

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA, DE PORTE BAIXO, EM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDEZ DO SOLO

Júlio César MISTRO¹, E-mail: mistrojc@iac.sp.gov.br; Luiz Carlos FAZUOLI¹; Paulo B. GALLO²

¹Centro de Café "Alcides Carvalho", Instituto Agrônomo (IAC/APTA), Campinas, SP; ²Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional), Mococa, SP.

Resumo:

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento agrônomo das cultivares de café de porte baixo em diferentes níveis de acidez do solo. O experimento foi instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional), em Mococa (SP), seguindo o delineamento de blocos ao acaso no esquema parcela subdividida, com três repetições. A parcela foi constituída por três níveis de acidez e a subparcela por quatro cultivares. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: produção, altura das plantas, diâmetros da copa e caule, comprimento do ramo plagiotrópico, número de nós no ramo plagiotrópico, área foliar, tipos de sementes (chato, moca e concha), massa de cem sementes e peneira média. A aplicação de calcário proporcionou a melhoria da fertilidade e a diminuição da acidez, principalmente na camada arável do solo. As cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Catuaí Vermelho IAC 144 mostraram maior tolerância enquanto Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 foram sensíveis à acidez do solo.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, calagem, tolerância, características agrônômicas, camada arável.

EVALUATION OF SHORT CULTIVARS OF ARABICA COFFEE AT DIFFERENT LEVELS OF SOIL ACIDITY

Abstract:

The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of four short cultivars of arabica coffee at different levels of soil acidity. The experiments were carried out at Pólo Regional do Nordeste Paulista, in Mococa SP Brazil. It was used a split-plots randomized block design with three replications. The main plots composed three levels of acidity and the split-plots the four cultivars. The following agronomical traits were evaluated: yield, plant height, canopy and stem diameters, branch length, numbers of nodes on the plagiotropic branches, leaf area, seed types (flat, peaberry and elephant beans), weight of 100 grains and seed size. The lime applications increased fertility and reduced acidity in the top soil. The cultivars Ouro Verde IAC 5010-5, Catuaí Vermelho IAC 144 were tolerant and Tupi IAC 1669-33, Obatã IAC 1669-20 were sensitive to soil acidity.

Key words: *Coffea arabica*, liming, tolerance, agronomic characteristics, top soil.

Introdução

A cafeicultura brasileira vem-se expandindo para áreas caracterizadas por solos ácidos, onde predominam altos teores de alumínio, baixa saturação de bases e baixos teores de fósforo.

O alumínio é um dos constituintes das partículas da argila do solo e a sua toxicidade é acentuada na maioria dos solos onde o pH é abaixo de 5,0. Quando esse ponto é atingido parte do alumínio migra para a fração trocável ou para a solução do solo (Foy, 1976).

O alumínio, nas camadas superficiais dos solos ácidos, pode ser precipitado pela prática da calagem, porém no subsolo ele pode permanecer solúvel e tóxico às plantas, concentrando o crescimento das raízes nas camadas superficiais. Isto ocasionará a exploração de menor volume de solo pelas plantas, resultando em prejuízos na absorção de nutrientes e no aproveitamento da água nas camadas mais profundas, deixando as plantas mais sensíveis em períodos de seca e veranico, principalmente se estas adversidades ocorrerem na época de enchimento, maturação dos frutos e no florescimento, como tem se verificado nos últimos anos. Em virtude do caráter perene, o cafeeiro adulto requer uma técnica de calagem diferente daquela aplicada na maioria das culturas anuais: o calcário é aplicado na superfície do solo, entre as linhas de plantio, sendo, neste caso, impraticável a incorporação em profundidade por meios mecânicos sem afetar o sistema radicular das plantas.

Geralmente, o efeito tóxico do alumínio é notado nas raízes das plantas antes que qualquer sintoma possa ser evidenciado na parte aérea (Kerridge et al., 1971). São raros os estudos, em condição de campo, mostrando os efeitos do alumínio ou da aplicação do calcário no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do café, com exceção do trabalho conduzido por Chaves et al. (1984), no qual avaliaram doses crescentes de calcário nas propriedades físicas do solo, na produção e no estado nutricional do café.

