo uma muda. Algumas cultivares produzem poucos estolhos, ou não os possuem, apresentando, contudo, maior tendência de ramificação da coroa. Este não é o caso das cultivares em uso no País: 'Campinas', normalmente para consumo de frutos "in natura", 'Guarani' e 'Kon

voy'-cascata', principalmente para fornecer frutos às indústrias de conservas. Outras cultivares como, 'Agf/80T', 'Lassen', 'Leiko' e 'Tioga' estão sendo introduzidas. O cultivo de 'Konvoy-cascata' restringe-se mais ao Rio Grande do Sul.

Existem dois tipos de culturas de morangueiro: um voltado à produção de mudas e outro à produção de frutos.

A cultura de produção de mudas vem se tornando cada vez mais em uma atividade de empresas privadas e oficiais, contando com os recursos da biotecnologia para se obterem plantas matrizes livres de vírus, que são utilizadas para a produção de mudas sob telados, ou em campos distantes das culturas de produção de frutos, das culturas de batata, tomate e outras solanáceas. A época de plantio das matrizes é setembro-outubro, sendo realizado num espaçamento que pode variar de 1,5 a 3,0m entre plantas. A colheita de mudas para a instalação da cultura de frutos se dá em fevereiro-março.

Tais mudas são plantadas em canteiros com 1,20 m de largura, cerca de 15 a 20 cm de altura, espaçadas em 30 cm uma das outras. Normalmente tem-se 80.000 plantas/ha. Em locais mais frios o plantio pode ser realizado no final de fevereiro. Normalmente planta-se de março a início de abril. A fim de se obterem frutos limpos, os produtores utilizam a cobertura do solo com filme de polietileno preto. Em casos menos comuns se utilizam coberturas com serragem ou casca de arroz. Conforme já mencionado, as colheitas de frutos ocorrem da segunda quinzena de maio até dezembro.

Embora se conheça que além do estado sanitário das matrizes, seu estado nutricional também afeta a produção de mudas de melhor qualidade, nada se pesquisou a respeito no Brasil. A adubação nitrogenada durante a produção de mudas é um fator importante influenciando posteriormente nas áreas de produção de frutos (RODGERS et alii, 1985). Se ela for deficiente tem-se maior produção de mudas menores, com três ou menos folhas e diâmetro médio de 0,5 cm na coroa. Tais mudas são mais juvenis, apresentando produções tardias. Para a cultura de produção de frutos existem algumas pesquisas nacionais sobre nutrição mine-

ral e adubação. Entretanto, são poucas, quando se consideram as diferentes regiões produtoras e as diferentes cultivares utilizadas.

3. NUTRIÇÃO MINERAL DO MORANGUEIRO

Uma das premissas à elaboração de um programa de adubação para determinada cultura é o estudo da sua nutrição mineral, envolvendo a marcha de absorção e a extração total de nutrientes. Este conhecimento, associado aos das disponibilidades e dinâmica dos nutrientes no solo, permite se estabelecerem as épocas, os meios e as quantidades mais apropriadas para o fornecimento dos nutrientes, a fim de suprir a demanda da cultura, quando são mais necessários às plantas.

SOUZA *et alii* (1976) verificaram que as quantidades máximas de macronutrientes extraídas por culturas de morangueiro das cultivares Campinas, Camanducaia, Monte Alegre e SH-2 foram 192, 24 a 50, 133 a 244, 76 a 116, 30 a 34 e 13 a 27 kg/ha, respectivamente de N, P, K, Ca, Mg e S. Estes valores correspondem a uma população de 150.000 plantas/ha, conforme citam os autores. 'Campinas', no geral, apresentou as maiores quantidades absorvidas, enquanto que 'SH-2' as menores. Considerando uma menor densidade de plantas, 59.000/ha, ALBREGTS & HOWARD (1980) constataram as seguintes extrações totais de macronutrientes: 58,6 kg/ha de N, 9,4 kg/ha de P; 63,1 kg/ha de K; 30,8 kg/ha de Ca e 7,8 kg/ha de Mg. Neste experimento utilizaram também 'Tioga', cultivar recentemente introduzida no Brasil (NUCCI, 1983).

