



IIP

Boletim 18

Instituto Internacional da Potassa
Horgen/Suíça

Azubando para Alta Produtividade e Qualidade

Fruteiras Tropicais do Brasil



IIP Boletim Nº 18

Adubando para Alta Produtividade e Qualidade Fruteiras Tropicais do Brasil

Organizadores:

Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dr. Sara Mesquita 2270, Caixa Postal 3761
Fortaleza, CE CEP 60511-110, Brasil

e

Dr. Alexey Naumov

Professor da Faculdade de Geografia
da Universidade Estadual de Moscou, Rússia
Leninskie Gory, 119992 Moscow, Russia

Traduzido por: **Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo**

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2009



IIP
Instituto Internacional da Potassa
Horgen/Suíça

© Todos os direitos reservados: International Potash Institute
Baumgärtlistrasse 17
P.O. Box 569
CH-8810 Horgen, Switzerland
Tel.: +41 43 810 49 22
Fax: +41 43 810 49 25
E-mail: ipi@ipipotash.org
www.ipipotash.org

2007

ISBN 978-3-9523243-1-8

DOI 10.3235/978-3-9523243-1-8

Título original: Fertilizing for High Yield and Quality

Editado por A.E. Johnston

Agriculture and the Environment Division

Rothamsted Research

Harpenden, Herts. AL5 2JQ, UK

1ª edição em português

1ª impressão (2009): 500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Agroindústria Tropical

Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil / organizadores, Lindbergue Araújo Crisóstomo, Alexey Naumov; tradução Lindbergue Araújo Crisóstomo. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

238 p.; 21 cm. – (IIP. Boletim 18).

ISBN 978-85-89946-09-4

Tradução de: Fertilizing for high yield and quality: tropical fruits of Brazil.

1. Fruticultura Tropical - Fertilização. I. Crisóstomo, Lindbergue Araújo, org. II. Naumov, Alexey, org. III. Título: Fertilizing for yield and quality: tropical of Brazil. IV. Série.

CDD 631.422

© Embrapa 2009

1. Acerola

Ricardo Elesbão Alves¹
Marlos Alves Bezerra¹
Fábio Rodrigues de Miranda¹
Humberto Silva²

1.1. Introdução

A aceroleira (*Malpighia emarginata*) planta de clima tropical que produz frutos com alto teor de vitamina C, foi encontrada na sua forma natural nas Ilhas do Caribe, ao Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México. No Brasil, seu cultivo foi intensificado no período de 1988 a 1992, em virtude da sua importância para a alimentação humana, em função da riqueza em vitamina C, estimada entre 1200 a 1900 mg 100⁻¹ g de polpa (Paiva *et al.*, 2003).

Recentemente, têm-se constatado no Brasil, considerável expansão da área cultivada com acerola, principalmente, por suas qualidades nutricionais, facilidades de cultivo e ótima adaptação edafoclimática. Esses fatores, sem dúvida, foram responsáveis pelo surgimento de pomares comerciais e, paralelamente, a necessidade de adoção de tratamentos culturais, nutrição e adubação, entre outras técnicas, no combate a pragas e doenças.

A área plantada com acerola no Brasil ultrapassa 10.000 ha (Tabela 1.1), sendo o Estado da Bahia, seguido por Pernambuco e Ceará, os maiores produtores dessa fruteira. A produção está estimada em torno de 33.000 t de frutos, oriundos, especialmente, da Região Nordeste e do Estado de São Paulo (IBGE, 2004).

A exportação de acerola é destinada, principalmente, aos Estados Unidos da América, Alemanha, França e Japão, sendo estimada cerca de 37 a 43% do volume produzido (Manica *et al.*, 2003), o que significa algo em torno de 12.800 t.

Embora se constitua, na atualidade, um cultivo economicamente importante para diversas regiões, em decorrência do crescente aumento anual em área plantada com essa espécie, pode-se assegurar pouca atenção dirigida às exigências nutricionais da aceroleira.

¹Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dr. Sara Mesquita 2270, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, Brasil,

E-mail: elesbao@cpat.embrapa.br, marlos@cpat.embrapa.br, fabio@cpat.embrapa.br.

²Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Bodocongó, CEP 58109-790, Campina Grande, PB, Brasil, E-mail: humberto@uol.com.br.

Tabela 1.1. Área colhida e quantidade de acerola produzida nos principais Estados produtores do Brasil em 1996.

Estado	Área cultivada	Produção
	ha	t
Bahia	1.881	3.458
Pernambuco	1.467	7.625
Ceará	1.358	4.724
Paraíba	1.156	2.686
São Paulo	956	3.759
Pará	935	1.814
Paraná	620	1.751
Rio Grande do Norte	584	2.683
Minas Gerais	443	978
Maranhão	317	593

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2004.

1.2. Clima, solo e planta

1.2.1. Clima

Por ser uma planta rústica, a aceroleira desenvolve-se bem tanto em clima tropical quanto subtropical, com uma temperatura ideal em torno de 26 °C (Simão, 1971; Almeida e Araújo, 1992; Teixeira e Azevedo, 1995).

Embora adaptada para cultivo em regiões semi-áridas, a sua maior produção ocorre em regiões com precipitação entre 1200 e 1600 mm anuais, bem distribuídos (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Em regiões com baixa pluviometria, ocorre queda das folhas na estação seca, com posterior recuperação da área foliar na época chuvosa.

A qualidade dos frutos da aceroleira é grandemente influenciada pela radiação solar, existindo uma correlação positiva entre o teor de ácido ascórbico e a intensidade da radiação solar (Nakasone *et al.*, 1968).