A opção que tem sido considerada mais promissora para contornar esse problema é a exploração do potencial genético das cultivares pois sabe-se que há variabilidade entre e dentro das espécies e de cultivares. A identificação de materiais tolerantes à toxicidade, visando à incorporação desta característica em futuras cultivares, é de relevante importância para os programas de melhoramento genético e trarão, inevitavelmente, vantagens ao cafeicultor, independentemente do grau de tecnologia utilizado nas lavouras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento das cultivares de café de porte baixo em diferentes níveis de acidez do solo.

Material e Métodos

Um experimento foi instalado, no ano de 2000, no Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional), em Mococa (SP), seguindo o delineamento de blocos ao acaso no esquema parcela subdividida, com três repetições. A parcela foi constituída por três níveis de acidez do solo e a subparcela por quatro cultivares de café arábica de porte baixo. No nível C₀ não foi aplicado calcário para a correção da acidez, no nível C₁ aplicou-se, anualmente, uma quantidade para atingir uma saturação de bases próxima a 30% e no nível C₂ próxima a 60%. As cultivares de café de porte baixo avaliadas foram: Ouro Verde IAC 5010-5, Catuaí Vermelho IAC-144, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20. Cada subparcela foi constituída por 24 plantas, dispostas em duas linhas de doze, no espaçamento de 3,2 x 0,5 metros. Os tratamentos culturais foram de acordo com as recomendações do Boletim 100 do Instituto Agronômico - Campinas (Raij et al., 1996). Controlou-se com a aplicação de fungicidas, a ferrugem da folha, o bicho mineiro e as doenças/pragas secundárias.

Foram realizadas amostragens de solos na linha de plantio (projeção da copa do café) e nas entre linhas de plantio (ruas), nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, no final de abril de cada ano. A aplicação de calcário dolomítico foi realizada na primeira quinzena de outubro.

Amostras de folhas foram coletadas anualmente, no mês de fevereiro, para análises químicas. Para tanto, coletaram-se os terceiros pares de folhas dos ramos plagiotrópicos produtivos, localizados na altura média das plantas.

Foram avaliadas, em cada subparcela, as seguintes características agronômicas:

- Produtividade: foi avaliada a produção de grãos, em quilograma de café cereja ("café da roça") por parcela. Posteriormente, procedeu-se a conversão para produtividade (sacas de 60 kg de café beneficiado/ha). Para realizar a conversão utilizou-se a seguinte relação: Produtividade = [(kg/planta*0,2) * n^oplantas/ha] / 60 kg, em que se considera que 10 quilogramas de café da "roça" equivalem a dois quilogramas de café beneficiado, ou seja um rendimento em peso de 20% (Mendes, 1941 citado por Mendes, 1994).
- Diâmetro da copa: medindo-se, em cm, a distância entre os ramos laterais mais expandidos da copa.
- Diâmetro do caule: medindo-se, em mm e com o auxílio de um paquímetro digital, o diâmetro do caule a uma distância de 5 cm do nível do solo.
- Comprimento do ramo plagiotrópico: medindo-se, em cm, a distância entre as suas extremidades.
- Número de nós no ramo plagiotrópico: contando-se o número de nós formados em toda a extensão do ramo.
- Área foliar: medindo-se, em cm, o comprimento e a largura do terceiro par de folhas, contado do ápice para a base do ramo plagiotrópico. O produto destas medidas, multiplicado por 0,62, resultou na área foliar, em cm² (Fahl et al., 1992).
- Tipos de sementes: retirou-se uma amostra de 100 gramas de café beneficiado, classificando-as em chato, moca (quando uma única semente se desenvolve no fruto, tomando uma forma arredondada) e concha (quando mais de um óvulo se desenvolve em uma loja do ovário, as sementes resultantes ficam embricadas umas às outras). Em seguida pesou-se, em gramas, cada um destes tipos de sementes.
- Massa de cem sementes: pesando-se, em gramas, cem sementes do tipo chato.
- Peneira média: utilizou-se uma máquina com uma série de quinze peneiras, com orifícios de 12 a 26/64 polegadas, dispostas na ordem decrescente. Ao serem colocadas na máquina, as sementes, apenas do tipo chato, distribuíram-se pelas peneiras. As que ficaram retidas na gaveta com fundo constituído pela peneira 15, são as sementes com largura acima de 15/64 polegadas, correspondendo, portanto a peneira 16. As sementes correspondentes a cada peneira foram pesadas, procedendo-se, depois, ao seguinte cálculo: multiplicou-se o número da peneira pelas suas respectivas massa das sementes; somaram-se os produtos e dividiu-se a soma pela massa total das sementes de todas as peneiras; o quociente representou o valor da peneira média.