Do transplante de mudas até as primeiras colheitas de frutos, o morangueiro absorve 37,2% do N; 28,7% do P; 23,1% do K; 23,7% do Ca e 37,2% do Mg, segundo resultados apresentados por ALBREGTS & HOWARD (1980). Destes valores se pode inferir que a maior parte dos nutrientes é absorvida pelo morangueiro durante a fase de colheita dos frutos. Então, para a máxima produção de frutos, estes nutrientes devem estar disponíveis às plantas, em maior quantidade, durante tal fase. Este fato deve ser considerado para se racionalizar a adubação da cultura, procurando-se minimizarem as perdas de nutrientes por lixiviação, que são favorecidas pelas constantes irrigações que a cultura requer.

Segundo SOUZA *et alii* (1977) as quantidades máximas de micronutrientes, exceto Cl e Mo, extraídas pelo morangueiro variam de 280 a 590 g/ha para o B, 106 a 374 g/ha para o Cu, 4.932 a 8.668 g/ha para o Fe, 404 a 499 g/ha para o Mn e 830 a 1.358 para o Zn. Neste caso também consideraram uma população de 150.000 plantas/ha. Do mesmo modo ocorrido para alguns macronutrientes, as variações se devem às cultivares utilizadas, sendo, mais uma vez, os menores valores obtidos com 'SH-2'. Estas diferenças entre as cultivares quanto à extração total de nutrientes devem também ser consideradas no programa de adubação da cultura. Até 116 dias após o transplante o morangueiro absorve 29,6% do B; 27,9% do Fe; 56,5% do Mn e 18,4% do Zn, considerando-se a média das cultivares utilizadas por SOUZA *et alii* (1977).

Apesar da maior quantidade de nutrientes ser absorvida após o início das primeiras colheitas de frutos, deve-se considerar que, em geral, as plantas apresentam intensa taxa de absorção de nutrientes durante a fase inicial de desenvolvimento, podendo esgotar rapidamente, o pequeno volume de solo explorado pelo sistema radicular (PEARSON, 1974). Como consequência disto, nesta fase elas podem manifestar sintomas de deficiências nutricionais. Em visitas realizadas em algumas culturas de morango recém transplantados, no Município de Cabreúva (SP), pode-se verificar a ocorrência esporádica de plantas com sintomas de deficiência de K. Mais raramente, verificaram-se também plantas deficientes em N. Segundo JOHANSON & WALKER (1963), havendo condições favoráveis, os sintomas visíveis de deficiências de N, P e K manifestam-se em 28 a 40 dias. A seguir são descritos os principais sintomas de deficiências de alguns nutrientes em morangueiro, conforme constatados por aqueles pesquisadores.

Nitrogênio: as folhas mais velhas adquirem, gradualmente, colocação avermelhada a partir das margens internas dos folíolos;

Fósforo: as plantas apresentam crescimento muito lento; na superfície de folhas mais velhas desenvolve-se

coloração azulada em pequenas nervuras; posteriormente esta coloração atinge toda a superfície da folha;

Potássio: surge coloração púrpura-avermelhada a partir das margens externas dos folíolos de folhas mais velhas; a coloração progride, envolvendo um triângulo esverdeado com altura de $2/3$ a $1/2$ do comprimento do folíolo, tendo como centro a nervura principal;

Cálcio: os ápices das folhas em início de desenvolvimento apresentam-se com coloração castanha; com o desenvolvimento da folha os ápices surgem necróticos, originando folíolos de tamanhos menores que os normais; este sintoma é conhecido como "ponta queimada";

Magnésio: entre as nervuras de folíolos das folhas maduras há o desenvolvimento de coloração púrpura-avermelhada; no início as margens dos folíolos apresentam coloração normal; posteriormente apenas nas nervuras centrais, e bem próxima a elas, tem-se coloração verde nas folhas;

Enxôfre: há cloroses e tamanhos desiguais de folíolos recém desenvolvidos numa mesma folha; surge coloração escura nas margens externas dos folíolos;

Boro: sintomas progressivos aparecem nas folhas em início de desenvolvimento; necroses nas pontas, distorções e cloroses nos folíolos; maior incidência de frutos deformados;

Manganês: os folíolos de folhas recém maduras são foscos, verde-amarelados, com nervuras verde escuras e margens apresentando pontuações púrpuras;

Ferro: clorose internerval, permanecendo as nervuras mais internas com verde intenso.