1.2.2. Solo

A aceroleira não é muito exigente quanto ao tipo de solo, podendo ser cultivada em solos arenosos e em solos argilosos, desde que se adotem os devidos cuidados de adubação e drenagem, dependendo do tipo de solo utilizado (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Entretanto, os solos de fertilidade mediana e os argilo-arenosos são os mais propícios ao cultivo dessa fruteira, em virtude da sua maior capacidade de retenção da umidade (Simão, 1971).

1.2.3. Planta

A aceroleira é uma planta com baixo potencial hídrico basal. Em plantas com 12 meses de idade cultivadas em vasos de polietileno, sob telado, o potencial hídrico foliar na antemanhã ficou em torno de $-1,0$ MPa (Oliveira, 1996). Quando a medição ocorreu em plantas adultas (sete anos) não irrigadas, encontrou-se um potencial na antemanhã de $-0,4$ MPa para a estação chuvosa e $-1,5$ MPa para a estação seca (Nogueira et al., 2000).

A condutância estomática e a transpiração dessa espécie são muito baixas, comparadas às outras frutíferas (Oliveira, 1996; Nogueira et al., 2000). Apesar disso, o déficit de pressão de vapor correlaciona-se mais fortemente com o potencial hídrico foliar do que com a resistência estomática. Essa, por sua vez, parece depender com maior intensidade da radiação solar, especialmente na época seca. Assim, o sistema estomático parece não ser eficiente em evitar a perda de água pelas folhas e o baixo potencial hídrico basal decorre, principalmente, de ajustamento interno da planta.

Nogueira *et al.* (2000) encontraram taxas máximas de fotossíntese na faixa de 6,0 a 6,40 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, valores que se incluem dentro do limite verificado para plantas frutíferas decíduas (6,5 a 20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Korner et al., 1979).

1.3. Manejo do solo e da cultura

A propagação da aceroleira pode ser sexuada (por sementes) ou por via vegetativa (estaquia ou enxertia). A germinação das sementes pode ser feita em canteiros ou diretamente nos recipientes de formação das mudas (sacos ou tubetes). Quando a propagação for feita por estaquia, recomenda-se a utilização de estacas cerca de 30 cm, provenientes de ramos vigorosos oriundos de plantas jovens. As estacas devem ser tratadas com ácido indolbutírico (IBA) e colocadas para enraizar em substrato de areia ou vermiculita. A propagação por enxertia favorece a formação de um sistema radicular mais vigoroso.

De modo semelhante ao que é feito para outras frutíferas, o preparo do solo inclui a aração, gradagem, calagem e adubação, quando necessários, e a abertura das covas.

A calagem do solo é extremamente benéfica, aumentando a profundidade e densidade do sistema radicular, o crescimento e a produção das plantas (Ledin, 1958; Landrau Júnior e Hernández-Medina, 1959; Hernández-Medina et al, 1970). De preferência, deve-se aplicar calcário dolomítico na área total, incorporada à maior profundidade possível. Essa operação deve ser realizada antes da aração e dois a três meses antes do plantio. Em pomares já instalados, deve-se aplicar a maior quantidade na projeção da copa, em virtude da acidificação provocada pelos adubos.

Kavati (1995) recomenda a calagem, procurando assegurar uma saturação por base da ordem de 70%, devendo ser repetida sempre que a análise de solo revelar saturação de bases inferiores a 60%. Para essa e outras culturas, também, pode-se

recomendar o seu uso, principalmente, em solos com teor de Mg inferior a 5 mmol_c dm⁻³ (Universidade Federal do Ceará, 1993). Em Porto Rico, Hernández-Medina et al. (1970) conseguiram com tratamento de calagem uma elevação do pH do solo de 4,5 para 6,5 o que proporcionou um aumento de 170% da produção.

Para a abertura das covas utilizar espaçamento de 4,0 m x 4,0 m ou 4,0 m x 3,0 m. As covas devem ser abertas com antecedência de um a dois meses do plantio. Essa operação pode ser manual ou mecânica, podendo ter 40 ou 60 cm nas três dimensões. O transplântio das mudas, ocorrerá quando estiverem com 30 a 40 cm de altura. Essa prática, em áreas não irrigadas, deverá ser feita durante o período chuvoso.

Após o plantio é essencial o tutoramento para auxiliar na condução do crescimento inicial das plantas. Até a muda atingir 30 a 40 cm de altura, serão necessárias podas de formação para conduzi-la em haste única. A partir daí, devem-se deixar de três a quatro ramos até a planta atingir 50 a 60 cm de altura, momento em que é feito um desponte, para quebrar a dominância apical. Os ramos ladrões devem ser eliminados e, sistematicamente, após cada ciclo de produção, realizar poda mantendo as plantas na altura adequada.

O controle das plantas daninhas é uma prática indispensável, uma vez que a ocorrência dessas plantas, além de diminuir os nutrientes disponíveis para o pomar, favorece a disseminação de pragas e doenças e dificultar a manutenção do sistema de irrigação (especialmente os sistemas localizados). Por último, a presença de plantas daninhas dificulta a operação de colheita, reduzindo a produção das plantas.

Em geral, o controle das plantas daninhas pode ser realizado por meio de capinas manual ou mecânico e pela utilização de herbicidas. Atualmente, a principal forma de controle é a capina manual na projeção da copa (coroamento), aliado ao uso da roçadeira nas entrelinhas. Em algumas regiões utiliza-se a gradagem nas entrelinhas, no entanto, essa prática só é recomendada no período inicial de estabelecimento das plantas, já que, em pomares com mais idades, o uso da grade danifica o sistema radicular das plantas que se encontra concentrado nos primeiros 60 cm do solo (Musser, 1995). Nas áreas irrigadas com sistema localizado, recomenda-se a utilização de herbicidas, o que reduz os danos causados ao sistema de irrigação em função do corte nas mangueiras. Recomenda-se, ainda, a utilização de cobertura morta na projeção da copa, a qual proporciona não somente o controle de plantas invasoras, como ajuda na conservação da umidade do solo.