A produção de café, tipo de sementes, massa de cem sementes e peneira média foram avaliadas com os dados de cinco colheitas, de 2002 a 2006. As demais características foram avaliadas em 2006.

Realizaram-se as análises de variâncias, pelo teste F a 5% de probabilidade. Utilizou-se o teste de Duncan, a 5%, para comparar as médias das cultivares entre os níveis de acidez do solo.

Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises de solos. Comparando-se os níveis C₀ e C₁ com o C₂ notou-se que a acidez do solo, avaliada pelo pH e pela saturação de bases, foi claramente condicionada pela calagem, independentemente dos locais e das profundidades de amostragem. A linha de plantio (projeção da copa) apresentou maior acidez do que as entre linhas (ruas). Houve, também, maior concentração de nutrientes nos vinte centímetros iniciais do solo (camada arável) do que na camada mais profunda, sobretudo fósforo, potássio, cálcio e magnésio, tanto na projeção da copa como na rua.

Tabela 1 - Resultados médios das análises de solos das cultivares de café de porte baixo avaliadas em diferentes níveis de acidez do solo do experimento instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa (SP), entre 2002 e 2006.

Determinações	Na linha de plantio (Projeção da copa)						Entre as linhas de plantio (Rua)					
	0 - 20 cm			20 - 40 cm			0 - 20 cm			20 - 40 cm		
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₀	C ₁	C ₂	C ₀	C ₁	C ₂	C ₀	C ₁	C ₂
pH (Solução CaCl ₂)	4,1	4,4	5,0	4,3	4,3	4,6	4,3	4,5	5,5	4,4	4,5	4,8
P (mg/dm ³)	12	12	15	5	5	8	8	9	12	3	4	4
K (mmol _c /dm ³)	1,7	1,8	2,2	1,4	1,3	1,5	1,6	2,0	2,1	1,1	1,4	1,7
Ca (mmol _c /dm ³)	4	10	19	5	6	9	5	9	23	7	8	10
Mg (mmol _c /dm ³)	2	5	12	1	3	5	2	4	14	3	4	6
H+Al (mmol _c /dm ³)	61	45	24	44	45	35	51	40	22	37	36	30
SB (mmol _c /dm ³)	7,7	16,8	33,2	7,4	10,3	15,5	8,6	15,0	39,1	11,1	13,4	17,7
CTC (mmol _c /dm ³)	68,7	61,8	57,2	51,4	55,3	50,5	59,6	55,0	61,1	48,4	49,9	48,0
V (%)	11	27	58	14	19	30	14	27	64	23	27	37
B (mg/dm ³)	0,60	0,50	0,50	0,30	0,30	0,20	0,50	0,60	0,50	0,30	0,30	0,20
Zn (mg/dm ³)	0,9	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	0,3	0,3	0,3
Cu (mg/dm ³)	1,4	1,3	1,3	0,7	0,8	0,8	1,4	1,3	1,3	0,7	0,8	0,8
Fe (mg/dm ³)	35	29	24	14	14	13	32	28	21	13	14	11
Mn (mg/dm ³)	8,3	7,2	4,5	7,9	6,2	6,2	10,4	8,5	6,9	5,4	5,6	4,5

As análises foliares (Tabela 2) revelaram que os teores médios de nitrogênio, fósforo e enxofre permaneceram inalterados com a prática da calagem. O potássio, cobre e manganês diminuíram, enquanto cálcio, magnésio, boro e zinco tiveram aumento com a aplicação de calcário. Os dados encontrados nas análises de solos e folhas concordam com o trabalho de Chaves et al. 1984, com exceção do cobre.