Os limites de teores foliares de nutrientes, considerados como não deficientes para o morangueiro, são:

N - 2,6 a 3,0 % (BOULD, 1964);

P - superior a 0,30% (BOULD, 1964);

K - 1,0 a 1,5% (BOULD & CATLOW, 1954);
Ca - 1,15 a 1,8% (SOUZA et alii, 1976);
Mg - acima de 0,10% (BOULD, 1964);
B - 20 a 30 ppm (BLATT, 1982).

Para a diagnose foliar em morangueiro são utilizados os folíolos da terceira folha a partir do centro da planta. A amostragem é realizada quando as plantas encontram-se no estágio de início de florescimento. Após o início de florescimento, até a colheita, há intensa translocação de N, P e K aos frutos (BOULD & CATLOW, 1954). Como consequência, seus teores foliares decrescem, concomitantemente com a elevação dos teores de Ca, uma vez que este nutriente tem translocação insignificante a partir das folhas.

4. CORREÇÃO DO SOLO

4.1. Calagem

O morangueiro adapta-se a quase todos os tipos de solos, mas prospera melhor naqueles areno-argilosos, com elevada porcentagem de matéria orgânica, profundos e com drenagem (GARDE & GARDE, 1964). Embora suas raízes possam atingir 50 a 60 cm de profundidade (PONCINI, 1975; ARMADA, 1981) elas apresentam vida curta, sendo constantemente renovadas, caracterizando, desta forma, o seu sistema radicular como superficial. Para a cultivar Campinas, INFORZATO & CAMARGO (1973) verificaram que aos 105 e aos 201 dias após o plantio, de 0 a 5 cm de profundidade, tinha-se 72,6 e 90,1% do sistema radicular, respectivamente.

De um modo geral, em acidez do solo variando de alta à média (pH em água de 5,0 a 6,0; pH em CaCl_2 de 4,4 a 5,4) a cultura se desenvolve bem. Segundo CUTCLIFFE & BLATT (1984), o morangueiro apresenta resposta à calagem apenas em solos com pH inferior a 5,0. Quando o pH era 5,1, aplicações de 4,9 e 9,8 t/ha de calcário reduziram o peso da matéria seca radicular da planta em 35,7 e 53,3%, respectivamente (ANDERSON et alii, 1965).

No Estado de São Paulo, recomenda-se a calagem do solo a ser cultivado com morangueiro quando o valor da saturação em bases for inferior a 60%, devendo-se elevá-la a 70% (PASSOS, 1984).

4.2. Adubação Orgânica

GARDE & GARDE (1964) consideram que a adubação orgânica é a base fundamental ao êxito da cultura do morangueiro, sendo que dificilmente poderá ser substituída totalmente por adubos inorgânicos. Resultados obtidos por BOULD & CATLOW (1954), MAKISHIMA & COUTO (1964) e ALBREGTS & HOWARD (1981) são bem ilustrativos. Verificou-se que o uso de compostos (0,6% de N), esterco de curral (0,6% de N) e esterco de galinha (3,3% de N) proporcionaram consideráveis aumentos percentuais de produção comercial de frutos em relação às fontes inorgânicas de N (MAKISHIMA & COUTO, 1964). Entretanto, aplicações pesadas de esterco de curral, próximas ao plantio do morangueiro, podem ser prejudiciais devido a sua riqueza em cloreto (QUAST, 1982). Desta forma, recomenda-se a aplicação com certa antecedência para haver tempo de lavagem do excesso de cloreto. Para 18 e 36 t/ha de cama de frango, ALBREGTS & HOWARD (1981) verificaram incidência de lesões foliares no morangueiro, sendo o fato associado com a constatação de elevadas concentrações de sais solúveis no solo. Entretanto, ainda para 18 t/ha houve aumento significativo da produção de frutos. Em geral, o adubo orgânico deve ser aplicado e incorporado ao solo 30 dias antes do plantio das mudas.

Ao longo dos anos, as recomendações de adubação orgânica no Estado de São Paulo tiveram algumas alterações. HASHIMOTO (1962) indica para solos de mediana fertilidade a aplicação de 10 a 20 kg/m² de esterco curtido de curral, seguindo recomendações do Instituto Agrônomo de Campinas. Já, CAMARGO (1973), pesquisador deste Instituto, para o mesmo tipo de solo, recomenda 8 kg/m² de esterco curtido de curral. Estes valores, considerando-se que os produtores aplicam e incorporam o adubo orgânico na área toda, correspondem a uma variação de 80 a 200 t/ha. Atualmente, o Instituto Agrônomo de Campinas recomenda 50 a 100 t/ha de esterco curtido de curral; as maiores quantidades para solos arenosos. CAMARGO (1973), no caso da substituição do esterco curtido de curral pelo esterco curtido de frango, recomenda que se reduza a quantidade à quinta parte da indicada. ASSIS (1982), pa

ra a cultivar Konvoy-Cascata, recomenda a incorporação de 20 t/ha de esterco de gado de frango.