1.4. Nutrição mineral

Apesar da instalação de grande quantidade de novos pomares de aceroleira, em áreas de baixa fertilidade, a literatura sobre a nutrição e adubação ainda é escassa. Dessa maneira, ao se discutir esse assunto deve-se ter bastante cautela, mesmo por que não se pode recomendar adubação, com segurança, baseando-se em outras culturas.

A diagnose foliar como método de avaliação do estado nutricional das plantas começou a ser usada na década de 30, constituindo-se como técnica eficiente para interpretar os efeitos da aplicação de fertilizantes. Contudo, estimar a necessidade de nova adubação, uma vez que, dentro de certos limites, existe uma correlação positiva entre as quantidades de nutrientes fornecidas, seus teores nas folhas e a produção das plantas (Malavolta et al., 1967). Deve-se salientar, entretanto, que apenas os resultados da análise foliar não permitem, até o momento, calcular, satisfatoriamente, as quantidades de fertilizantes a aplicar, devendo ser considerada como técnica complementar e não exclusiva.

Com relação à metodologia de amostragem das folhas, existem poucos resultados na literatura para a aceroleira. Recomenda-se na condução das pesquisas, como regra geral, a colheita de em média 100 folhas maduras por planta, a uma mesma altura e na posição mediana da copa ($\pm 1,5$ m de altura do solo) e de todos os lados da planta.

1.4.1. Extração e exportação de nutrientes

A aceroleira é exigente em nutrientes, conforme se pode observar pelos dados de exportação de nutrientes por intermédio dos frutos frescos, na ocasião da colheita. Tais informações foram obtidas por diversos autores, em equipe, no SF/DF/CCA/UFPB, em Areia, PB, quando da avaliação de frutos procedentes de pomares situados em diferentes localidades da Paraíba (Tabela 1.2). Examinando-se esses dados, percebe-se que a ordem de exportação entre os macronutrientes primários pelos frutos, por ocasião da colheita, obtidos por diversos autores, são concordantes ($K > N > P$), e que as variações entre elas são devidas às condições locais e a baixa uniformidade dos pomares avaliados, em função da utilização de plantas de origem sexuada.

Com relação aos demais nutrientes, Alves *et al.* (1990) encontraram a seguinte ordem de exportação: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > Cu$. Esses autores observaram que no fruto, os teores de N e Ca encontraram-se em maiores níveis na semente, e os teores de P e K na polpa. Silva (1998) encontrou ordem de exportação bastante semelhante em plantas de um ano de idade: $K > N > Mg > S > P > Mn > Zn > B$.

Com relação às quantidades de minerais utilizadas para a formação de folhas e ramos, respectivamente nas Tabelas 3 e 4, deparam-se valores de N, P e K encontrados em plantas cultivadas em condições de casa de vegetação e de campo. Em geral, observa-se que o nitrogênio foi o elemento mais encontrado nas folhas, seguido do potássio e do fósforo. Já nos ramos, a sequência encontrada foi a mesma constatada no fruto, ou seja, $N > K > P$. Percebe-se, portanto, que o K é de grande significância na nutrição mineral dessa cultura, tanto em plantas jovens quanto em plantas já em produção.

Tabela 1.2. Teores (%) de N, P e K contidos no fruto, casca (C) e casca e polpa de acerola (C+P) obtidos por diversos autores, em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Parte	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	Brejo	C+P	0,10	0,25	2,60
		C	1,60	0,15	0,72
2	Litoral	C+P	1,22	0,22	2,55
		C	1,35	0,20	0,97
3	Litoral	C+P	1,94	0,30	3,52
		C	1,57	0,21	1,09
4	Litoral	C+P	1,41	0,23	2,82
		C	1,47	0,20	1,35
5	Cariri	C+P	1,00	0,16	2,64
		C	1,27	0,19	0,90
	Cariri	C+P	1,14	0,22	2,62
		C	1,33	0,21	1,33
	Agreste	C+P	1,86	0,30	2,56
		C	1,44	0,20	1,02
	Mata	C+P	1,16	0,19	2,48
		C	1,48	0,20	0,89
	Cariri	C+P	1,57	0,20	2,59
		C	1,72	0,19	1,00

Fontes: 1. Alves *et al.*, 1990; 2. Silva Júnior *et al.*, 1989; 3. Nascimento, 1995; 4. Cunha, 1992; 5. Freire, 1995.

Tabela 1.3. Teores (%) de N, P e K contidos nas folhas de aceroleira cultivadas em casa de vegetação e campo em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Idade (anos)	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	C.Vegetação	-	2,46	0,97	2,73
2	Brejo	>10	2,20	0,11	1,72
3	Litoral	2	2,70	0,31	1,63
4	Cariri	1	2,44	0,15	1,27
	Cariri	3	1,78	0,15	1,23
	Cariri	4	1,65	0,15	1,54
	Brejo	4	2,06	0,21	3,02
5	Litoral	1	2,68	0,26	0,21
	Litoral	2	2,40	0,28	2,20
	Litoral	3	2,66	0,32	2,23
6	Litoral	4	2,98	0,25	1,61
	Mata	5	2,86	0,19	2,77
	Agreste	5	3,00	0,21	2,55
	Cariri ocidental	3	3,11	0,20	2,18
	Cariri ocidental	4	2,71	0,21	1,69
	Cariri ocidental	5	3,18	0,24	2,18

Fontes 1. Cibes e Samuels, 1955; 2. Alves *et al.*, 1990; 3. Silva Júnior *et al.*, 1990; 4. Nascimento, 1995; 5. Cunha, 1992; 6. Freire, 1995.