Tabela 2 - Resultados médios das análises de folhas das cultivares de café de porte baixo avaliadas nos diferentes níveis de acidez do solo (NA) do experimento instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa (SP), entre 2002 e 2006.

Cult x NA ¹	N	K	P	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S
V ₁ C ₀	34,7	12,2	1,4	10,4	3,4	50,2	19,5	69	575	6,6	2,2
V ₁ C ₁	34,8	12,8	1,3	11,4	3,9	52,8	17,0	80	444	7,0	2,1
V ₁ C ₂	33,7	11,1	1,5	11,2	3,9	54,6	16,8	76	320	7,3	2,2
V ₂ C ₀	33,7	14,5	1,4	10,6	3,5	49,0	23,2	64	572	6,0	2,2
V ₂ C ₁	34,7	13,1	1,3	11,4	4,2	54,1	19,0	80	409	7,8	2,1
V ₂ C ₂	33,9	11,5	1,4	11,3	4,2	54,2	16,1	76	305	6,4	2,1
V ₃ C ₀	33,9	12,6	1,1	6,9	2,3	39,3	22,2	53	437	9,5	1,5
V ₃ C ₁	32,8	11,6	1,1	7,8	3,1	41,8	17,2	65	318	6,8	1,6
V ₃ C ₂	33,3	11,0	1,3	9,2	3,5	47,2	14,2	72	272	7,3	1,9
V ₄ C ₀	35,6	15,2	1,3	10,1	3,2	49,5	17,2	86	621	5,9	2,1
V ₄ C ₁	35,3	13,0	1,4	11,6	3,5	55,8	20,3	94	504	8,3	2,1
V ₄ C ₂	34,6	12,0	1,4	11,6	4,0	56,7	24,2	83	359	8,3	2,1

¹V₁ = Ouro Verde IAC 5010-5; V₂ = Catuaí Vermelho IAC 144; V₃ = Tupi IAC 1669-33; V₄ = Obatã IAC 1669-20.

As análises da variância mostraram efeitos significativos a 5%, pelo teste F, para cultivares, níveis de acidez dos solos e para as interações entre os dois fatores em relação à produtividade e características das sementes - Tabela 3. Os efeitos associativos entre cultivares e níveis de acidez foram mais importantes do que os efeitos individuais.

Não houve diferenças entre os níveis de acidez do solo e produtividades, pelo teste de Duncan ao nível de 5%, para as cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Catuaí IAC 144. Por outro lado, a correção da acidez do solo através da calagem proporcionou diferenças entre as produtividades nas cultivares Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20, verificando-se o acréscimo de 40% para a 'Tupi' e 28% para a 'Obatã', comparando-se os níveis C₁ (V = 27%) e C₂ (V = 58%). Estes resultados indicam que as cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Catuaí IAC 144 foram tolerantes à acidez do solo, enquanto as cultivares Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 foram sensíveis.

Tabela 3 - Produtividades médias e porcentagens de sementes dos tipos chato, moca e concha, massa de cem sementes e peneira média das cultivares das café de porte baixo avaliadas, entre os anos de 2002 e 2006, nos diferentes níveis de acidez do solo (NA), em experimento instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa (SP).