4.3. Adubação Mineral

Um solo fértil, ou bem adubado, deve fornecer às plantas nutrientes em proporções e quantidades adequadas a um melhor crescimento e a uma melhor produtividade, qualitativa e quantitativa. Deste modo, embora a adubação orgânica seja considerada a base fundamental ao êxito da cultura do morangueiro, uma complementação com adubos minerais é indispensável para melhor adequar as proporções e as quantidades dos nutrientes no solo.

Segundo citações de MAKISHIMA & COUTO (1964), o N é o principal fator limitante à produtividade da cultura seguido pelo P e K, em ordem de importância. Em função da característica de seus solos, grandes fixadores de P, a expectativa é que este nutriente tenha maior importância ao morangueiro no Brasil, à semelhança do que ocorre com as demais culturas. Logicamente, ocorrendo baixa disponibilidade no solo, a cultura responde favoravelmente à aplicação de determinado nutriente na dose, época e local adequados.

VOTH et alii (1967) citam que aplicações excessivas de N retardam a colheita, além de reduzir a produção e a qualidade dos frutos, especialmente nas cultivares Fresno e Tioga. Verificaram grande incidência de frutos mal formados e com coloração irregular nos tratamentos que receberam 470 kg/ha de N. Ainda, o excesso de N promoveu um crescimento vegetativo vigoroso em detrimento da produção. BOULD & CATLOW (1954) citam existir correlação negativa entre o N e o total de açúcar nos frutos. Segundo Shaw, citado por Peacock (1939), a abundância de N aumenta a produção e o tamanho dos frutos, mas é necessário um suficiente teor de P e de K para a melhoria do sabor, da cor e da firmeza (MAKISHIMA & COUTO, 1964). Aliás, destes, o K é aquele que mais favorece a qualidade dos frutos, conforme verificado por KIRSCH (1959), KUILE (1964) e BECERRIL & BARRIENTOS (1982). Um bom suprimento de K aumenta os teores de açúcar, de sólidos solu-

veis totais e de ácido ascórbico nos frutos, além do aroma, sabor, cor e firmeza. Para firmeza e teor de sólidos solúveis totais, KUILE (1964) e BECERRIL & BARRIENTOS (1982) constataram também interação positiva entre P e K. Em relação ao aumento da firmeza dos frutos, merece ainda destaque o Ca (EAVES & LEEFE, 1962).

No Estado de São Paulo, apesar da não existência de maiores pesquisas, indica-se 1.000 kg/ha de P_2O_5 para solos com menos de $40 \mu g/cm^3$ de P e 600 kg/ha para solos com mais de $40 \mu g/cm^3$. Quanto ao K, a indicação é 360 kg/ha de K_2O para solos com menos de $0,30 \text{ meq/cm}^3$ de K^+ e 240 kg/ha de K_2O para solos com valores superiores a $0,30 \text{ meq/cm}^3$. As adubações em cobertura devem ser realizadas mensalmente, a partir do plantio das mudas, com 120 kg/ha da fórmula 30-0-15 (PASSOS, 1984). No Rio Grande do Sul, em pesquisa com a cultivar Monte Alegre, a dose mais econômica de P_2O_5 foi 200 kg/ha, associada com 120 kg/ha de N aplicado 1/3 no plantio, 1/3 aos 30 dias e 1/3 aos 60 dias após o plantio (FONSECA & MORAES, 1981). A dose utilizada de K_2O foi 60 kg/ha. Ainda no Rio Grande do Sul, para a cultivar Konvoy-Cascata recomenda-se cerca de 30 kg/ha de N, 180 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O no plantio. Como adubação de cobertura, trinta dias após o plantio, mais 30 kg/ha de N, segundo valores apresentados por ASSIS (1982).