Tabela 1.4. Teores (%) de N, P e K contidos nos ramos de aceroleira cultivadas em condição de campo em diferentes regiões do Estado da Paraíba.

Fonte	Região	Idade (anos)	Nutrientes (%)		
			N	P	K
1	Brejo	>10	0,90	0,08	2,21
2	Litoral	2	1,03	0,24	1,48
3	Cariri	1	1,00	0,14	1,29
	Cariri	3	1,35	0,15	4,36
	Cariri	4	1,06	0,16	1,43
4	Cariri	4	0,47	0,10	1,25
	Litoral	1	0,90	0,19	1,35
	Litoral	2	0,85	0,18	1,30
	Litoral	3	0,90	0,18	1,40
5	Cariri		0,55	0,12	1,19
	Cariri		0,56	0,11	1,44
	Cariri		0,67	0,12	1,56
	Litoral		0,62	0,15	1,03
	Mata		0,60	0,08	1,27
	Agreste		0,64	0,10	1,31

Fontes: 1. Alves *et al.*, 1990; 2. Silva Júnior *et al.*, 1990; 3. Nascimento, 1995; 4. Cunha, 1992; 5. Freire, 1995.

Convém salientar que a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas e ramos e, por conseqüência, as exigências da plantas por esses nutrientes, variam conforme a época do ano (Cunha *et al.*, 1993).

1.4.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): É de fundamental importância na nutrição, sendo demandado em grande quantidade. Em função dos atuais preços de fertilizantes, é importante conhecer o ponto no qual o N torna-se efetivo na produção.

Em plantas deficientes, o N acumulado nos órgãos mais velhos, principalmente nas folhas, é redistribuído, sendo enviado para órgãos novos. Conseqüentemente, sintomas de carência ou deficiência aparecem, inicialmente, com amarelecimento ou clorose nas folhas mais velhas. Como na ausência de N não há proteínas, plantas deficientes desenvolvem-se menos que as bem supridas com esse elemento. Por outro lado, o excesso de N no solo faz com que a planta vegete, produza poucos frutos e armazene menos açúcar ou carboidrato (Malavolta, 1989).

Cibes e Samuels (1955) trabalhando em casa de vegetação com aceroleira em Porto Rico, constataram que a omissão de N foi o que mais implicou para um decréscimo no desenvolvimento e produção. O amarelecimento completo das folhas, com queda precoce das mesmas foram os principais sintomas de deficiência aguda. Plantas deficientes em N apresentaram aumento nos teores de P, Ca, Mn, Fe e S nas

folhas, nas condições do estudo. Aumento na produção em função da aplicação de nitrogênio, também foi encontrado por Landrau Júnior e Hernández-Medina (1959), com o máximo de produção alcançado pela aplicação de 185 kg N ha⁻¹. Miranda et al. (1995) estudaram o efeito da omissão de N, P, K, Ca, Mg e Fe em solução nutritiva e constataram que a omissão de N causou redução na altura das plantas e na produção de matéria seca da parte aérea.

Fósforo (P): Tem sido considerado como o elemento que mais limita as produções das regiões tropicais e subtropicais. Nos solos brasileiros, o teor de P, na maioria dos casos, é baixo.

Embora essencial, foi observado que plantas em produção extraem menores quantidades de P, comparadas com as quantidades de N e K. Isso pode ser observado com a aceroleira em produção (Tabela 1.2). Semelhante ao que ocorre com o N, o P se redistribui facilmente na planta, em particular quando ocorre sua falta, o que acarreta surgimento de sintomas típicos nas folhas mais velhas.

Em mudas de aceroleira com 90 dias de idade, a aplicação de doses crescentes de fósforo incrementou linearmente as características de altura da planta, número de folhas e massa seca das raízes e parte aérea (Corrêa *et al.*, 2002). Na produção de mudas, a presença de fungos micorrízicos proporciona um aumento da absorção de fósforo pelas plantas, incrementando o crescimento das mesmas (Chu, 1993). Cibes e Samuels (1955) relatam que a omissão de P na solução nutritiva apresentou sintomatologia não específica para esse nutriente. Plantas de aceroleira submetidas ao tratamento sem P, não mostraram diferenças significativas com relação à produção de matéria seca, altura ou diâmetro (Miranda *et al.*, 1995).

Potássio (K): É o nutriente mais exigido, sendo inclusive o mais exportado pelos frutos (Tabela 1.2). Na fase de produção a adubação com K e N, tanto em quantidade como em balanço torna-se fundamental, uma vez que é grande a exportação de K pelos frutos e sementes.

O transporte de carboidratos produzidos na folha para os outros órgãos, se faz de modo ineficiente quando a planta encontra-se deficiente em K.

O potássio é de grande mobilidade na planta, sendo carregado de órgãos mais velhos, dirigindo-se para os mais novos. Portanto, sintomas de deficiência em K, manifestaram-se primeiramente nas folhas mais velhas (Malavolta, 1989).

Cibes e Samuels (1955) observaram que a ausência de K é caracterizada pela formação de grande número de manchas pequenas sobre a lâmina foliar e que nessa condição, os teores de Ca e Mg foram mais elevados, enquanto houve decréscimo no teor de P na folha. Informaram ainda, os autores, que a ausência de K reduziu o diâmetro da copa e, embora tenha ocorrido grande quantidade de frutos, porém pequenos.