Cult x NA ¹	Produtividades sc/ha	Tipos de sementes			Massa cem sementes g	Peneira média
		Chato	Moca	Concha		
		%				
V ₁ C ₀	12,1 a	73,6 a	17,0 a	9,4 a	13,3 a	17,2 a
V ₁ C ₁	12,5 a	72,9 a	17,6 a	9,5 a	13,5 a	17,1 a
V ₁ C ₂	12,9 a	74,0 a	18,1 a	7,9 b	13,8 a	17,1 a
V ₂ C ₀	12,0 a	73,0 a	16,5 a	10,5 a	14,2 a	17,4 a
V ₂ C ₁	12,4 a	74,0 a	17,0 a	9,0 b	13,8 a	17,3 a
V ₂ C ₂	13,2 a	73,9 a	16,9 a	9,2 b	14,0 a	17,5 a
V ₃ C ₀	10,6 b	74,6 b	17,4 a	8,0 b	13,4 b	17,0 a
V ₃ C ₁	12,0 b	75,0 b	16,6 a	8,4 b	13,3 b	17,1 a
V ₃ C ₂	16,8 a	76,2 a	14,7 b	9,1 a	14,8 a	17,2 a
V ₄ C ₀	14,2 c	77,1 b	18,0 a	4,9 a	16,4 b	15,0 a
V ₄ C ₁	16,3 b	77,6 b	17,9 a	4,5 a	16,8 b	14,9 a
V ₄ C ₂	20,8 a	79,9 a	16,6 b	3,5 b	17,9 a	15,5 a
F _{Cultivares}	3,65*	4,11*	3,19*	3,22*	3,59*	2,15
F _{Níveis acidez}	4,12*	3,76*	3,62*	3,80*	3,60*	3,75*
F _{Cultiv x Níveis acidez}	5,06*	4,98*	4,81*	3,83*	4,85*	3,90*
CV (%)	21,36	12,85	15,78	14,13	5,21	8,87

*Significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

¹V₁ = Ouro Verde IAC 5010-5; V₂ = Catuaí Vermelho IAC 144; V₃ = Tupi IAC 1669-33; V₄ = Obatã IAC 1669-20.

C₀ = 11%, C₁ = 27% e C₂ = 58% de saturação de bases na profundidade de 0 - 20 cm na linha de plantio.

As cultivares Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 mostraram também maiores porcentagens de sementes do tipo chato e massas de cem sementes, resultados que acompanharam a tendência observada na produtividade. Não foi verificada melhoria na peneira média em nenhuma cultivar.

Em relação ao crescimento vegetativo dos cafeeiros foram avaliadas várias características agrônomicas (Tabela 4). Para a 'Catuaí Vermelho IAC 144' o diâmetro do caule foi a única característica afetada pela aplicação de calcário, porém o nível C₂ não diferiu do C₁. No nível C₂ as cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Tupi IAC 1669-33 apresentaram maiores alturas de plantas, diâmetros da copa e caule, comprimentos do ramo plagiotrópico e números de nós no ramo, no entanto não foi verificado aumento do diâmetro de caule para a cultivar Ouro Verde IAC 5010-5. Para a 'Obatã IAC 1669-20' houve aumento apenas no diâmetro de caule, comprimento do ramo plagiotrópico e na área foliar.

Mesmo sendo o café arábica considerada uma espécie adaptada às condições ácidas de solo, existem diferenças marcantes entre as cultivares com relação à aplicação de calcário, principalmente para cultivares lançadas recentemente. De acordo com os resultados encontrados neste experimento, a 'Tupi IAC 1669-33' foi a mais sensível à acidez do solo, seguida, em menor grau, pela 'Obatã IAC 1669-20', enquanto que as cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Catuaí Vermelho IAC 144 foram tolerantes nestas condições.

Outro ponto a ser comentado é que há várias linhagens dentro da cultivar Catuaí (como Catuaí IAC 15, 44, 81, 99, 62, 74, 86, etc) e, possivelmente, há também diferenças entre elas, como é o caso da linhagem Catuaí IAC 99, que, segundo Pavan e Bingham (1982), apresentou uma redução de 27% na produção de café na concentração de 0,074 mmol de alumínio/L em solução nutritiva.

As cultivares Catuaí IAC 144 e Ouro Verde IAC 5010-5 poderiam ser recomendadas para cultivos sob alta e baixa tecnologia, enquanto as demais cultivares para cafeicultores mais capitalizados.

Conclusões

- A aplicação de calcário proporcionou a diminuição da acidez do solo e a melhoria da fertilidade.
- A maior fertilidade e a menor acidez foram verificadas na camada superficial do solo, permanecendo o subsolo com baixa fertilidade e maior acidez.
- As cultivares Ouro Verde IAC 5010-5 e Catuaí Vermelho IAC 144 mostraram maior tolerância enquanto Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 foram mais sensíveis à acidez do solo.
- Ao se recomendar a calagem para a cultura do café arábica deve-se levar em conta não apenas a acidez do solo, mas também a cultivar a ser utilizada.