Para o K, sempre que possível se deve utilizar o sulfato de potássio, em substituição ao cloreto. KRAMER (1963) constatou maior produção de frutos e maior teor de ácido ascórbico nos frutos com o uso de sulfato de potássio; MAKISHIMA (1964) verificou que o emprego de 300 kg/ha de K_2O , na forma de sulfato, promoveu um aumento de 46,9% na produção comercial, quando comparado com a mesma dose de cloreto de potássio.

5. ADUBAÇÃO FOLIAR

Desde as eras mais remotas, quando se originaram nos oceanos, as plantas apresentam a capacidade de absorverem nutrientes minerais através de suas folhas. O ho-

mem, contudo, parece ter tomado conhecimento disto nas últimas décadas do século passado (WITTWER *et alii*, 1963). Segundo ROSOLEM (1984), apenas nos últimos 30 anos se intensificaram os estudos sobre a prática de adubação foliar das culturas, tendo-se verificado, por vezes, resultados não satisfatórios. Diversos fatores influem na absorção foliar de nutrientes e, conseqüentemente, nos resultados advindos da adubação foliar. Tais fatores já foram amplamente discutidos.

O morangueiro, à semelhança de várias oleráceas, requer inúmeras pulverizações para os controles de pragas e doenças que incidem sobre a cultura. Este aspecto é importante, podendo reduzir o custo da adubação foliar, pois, não ocorrendo incompatibilidade entre os produtos, pode-se realizá-la em conjunto com a prática anterior.

Outra consideração interessante é o fato da cultura ser instalada em solos com fertilidade elevada. Verificou-se, no Município de Cabreúva (SP), que os solos cultivados com morangueiros apresentavam 86 a 704 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ de P, teores muito altos, e 0,33 a 0,66 meq/100 cm^3 de K, teores altos a muito altos (FOLTRAN *et alii*, 1987). Isto coloca em dúvida a necessidade das pesadas adubações que os produtores realizam a cada novo plantio. Ainda, abre perspectivas sobre a possibilidade do uso da adubação foliar como complemento da adubação do solo, mesmo para macronutrientes. Principalmente para o N e o K, por serem muito lixiviáveis, a adoção desta prática poderá contribuir com um maior retorno econômico ao produtor.

Cabe considerar também que após a colocação do filme de polietileno preto sobre os canteiros, para a realização das adubações em cobertura na cultura do morangueiro, há a necessidade de uma pessoa furar o filme com um chuchu de madeira e de outra ir aplicando o adubo. Talvez, considerando-se a elevada fertilidade dos solos, a pesada adubação realizada antes do plantio e a necessidade de constantes pulverizações para os controles de pragas e doenças, não poderá a adubação foliar evitar os gastos com mão de obra e adubos nas adubações em cobertura?

Em uma das raras pesquisas realizadas no Brasil so-

bre adubação foliar da cultura do morangueiro, os resultados obtidos por MORAES & MAGNANI (1980) indicam a possibilidade do suprimento constante de N à cultura, associado aos tratamentos fitossanitários, mesmo após a colocação do filme de polietileno. Como fonte de N, utilizaram a uréia.

CAMARGO (1973) indica quatro adubações foliares com uréia a 0,5%: a primeira logo após o plantio no local definitivo; devendo as demais serem realizadas semanalmente. Recomenda pulverizar sempre à tarde, após a irrigação feita pela manhã, não se irrigando novamente até 24 horas após a pulverização. Segundo ele, estas pulverizações com uréia contribuem para significativo aumento da produção precoce de frutos. O morangueiro tolera concentrações de uréia via foliar até 0,7% (WITTEWERT *et alii*, 1963). Atualmente, no Estado de São Paulo, o Instituto Agrônomo recomenda o uso de adubo foliar contendo micronutrientes, alternando um rico em N com outro rico em P (PASSOS, 1984).

Apesar da escassez de pesquisas a respeito os produtores ^{1/}, invariavelmente, utilizam a adubação foliar em suas culturas. As formulações e as origens dos produtos utilizados são várias (Quadro 1). Em geral, formulações 30-15-05 e 25-15-10 são pulverizadas até vinte dias após o plantio a fim de acelerar o desenvolvimento das plantas. Os resultados são excelentes, segundo alguns produtores visitados. Formulações completas com micronutrientes também são utilizadas. Há vários casos de produtores que as utilizam semanalmente, outros a cada dez ou quinze dias, seguindo recomendações do fabricante. Não se verificou na literatura consultada nenhum resultado experimental para as formulações atualmente utilizadas pelos produtores.