Em mudas com seis meses de idade cultivadas em solução nutritiva, Barbosa *et al.*, (1995) observaram que a ausência de K na solução nutritiva, acarretou em acréscimo no teor de N nas folhas.

Cálcio (Ca): A deficiência de cálcio provoca queda de folhas, com os sintomas nas remanescentes, caracterizados por um amarelecimento das pontas e das margens. Quando a deficiência é aguda, ocorre severa queima da ponta das folhas (Cibes e Samuels, 1955; Lugo-López *et al.*, 1959). Por sua vez, Ledin (1958) percebeu que folhas de plantas de acerola deficientes em Ca apresentavam um amarelecimento a partir do ápice em direção às margens. Miranda *et al.* (1995) constataram redução expressiva na produção de matéria seca da parte aérea da acerola, cultivada com omissão desse nutriente.

A aplicação de cálcio, na forma de cal, comprovadamente beneficia o sistema radicular, acelera o crescimento e aumenta a produção das plantas (Landrau Júnior e Hernández-Medina, 1959; Hernández-Medina *et al.*, 1970).

Magnésio (Mg): Além de fazer parte da molécula de clorofila, esse nutriente é conhecido com ativador de numerosas enzimas, entre as quais, destacam-se os “ativadores” de “aminoácidos” que catalisam a primeira etapa da síntese protéica. O Mg é ainda importante para a absorção de fósforo (Malavolta, 1979). Em concentrações elevadas de K⁺ no solo ou solução, pode ocorrer deficiência desse elemento.

Os sintomas de deficiência aparecem, primeiramente, nas folhas mais velhas. Os sintomas de deficiência são caracterizados pelo amarelecimento ao longo das margens das folhas mais velhas, estendendo-se entre as nervuras, no caso de deficiência aguda (Cibes e Samuel, 1955).

Enxofre (S): Absorvido do solo na forma de sulfato, o enxofre participa da composição de alguns aminoácidos e de todas as proteínas da planta, funcionando, também, como ativador enzimático, além de participar da síntese de clorofila e da absorção do CO₂, entre outras funções. Em situação de carência, sua pouca mobilidade no floema proporciona o surgimento de sintomas inicialmente nas folhas mais jovens (Malavolta, 1989). Condições de baixa disponibilidade de enxofre são observadas em solos pobres em matéria orgânica, solos com alta relação C/N, o que dificulta a mineralização, períodos de seca, uso constante de defensivos e adubos sem S.

Os sintomas de deficiência assemelham-se aos de deficiência de nitrogênio (Cibes e Samuel, 1955).

Boro (B): A carência de B é comum nos solos brasileiros, principalmente, nos arenosos pobres em matéria orgânica. Situações de baixa disponibilidade de B são

encontradas em solos com calagem excessiva, em regiões com longo período de seca, ou ainda, pela lavagem provocada pela chuva ou pela água de irrigação.

Elemento praticamente imóvel no floema, e em aceroleira os sintomas de sua carência surgem primeiro nas folhas mais jovens, com amarelecimento e posterior necrose das extremidades superiores das folhas (Cibes e Samuel, 1955).

Ferro (Fe): Em solos ácidos pode ocorrer falta de ferro induzida pelo excesso de Mn existente no meio, o qual inibe competitivamente a absorção do primeiro. A calagem excessiva aumentando o pH do solo para valores acima de 7,0 pode insolubilizar o Fe, provocando sua deficiência.

A presença desse micronutriente é crucial para a planta, porque entre outras funções, é um ativador enzimático, faz parte da constituição de algumas coenzimas e de moléculas que participam do transporte de elétrons nos processos de fotossíntese e da respiração. Em função da sua imobilidade no floema, os sintomas de sua falta na aceroleira surgem primeiro em folhas mais jovens, caracterizando-se pela cor verde-amarelada. Com a intensificação da carência, apenas as nervuras mostram-se esverdeadas, enquanto o tecido foliar permanece amarelado (Cibes e Samuel, 1955).

Manganês (Mn): Como o manganês possui baixa redistribuição na planta, os sintomas de carência surgem primeiro nas folhas jovens. Os sintomas de deficiência constituem-se de clorose foliar, com um fundo verde-claro contrastando com as nervuras verde-escuras (Cibes e Samuel, 1955).

Cobre (Cu): Os sintomas visuais de carência desse nutriente na aceroleira podem ser observados em plantas desenvolvendo-se em solos arenosos, e também, em condições onde houve aplicação de grande quantidade de matéria orgânica, de calcário e de adubação fosfatada. Esses sintomas, também, podem ocorrer em consequência da adubação nitrogenada, pelo “efeito de diluição” do teor no tecido. Sua baixa redistribuição pelo floema faz com que os sintomas de carência apareçam nas folhas novas.

Zinco (Zn): A deficiência de Zn em solos do Brasil é tão comum quanto à de boro, sendo constatada, principalmente, em solos ácidos e arenosos. Vale salientar, que em qualquer solo a calagem excessiva, também, reduz a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Ledin (1958) comenta que em caso de deficiência de Zn, ocorre amarelecimento geral das folhas jovens e um retardamento no crescimento de plantas de acerola.

1.5. Adubação

O fato de ser uma planta de certa forma rústica, capaz de obter os nutrientes na maioria dos solos onde se desenvolve (Ledín, 1958; Couceiro, 1985), provavelmente, essa

característica deva ter contribuído para a falta de maiores informações com relação à sua adubação. Por se tratar de planta perene, a adubação deve oferecer condições de sobrevivência em situação ideal para que se possam garantir os máximos físico e econômico em produção e produtividade. Para isso, é necessário que se tenha conhecimento da situação do pomar, além de diagnose visual do estado nutricional, da análise do solo e da diagnose foliar.