Tabela 4 - Médias das características agrônômicas⁽¹⁾ das cultivares de café de porte baixo avaliadas, em 2006, nos diferentes níveis de acidez do solo (NA), em experimento instalado no Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa (SP).

Cult ² x NA	AP	DCO	DCA	CRP	NÓ - RT	AF
	m		mm	cm	nº	cm ²
V ₁ C ₀	2,36 b	2,19 b	55,02 a	102,8 b	42,4 b	29,4 b
V ₁ C ₁	2,41 b	2,21 b	55,54 a	103,9 b	41,7 b	35,7 a
V ₁ C ₂	2,50 a	2,42 a	56,12 a	108,9 a	44,9 a	36,4 a
V ₂ C ₀	2,38 a	2,13 a	57,93 b	99,2 a	43,2 a	35,3 a
V ₂ C ₁	2,41 a	2,13 a	59,12 a	98,6 a	43,0 a	36,5 a
V ₂ C ₂	2,42 a	2,15 a	59,14 a	101,1 a	43,0 a	37,9 a
V ₃ C ₀	2,30 b	2,13 b	54,60 b	107,7 b	38,3 b	33,6 c
V ₃ C ₁	2,33 b	2,14 b	56,00 b	108,3 b	39,1 b	36,1 b
V ₃ C ₂	2,41 a	2,24 a	58,29 a	111,1 a	40,8 a	42,7 a
V ₄ C ₀	2,35 a	2,15 b	62,23 b	103,9 b	40,0 a	38,6 b
V ₄ C ₁	2,39 a	2,27 a	63,12 b	106,6 b	39,8 a	39,0 b
V ₄ C ₂	2,40 a	2,27 a	68,49 a	117,1 a	39,9 a	42,7 a
F _{Cultivares}	4,58*	3,81*	3,22*	3,77*	3,33*	5,15*
F _{Níveis acidez}	4,95*	3,90*	3,88*	4,11*	4,71*	4,50*
F _{Cultiv x Níveis acidez}	6,87*	5,15*	4,15*	4,23*	2,78*	8,51*
CV (%)	7,63	8,35	16,89	11,08	6,77	9,88

*Significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

¹AP = altura das plantas; DCO = diâmetro da copa; DCA = diâmetro do caule; CRP = comprimento do ramo plagiotrópico; RT = ramo todo; AF = área foliar.

²V₁ = Ouro Verde IAC 5010-5; V₂ = Catuaí Vermelho IAC 144; V₃ = Tupi IAC 1669-33; V₄ = Obatã IAC 1669-20.

C₀ = 11%, C₁ = 27% e C₂ = 58% de saturação de bases na profundidade de 0 - 20 cm na linha de plantio.

Agradecimentos

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e ao CNPq pelo financiamento parcial deste trabalho. Aos funcionários do Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa (SP) Ronaldo Eduardo da Silva e Sérgio José Coradello pela colaboração durante a condução deste experimento.

Referências Bibliográficas

Chaves, J.C.D.; Pavan, M.A.; Igue, K. (1984) Respostas do cafeeiro à calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19 (5): 573-582.

Fahl, J.I.; Carelli, M.L.C.; Magalhães, A.C. (1992) *Asimilación de carbono y nitrógeno em hojas de café*. Turrialba, v.42, p.523-527.

Foy, C.D. (1976) *General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance*. In: Proceedings of workshop on plant adaptation to mineral stress in problem soils. pp.255-267.

Kerridge, P.C.; Dawson, M.D.; Moore, D.P. (1971). Separation of degrees of aluminum toxicity in wheat. *Agronomy*. 63: 586-591.

Mendes, A.N.G. (1994) *Avaliação de metodologias empregadas na seleção de progênies do cafeeiro (Coffea arabica L.) no Estado de Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. 167p.

Pavan, M.A.; Bingham, F.T. (1982) Toxidez de alumínio em cafeeiros cultivados em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17 (9): 1293-1302.

Raij, B.Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo* 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996a. 285 p. (Boletim IAC, 100).