Com aplicações quinzenais de 0,5% de N + 0,2% de P_{205} + 0,5% de K_2O , iniciadas um mês após o plantio SHIN

^{1/} Informação pessoal do Engº Agrº Fernando Picarelli Martins (Estação Experimental de Jundiá do IAC) e de produtores do Município de Cabreúva.

Quadro 1. Algumas formulações de adubos foliares em uso nas culturas de morangueiro para produção de frutos.

Composição (%)	Recomendações dos fabricantes	
	Dose	Época
30-00-00	4-6 l/ha	Fase de florescimento
14-04-04	5-6 l/ha	Início da florada
04-04-12	4-6 l/ha	15 dias após a florada
30-15-05	300g/100 l	Fase de crescimento
25-15-10	300g/100 l	A cada 20 dias após início florada
30-10-10+micro	400-500g/100 l	A cada 15 dias
20-10-10+micro	400-500g/100 l	A cada 15 dias
12-06-06+micro	1-2 l/ha	Cinco aplicações
10-04-07+micro	2 l/ha	A cada 10 dias
06-12-06+micro	300ml/100 l	A cada 15 dias
04-14-08+micro	300ml/100 l	A cada 15 dias
10N-01Ca-05Mg+micro	400ml/100 l	A cada 15 dias
4,5Mg-08S+micro	250g/100 l	Duas aplicações

GH *et alii* (1983) verificaram significativo aumento na produção de morangos. Ao contrário, segundo ALBREGTS & HOWARD (1986), adubações foliares realizadas semanalmente em culturas de morangueiro conduzidas em solo com fertilidade elevada e bem adubado, podem diminuir a produção da cultura. Para solo menos adubado, a adubação foliar favoreceu maior produção de frutos. Destes resultados infere-se a necessidade de pesquisas para melhor se elaborar um programa de adubação ao morangueiro no Brasil pois, tomando-se como representativo o que ocorre no Estado de São Paulo, além da cultura ser instalada em solos muito férteis, a eles se aplicam pesadas adubações.

Uma deficiência nutricional que parece ser comum em culturas de morangueiro é a de Ca (BANGERTH, 1979), causando lesões secas e escuras nos ápices dos folíolos ("ponta queimada"). Apesar de não terem verificado tais sintomas nas áreas produtoras de morango de Cabreúva, FOLTRAN *et alii* (1987) constataram que 45,5% delas apresentavam teores foliares de Ca abaixo do considerado adequado à cultura, apesar dos produtores realizarem a calagem. As constantes e pesadas adubações nitrogenadas e potássicas devem contribuir para a constatação daquele fato. Além destes, a ocorrência de "ponta queimada" depende de fatores climáticos: condições que favoreçam intensa transpiração foliar, desviando o fluxo de Ca via xilema para as folhas já emergidas do interior da coroa favorecem a incidência da lesão; ao contrário, condições que favoreçam o desenvolvimento da pressão radicular diminuem a sua incidência (BRADFIELD & GUTTRIDGE, 1979). Considerando-se estes aspectos, parece mais interessante prevenir deficiência de Ca em culturas de morangueiro para produção de mudas, pois ela se desenvolve em épocas mais quentes e geralmente menos favoráveis ao desenvolvimento da pressão radicular. Contudo, para a cultura de frutos, EAVES & LEEFE (1962) recomendam quatro pulverizações com CaCl_2 a 0,4%, uma a cada dois dias após o início de cada florescimento, a fim de se obterem frutos mais firmes, o que é muito interessante, considerando-se o intenso manuseio que os mesmos recebem.

Resultado muito favorável à adubação foliar na cultura do morangueiro foi recentemente obtido por ALBREGTS

& HOWARD (1984), com aplicações de solubor (2% de B). Realizaram cinco pulverizações de 112 g/ha de B, uma a cada mês e verificaram produções de frutos comerciáveis semelhantes às superiores às aquelas obtidas com a incorporação de 1,12 kg/ha de B (bórax) ao solo. Constataram também que as pulverizações com B podem ser mais eficientes que a adubação de solo quanto à diminuição da incidência de frutos deformados. Repare que no total das cinco pulverizações a quantidade de B utilizada é metade da aplicada ao solo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme se pode verificar, há grande carência de pesquisas sobre a nutrição mineral e adubação da cultura do morangueiro no Brasil. É urgente, portanto, a necessidade de incrementá-las, pois, ainda deve-se considerar que estão sendo introduzidas novas cultivares e que algumas das pesquisas existentes foram realizadas com cultivares sem importância atual.