1.5.1. Adubação na fase de viveiro

A fase de viveiro corresponde ao período da germinação até o ponto em que a muda deverá ser estabelecida no pomar.

O preparo do substrato para enchimento das sacolas plásticas deve ser composto de duas a três partes do terriço, ou terra fértil misturadas com uma parte de esterco bovino curtido. A cada metro cúbico dessa mistura deve-se adicionar 3,0 a 5,0 kg de superfosfato simples (SPS) e 0,5 a 0,7 kg de cloreto de potássio (KCl) (São José e Batista, 1995). É conveniente fornecer adubação de cobertura, semanal ou quinzenal, em forma de rega, com a seguinte solução: 100 g de sulfato de amônio, 100 g de superfosfato simples e 50 g de KCl em 100 litros de água, cada metro quadrado recebendo 3 a 4 litros da solução.

Em mudas de aceroleira cultivadas em vasos, Miranda et al. (1995) constataram efeito significativo do P na altura da planta, no número de folhas, na matéria seca de raiz e parte aérea.

1.5.2. Adubação na fase de plantio

No preparo das covas de plantio existe a recomendação geral para que se coloque esterco bem curtido (galinha, bovino, caprino ou ovino), principalmente nos solos de textura leve com ocorrência de nematóides. As quantidades variam de 10 a 20 litros de esterco por cova (Simão, 1971; UFC, 1993; Musser, 1995). Além do esterco, deve-se aplicar fósforo, potássio e até mesmo calcário (Musser, 1995). As recomendações variam de 400 a 500 g de superfosfato simples, 300 a 400 g de cloreto de potássio e 200 g de calcário dolomítico (Gonzaga Neto e Soares, 1994; Kavati, 1995).

1.5.3. Adubação na fase de formação

Durante a fase de formação, ou seja, até três anos, várias são as recomendações encontradas na literatura (Tabela 1.5). Simão (1971) sugere que além da adubação de formação (Tabela 1.5) as plantas necessitam no início da frutificação, da adição de uma mistura de 400 g de sulfato de amônio ou nitrocálcio, 400 g de superfosfato de cálcio e 200 g de cloreto de potássio. Já Gonzaga Neto e Soares (1994) recomendam além dos adubos minerais (Tabela 1.5) a adição de 20 litros de esterco bovino bem curtido.

Tabela 1.5. Recomendações de adubação para aceroleira.

Ano	Adubo	g planta ⁻¹	Referência
	Nitrogênio		
1	8-8-15	500	Simão,1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
2	8-8-15	500	Araújo e Minami,1994
12	Uréia	30–40	Gonzaga Neto e Soares, 1994
1	Uréia	53	Musser, 1995
3-4	N	20	Kavati, 1995
	Fósforo		
1	8-8-15	500	Simão, 1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
1	SSP	250	Musser,1995
2	8-8-15	500	Araújo e Minami, 1994
	Potássio		
1	8-8-15	500	Simão, 1971; UFC, 1993
2	14-4-10	1.300	Marty e Pennock, 1965
2	8-8-15	500	Araújo e Minami, 1994
12	K ₂ SO ₄	30–40	Gonzaga Neto e Soares, 1994
1	KCl	33	Musser, 1995

1.5.4. Adubação na fase de produção

Na fase de frutificação, recomenda-se a aplicação/planta de 60 a 100 g de sulfato de amônio ou de nitrocálcio e 375 a 500 g de cloreto de potássio (Simão, 1971). Essa adubação, que é indicada cultivo sob sequeiro, deve ser dividida em duas doses iguais, sendo a primeira aplicada no início do período chuvoso e a outra no final do período chuvoso, em faixa circular distante de 20 e 40 cm do tronco. Kavati (1995) recomenda para as plantas em produção, do segundo ao quinto ano, uma adubação anual com cerca de 200 g de N, 180 g de P₂O₅ e 250 g de K₂O/ planta, divididos em oito parcelas mensais, aplicadas durante o período de frutificação, em solos úmidos e na projeção da copa.

Convém salientar, que na adubação em frutificação devem-se considerar as produtividades médias do pomar, relacionando com os dados de exportação de nutrientes, por ocasião da colheita, para que os nutrientes perdidos sejam repostos em adição por ocasião da adubação.

1.6. Irrigação

Em cultivos sob sequeiro, a produção da acerola se dá normalmente entre 30-35 dias após o início das chuvas. A concentração da produção da acerola, no período chuvoso, provoca um excesso de oferta e dificuldades na comercialização do produto. A irrigação permite aumentar a produtividade, ampliar o período de colheita e aumentar o tamanho dos frutos.

Em regiões onde a temperatura média se mantém acima de 20°C, a irrigação permite aumentar a produção em até 100% e obter em média oito a nove safras por ano (Gonzaga Neto e Soares, 1994). Na Região da Nova Alta Paulista, SP, Konrad (2002) verificou que o uso da irrigação proporcionou melhor distribuição da produção de acerola, facilitando o escoamento da produção e aumentando a renda bruta do produtor em até 98% em relação ao cultivo de sequeiro.