Quanto à adubação foliar da cultura, um aspecto importante a pesquisar são formulações NPK e frequências adequadas de pulverizações a fim de se minimizarem ou, quiçá, substituírem as adubações em cobertura. Neste sentido, a adubação foliar da cultura do morangueiro poderá apresentar enorme economicidade. Com relação ao Ca e ao B, os raros resultados experimentais aprovam suas aplicações "via foliar" na cultura. Devido aos seus efeitos benéficos à qualidade dos frutos, e por não se translocarem a partir das folhas, deve-se ter o cuidado de atingir os frutos durante as pulverizações.

7. LITERATURA CITADA

ALBREGTS, E.E. & HOWARD, C.M. Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown on annual hill culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105: 386-388, 1980.

- ALBREGTS, E.E. & HOWARD, C.M. Effect of poultry manure on strawberry fruiting response, soil nutrient changes, and leaching. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106: 295-298, 1981.
- ALBREGTS, E.E. & HOWARD, C.M. Boron application to strawberries. *Proc. Soil. and Crop Sci. Flor.*, 43: 11-14, 1984.
- ALBREGTS, E.E. & HOWARD, C.M. Response of strawberry to soil and foliar fertilizer rates. *HortScience*, 21: 1140-1142, 1986.
- ANDERSON, J.E.; BAILEY, J.S.; DRAKE, M.; OLANYK, G.H.; FIELD, D.L. Mineral content of strawberry leaves as influenced by rate and placement of fertilizer and lime. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 85: 332-337, 1965.
- ARMADA, M. **Morangueiro: Técnicas Culturais - Pragas e Doenças**. Livraria Popular Francisco Franco, Lisboa. 1981. 96 p.
- ASSIS, M. **Instruções para o Plantio do Morangueiro 'Konvoy-Cascata'**. EMBRAPA, Pelotas. 1982. 3 p. (Comunicado Técnico nº 16).
- BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytop.*, 17: 97-122, 1979.
- BECERRIL, E.R. & BARRIENTOS, F.P. Efecto de la fertilización con fósforo y potasio en dos cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci.*, 25: 357-361, 1982.
- BLATT, C.R. Effects of two boron sources each applied at three rates to the strawberry cv. Midway on soil and leaf boron levels and fruit yields. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 13: 39-47, 1982.
- BOULD, C. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. V. Sand culture N, P, K, Mg experiments with strawberries (*Fragaria* spp). *J. Sci. Food Agric.*, 15: 474-487, 1964.

- BOULD, C. & CATLOW, E. Manurial experiments with fruit. 1. The effect of long-term manurial treatments on soil fertility and on growth, yield and leaf nutrient status of strawberry, var. Climax. **J. Hort. Sci.**, **29**: 213-219, 1954.
- BRADFIELD, E.J. & GUTTRIDGE, C.G. The dependence of calcium transport and leaf tipburn in strawberry on relative humidity and nutrient solution concentration. **Ann. Bot.**, **43**: 363-372, 1979.
- CAMARGO, L.S. Cultura do Morangueiro. **O Agrônomo**, **18** (5/6): 9-25, 1966.
- CAMARGO, L.S. **Instruções para a Cultura do Morangueiro**. 6ª Edição, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas. 1973. 32 p. (Boletim nº 29).
- CUTCLIFFE, J.A. & BLATT, C.R. Effects of N, P, K, B and lime on strawberry yields. **Can. J. Plant. Sci.**, **64**: 945-949, 1984.
- EAVES, C.A. & LEEFE, J.S. Note on the influence of foliar sprays of calcium on the firmness of strawberries. **Can. J. Plant. Sci.**, **42**: 746-747, 1962.
- FERNANDES, E.A. Apresentação. In: EMBRAPA. **Morango, resumos informativos**. Brasília, EMBRAPA, 1981. p.5.
- FOLTRAN, D.E.; CASTELLANE, P.D.; FERREIRA, M.E. Diagnose da fertilidade dos solos e do estado nutricional da cultura do morango em Cabreúva - SP. **Horticultura Brasileira**, **5**(1): 56, 1987 (Resumo).
- FONSECA, V.O. & MORAES, E.C. Fertilização do Morangueiro; Avaliação Econômica da Resposta de Nitrogênio e Fósforo. EMBRAPA, Pelotas. 1981. 9 p. (Comunicado Técnico nº 14).
- GARDE, A. & GARDE, N. **Culturas Hortícolas**. 2ª Edição. Livraria Clássica Editora, Lisboa. 1964. 515 p.

HASHIMOTO, S. Morango compensa o que dá. *Coopercotia*, 152: 11-15, 1962.

INFORZATO, R. & CAMARGO, L.S. Sistema radicular do morangueiro (*Fragaria* híbridos) em duas fases do ciclo vegetativo. *Bragantia*, 32: 187-191, 1973.

JOHANSON, F.D. & WALDER, R.B. Nutrient deficiencies and foliar composition of strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 83: 431-439, 1963.

KIRSCH, R. The importance of interaction effects in fertilizer and lime studies with strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 73: 181-188, 1959.

KRAMER, S. Studies on the action of chloride-containing potash fertilizers on yield, ascorbic acid content of fruits and vegetative development of strawberries. *Apud: Hort. Abst.*, 33: 690 (Abstract 6.856), 1963.

KUILE, J.H.T. (Is strawberries quality affected by NPK manuring). *Apud: Hort. Abst.*, 34: 457 (Abstract 4.380), 1964.

MAKISHIMA, N. **Ensaio de Adubação de Morangueiro** (*Fragaria* sp.). Viçosa, URMG, Imprensa Universitária, 1964. 36 p. (Tese M.S.).

MAKISHIMA, N. & COUTO, F.A.A. Ensaio de adubação do morangueiro (*Fragaria* sp). *Revista de Olericultura*, 4: 193-201, 1964.

MORAES, E.C. & MAGNANI, M. Fontes de nitrogênio para a cultura do morangueiro. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 20. Brasília-DF. **Resumos**. Brasília-DF, 1980, p. 97.

NUCCI, T.A. Morangos em Atibaia. *Casa da Agricultura*, 5: 12, 1983.

PASSOS, F.A. Morango. In: RAIJ, B. van et alii "Ed.". **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, SP, 1985. p. 58.

- PEARSON, R.W. Significance of rooting pattern to crop production and some problem of root research. In: CARSON, E.W. *The Plant root and its environment*. 1974. pg. 247-267.
- PONCINI, S. *Manual de Horticultura*. Editorial Presença, Lisboa. 1975. 462 p.
- QUAST, P. Chloride damage to berry fruits may also be caused by excessively fresh stable manure. *Apud: Hort. Abst.*, 52: 575 (abstract 5.981). 1982.
- RODGERS, C.O.; IZSAK, E.; KAFKAFI, U.; IZHAR, S. Nitrogen rates in strawberry (*Fragaria ananassa*) nursery on growth and yield in the field. *J. Plant. Nutr.* 8: 147-162, 1985.
- ROSOLEM, C.A. Adubação foliar. In: ESPINOZA, W. & OLIVEIRA, A.J. "Ed." *Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira*. Brasília-DF. ANAIS, 1984. pg. 419-449.
- SINGH, R.P.; SPRIVASTAVA, R.P.; PHOGHAT, K.P.S. Studies on the foliar nutrition of strawberries. *Punjab Hort. J.*, 23: 64-68, 1983.
- SOUZA, A.F. et alii. Nutrição mineral de hortaliças. XXIX Absorção de macronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp). *Anais da E.S.A. Luiz de Queiroz*, 34: 647-683, 1976.
- SOUZA, A.F. et alii. Nutrição mineral de hortaliças. XXX - Absorção de micronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp). *Anais da E.S.A. Luiz de Queiroz*, 34: 79-109, 1977.
- VOTH, V.; URIU, K.; BRINGHURST, R.S. Effect of high nitrogen applications on yield, earliness, fruit quality, and leaf composition of California strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 91: 249-256, 1967.
- WITTWER, S.H.; BUKOVAC, M.J.; TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In: McVICKAR, M.K. et alii. "Ed.". *Fertilizers Technology and usage*. Soil Sci. Soc. of America, Madison. 1963. pg. 429-455.



Impresso na Gráfica de
Papeteria e Livreria CENTRAL
Fones: 2-7958 - 2-7523 Campinas SP