1.6.1. Métodos de irrigação

A aceroleira adapta-se bem aos seguintes métodos de irrigação: aspersão convencional, microaspersão, gotejamento, gotejamento subsuperficial, mangueiras perfuradas a laser e sulcos. A escolha do sistema de irrigação deve levar em conta a disponibilidade de água, a topografia do terreno, o clima, o solo e a disponibilidade de recursos financeiros do produtor. A irrigação por sulcos pode ser utilizada em locais de topografia plana, sem limitações de recursos hídricos, e solos de textura argilosa. Em solos de textura média a arenosa, onde há limitação de recursos hídricos, os sistemas de irrigação localizada (gotejamento ou microaspersão) são mais adequados por apresentarem maior eficiência de uso da água. Na microaspersão, recomenda-se o uso de um emissor por planta e no gotejamento o uso de quatro gotejadores por planta. No caso da utilização de mangueiras perfuradas, a laser, pode-se utilizar uma mangueira para cada duas fileiras de plantas.

Comparando diferentes sistemas de irrigação na cultura da acerola, Konrad (2002) concluiu que não houve diferença entre os sistemas de irrigação quanto ao teor de vitamina C e a qualidade dos frutos. Entre os sistemas de irrigação avaliados, a mangueira perfurada a laser, o gotejamento e o gotejamento em subsuperfície foram os que apresentaram melhores resultados, já a utilização de um microaspersor para duas plantas não foi adequada para a cultura.

1.6.2. Necessidades hídricas

As necessidades hídricas da aceroleira variam de acordo com o clima da região, o tamanho das plantas (área foliar e altura), a frequência das irrigações e a porcentagem da superfície do solo umedecida na irrigação. O consumo de água na irrigação da aceroleira tende a ser maior em condições de alta demanda evapotranspirativa, irrigações frequentes e molhamento de mais de 60% da superfície do solo.

Nas condições climáticas do Estado do Ceará, Martins Neto *et al.* (1998) observaram valores de evapotranspiração da cultura da aceroleira (ET_c), variando de 4,4 a 8,0 mm d⁻¹, com média de 5,1 mm d⁻¹ e coeficiente de cultivo (K_c) médio de 0,98. Segundo Konrad (2002), a utilização de um valor de K_c igual a 1,0 e um coeficiente de redução da evapotranspiração (K_r) de 0,8 mostrou-se adequada para o manejo da irrigação de plantas de aceroleira, em produção. Na Tabela 1.6 são apresentados valores médios de ET_c e volume de água recomendados na irrigação de plantas adultas de aceroleira, em função da evapotranspiração de referência (ET_o) do local do plantio.

Em experimento conduzido em solo arenoso de Paraipaba, CE, utilizando irrigação por microaspersão, Bandeira *et al.* (1998) aplicaram volumes médios de 21 a 27 litros planta⁻¹ dia⁻¹, em plantas de aceroleira em início de produção (dois a três anos de idade), obtendo uma produtividade média de 20 t ha⁻¹. Os autores não observaram diferenças significativas de produção entre freqüências de irrigação, variando de um a oito dias.

Tabela 1.6. Valores da evapotranspiração da aceroleira (ET_c) e volume de água a ser aplicada por planta, em função da evapotranspiração de referência (ET_o).

ET _o	ET _c	Volume de água ⁽¹⁾
mm d ⁻¹	mm d ⁻¹	L planta ⁻¹ d ⁻¹
2.0	1,6	26
3.0	2,4	38
4.0	3,2	51
5.0	4,0	64
6.0	4,8	77
7.0	5,6	90

⁽¹⁾ Considerando o espaçamento entre plantas de 4 m x 4 m.

Fonte: Miranda, F. R. de, 2005; dados não publicados.

1.6.3. Fertirrigação

O uso de sistemas de irrigação, localizada na cultura da aceroleira, possibilita a aplicação de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação), que apresenta como principais vantagens o aumento da eficiência dos fertilizantes e a redução de custos com mão-de-obra e maquinaria para sua aplicação. A fertirrigação permite aplicar os nutrientes ao solo com maior freqüência, sem aumentar o custo de aplicação, minimizando perdas por volatilização e lixiviação, otimizando a absorção pelas raízes. Konrad (2002) verificou uma redução do consumo de fertilizantes da ordem de 35% com a fertirrigação, sem redução na produtividade da acerola.

O procedimento recomendado para a aplicação dos fertilizantes, via água de irrigação, consiste em dividir a operação em três etapas. Na primeira etapa, o sistema de irrigação opera apenas com água, até que a pressão e a vazão em todos os emissores estejam estabilizadas. Na segunda etapa, a solução fertilizante é injetada no sistema. Terminada a injeção, o sistema de irrigação deve operar novamente apenas com água por mais 20 ou 30 minutos, a fim de remover toda a solução fertilizante das tubulações.

1.7. Referências

- Almeida, J.I.L. de, and F.E. de Araújo. 1992. A acerola: Instruções preliminares de cultivo. (Fortaleza) EPACE. Fortaleza. (Pesquisa em Andamento 21).
- Alves, R.E., J.P. da Silva Júnior, A.Q. da Silva, H. Silva, and E. Malavolta. 1990. Concentração e exportação de nutrientes pelos frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.) por ocasião da colheita. In: 19ª Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.
- Araújo, P.S.R. de, and K. Minami. 1994. Acerola. Fundação Cargil, Campinas.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso 1998. Efeito de diferentes regimes de irrigação sobre a produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.). In: Simpósio Avanços Tecnológicos na Agroindústria Tropical, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza.
- Bandeira, C.T., F.R. de Miranda, R. Braga Sobrinho, and J.E. Cardoso. 1998. Produção de dois clones de acerola (*Malpighia glabra* L.) sob diferentes regimes de irrigação. Embrapa-CNPAT, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 18).
- Chu, E.Y. 1993. Inoculação de fungos endomicorrízicos em plântulas de acerola (*Malpighia glabra* L.). Embrapa-CPATU, Belém. (Boletim de Pesquisa, 149).
- Cibes, H., and G. Samuels. 1995. Mineral deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. University of Puerto Rico, Rio Piedras. (Technical Paper, 15).
- Corrêa, F.L. de O., C.A.S. Souza, J.G. de Carvalho, and V. Mendonça. 2002. Fósforo e Zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal 24:793-796.
- Couceiro, E.M. 1985. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. UFRPE, Recife.
- Cunha, R. de C.S. da. 1992. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) em função da idade e da época do ano. (Monografia de Graduação), CCA, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

- Cunha, R.C.S., J.P. Silva Júnior, and A.C. Conceição Júnior. 1993. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em função da idade e época do ano na cultura da acerola (*Malpighia glabra* L.). Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina 5:57-65.
- Departamento de Ciência do Solo. 1993. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Freire, J.L. de O. 1995. Acerola (*Malpighia* sp) concentrações de NPK em plantas e caracterização físico-química de frutos em pomares de diferentes regiões da Paraíba. (Dissertação de Mestrado). CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Hernández-Medina, E., J. Vélez-Santiago, and M.A. Lugo-López. 1970. Root development of acerola trees as affected by liming. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 54:57-61.
- IBGE. 2004. Censo Agropecuário. <http://www.ibge.gov.br>.
- Kavati, R. 1995. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no Estado de São Paulo. p. 149-154. In: A.R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Konrad, M. 2002. Efeito de sistemas de irrigação localizada sobre a produção e qualidade da acerola (*Malpighia spp.*) na região da nova alta paulista. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Ilha Solteira.
- Korner, C., A. Judith, A. Scheel, and H. Bauer. 1979. Maximum leaf diffusive conductance in vascular plants. Photosynthetica 13:45-82.
- Landrau Júnior, P., and E. Hernandez-Medina. 1959. Effects of major and minor elements, lime and soil arrendments on the yield and ascorbic acid content of acerola (*Malpighia pinicifolia* L.). Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 43:19-33.
- Ledin, R.B. 1958. The Barbados of West Indian cherry. University of Florida, Gainesville. (University of Florida. Bulletin, 594).
- Lugo-López, M.A., E. Hernández-Medina, and G. Acevedo. 1959. Response of some tropical soils and crops of Puerto Rico to applications of lime. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, Rio Piedras 28:57-61.
- Malavolta, E., H.P. Haag, F.A.F. Mello, and M.O.C. Brasil Sobrinho. 1967. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. Pioneira, São Paulo.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, and A.A. de Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafos, Piracicaba.
- Manica, I., I.M. Icuma, J.C. Fioravanco, M.C. Paiva Jr., and N.T.V. Junqueira. 2003. Acerola: Tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados. Cinco Continentes, Porto alegre.

- Martins Neto, D., F.M.L. Bezerra, and R.N.T. Costa. 1998. Evapotranspiração real da acerola (*Malpighia glabra* L.) durante o primeiro ano de implantação nas condições climáticas de Fortaleza (CE). p. 55-57. In: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Poços de Caldas, 1998. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas.
- Marty, G.M., and W. Pennock. 1965. Práticas agronômicas para el cultivo comercial de la acerola en Puerto Rico. Revista de Agricultura de Puerto Rico 52:107-111.
- Miranda, J.R.P. de, A.L. de O. Freire, J.S. Souto, O.N. Moura, and S.S. Rolim Júnior. 1995. Efeito da omissão de nutrientes sobre os teores foliares de macronutrientes em mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.). p. 221. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Lavras, 1995. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras.
- Musser, R. dos S. 1995. Tratos culturais na cultura da acerola. p. 47-52. In: A.R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Nakasone, H.Y., G.M. Yamane, and R.K. Miyashita. 1968. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. Agricultural Experimental Station, Hawaii. (Circular, 65).
- Nascimento, L.C. do. 1995. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia* sp) cultivadas nas regiões do Cariri e Brejo Paraibano. (Monografia de Graduação) CCA Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- Nogueira, R.J.M.C., J.A.P.V. Moraes, and H.A. Burity. 2000. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 35:1331-1342.
- Oliveira, M.N.S. de. 1996. Comportamento fisiológico de plantas jovens de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biriba em função da baixa disponibilidade de água no solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Paiva, J.R. de, R.E. Alves, L. de M. Barros, J.R. Crisóstomo, C.F.H. Moura, A.S. Almeida, and N.P. Noryes. 2003. Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 87).
- São José, A.B., and D. Batista. 1995. Propagação sexual da acerola. p. 28-31. In: A. R. São José, and R.E. Alves. Acerola no Brasil: Produção e mercado. DFZ/UESB, Vitória da Conquista.
- Silva Júnior, J.P. da S., R.E. Alves, H. Silva, and A.Q. da Silva. 1990. Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivadas em pomar. In: 19º Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, SBCS, Santa Maria.

- Silva, G.D. da. 1998. Absorção de macro e micronutrientes pela aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Simão, S. 1971. Cereja das Antilhas. p. 477-485. *In*: S. Simão. Manual de Fruticultura. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Teixeira, A.H. de C., and P.V. de Azevedo. 1995. Índices-limite do clima para o cultivo da acerola. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 30:1403-1410.

Apêndice do Capítulo 1: Fotos Acerola

Cortesia de J.R. Paiva.



Foto 1.1.
Frutos de Acerola.



Foto 1.2.
Planta de Acerola



Agroindústria Tropical

ISBN 978-85-89946-09-4

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

