



2ª Edição

Revisada e Ampliada

**Tecnologias
para a produção de**

GOLIABA

Incap*er*

Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

© 2024 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil
CEP: 29052-010 - Telefones: (27) 3636-9888/ 3636-9846
<http://incaper.es.gov.br>
<https://editora.incaper.es.gov.br>
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-47-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274470

Editor: Incaper

Formato: Impresso e digital

Tiragem: 500

Outubro 2024

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva – Presidente	José Aires Ventura
Agno Tadeu da Silva	José Altino Machado Filho
Anderson Martins Pilon	José Salazar Zanuncio Junior
André Guarçoni Martins	Marianna Abdalla Prata Guimarães
Fabiana Gomes Ruas	Mauricio Lima Dan
Felipe Lopes Neves	Vanessa Alves Justino Borges

Aparecida L. do Nascimento – Coordenadora Editorial

Marcos Roberto da Costa – Coordenador Editorial Adjunto

Equipe de Produção

Projeto gráfico, capa e diagramação: Laudeci Maria Maia Bravin

Revisão textual: Raquel Vaccari de Lima

Coordenação de Diagramação e Revisão: Laudeci M. M. Bravin e Marcos Roberto da Costa

Ficha catalográfica: Merielem Frasson da Silva

Fotos: Crédito na imagem

Fotos da capa: Augusto Barraque e arquivo do Incaper

Ilustrações: Elaboradas pelo(s) autor(es)

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

Incaper - Biblioteca Rui Tendinha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 Tecnologias para a produção de goiaba / organizadores, Luiz Carlos Santos Caetano, Adelaide de Fátima Santana da Costa e Aureliano Nogueira da Costa. – 2. ed., rev. e ampl. – Vitória, ES : Incaper, 2024.
368 p. : Color.

ISBN: 978-85-89274-47-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274470

1. Fruta Tropical. 2. Goiaba. 3. Plantio. 4. Nutrição Vegetal. 5. Praga de Planta.
I. Caetano, Luiz Carlos Santos. II. Costa, Adelaide de Fátima Santana da. III. Costa, Aureliano Nogueira da. IV. Incaper. V. Título.

CDD 634.421





Problemas de Causa Abiótica na Cultura da Goiabeira

Luiz Carlos Santos Caetano¹

Eliemar Campostrini²

Saulo Pireda³

Maura da Cunha⁴

José Aires Ventura⁵

1 INTRODUÇÃO

Os fatores abióticos podem predispor as plantas a doenças, devido a distúrbios fisiológicos que podem causar e assim interferir diretamente na produtividade da cultura e na qualidade das goiabas que se destinam tanto para o consumo *in natura*, como para o processamento.

Distúrbios fisiológicos referem-se a danos nos tecidos da planta que não foram causados por patógenos ou por danos mecânicos. Muito embora certos patógenos possam estar presentes nos frutos com distúrbios fisiológicos, sua patogenicidade não é comprovada cientificamente. Estes distúrbios ocorrem em resposta a uma condição adversa do meio em que a planta está presente ou por deficiências nutricionais que possam surgir durante o período de crescimento e desenvolvimento do órgão afetado (PRADO, 2004).

Dentre os principais problemas causados à cultura da goiabeira por fatores abióticos podem-se destacar o anelamento do fruto da goiabeira e a queima ou escaldadura de frutos e ramos, os quais serão discutidos nesse capítulo.

¹D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper, luizcaetano@incaper.es.gov.br

²D.Sc. Produção Vegetal, Fisiologia Vegetal, Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Uenf.

³D.Sc. Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Uenf.

⁴Ph.D. Ciências, Professora da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Uenf.

⁵D.Sc. Fitopatologia, Pesquisador do Incaper.

2 ANELAMENTO DO FRUTO DA GOIABEIRA

O anelamento do fruto da goiabeira era classificado como um distúrbio fisiológico atribuído a uma causa desconhecida (WATANABE *et al.*, 2011). Esse anelamento tem ocasionado relevante prejuízo econômico aos produtores em todo o Brasil. Há relatos do problema nos estados do Espírito Santo, São Paulo, Pará e também na região Nordeste. Trabalhos de pesquisa realizados pelo Incaper em áreas de produção comercial com incidência do problema constataram que 18% dos frutos foram afetados pelo anelamento. Relatos de produtores de goiaba dão conta de que em alguns anos o anelamento pode alcançar uma incidência elevada nos pomares comerciais, podendo afetar até 50% dos frutos. Para o mercado de fruta fresca, mesmo sintomas menos severos com pequeno ou nenhum comprometimento da polpa são suficientes para desclassificar o produto para comercialização, tornando maior o prejuízo do produtor. No mercado de processamento da fruta, danos leves que afetam a polpa em menor intensidade são menos relevantes.

Em manga, uma provável causa do colapso interno da polpa é o desequilíbrio nutricional condicionado pelo patrimônio genético da cultivar, uma vez que o problema ocorre preponderantemente em variedades monoembriônicas, as quais foram desenvolvidas em programas de melhoramento genético nos Estados Unidos (Flórida) (EVANGELISTA, 1992). Na procura por explicações para o aparecimento de distúrbios fisiológicos, o cálcio tem sido o nutriente mais estudado, visando à diminuição das desordens fisiológicas em diversas culturas, como em maçã –depressão lenticelar e *bitter pit*– (FALLAHI *et al.*, 1997; ERNANI *et al.*, 2008).

2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SINTOMAS, ABRANGÊNCIA E CONDIÇÕES PROPÍCIAS AO PROBLEMA

O anelamento, de maior ocorrência no período mais seco e frio do ano, começa ainda com os frutos verdes e é perceptível a olho nu quando estes alcançam cerca de 30 mm de diâmetro, com o aparecimento de manchas escuras pontuais ao redor da parte apical do fruto, que evolui para um sintoma de anel escurecido, muitas vezes associado a uma depressão da epiderme. Com o desenvolvimento do fruto, o problema pode aumentar em intensidade, culminando com a sua rachadura (Figura 1).

Os relatos de alguns produtores evidenciam que o anelamento dos frutos tem aumentado nos pomares comerciais de goiabeira e que, em alguns anos, o anelamento do fruto da goiabeira pode ter incidência elevada, podendo afetar até 50% dos frutos. Em trabalho realizado em uma lavoura comercial com incidência do problema, cujo objetivo foi avaliar a eficácia do cloreto de cálcio (28% de Ca^{2+}) na prevenção do anelamento, 18% dos frutos foram afetados no tratamento sem a aplicação do produto (Tabela 6).



Figura 1 - Sintomas do anelamento do fruto da goiabeira.

Fonte: Fotos de Luiz Carlos Santos Caetano.

Segundo Watanabe *et al.* (2011), os produtores e técnicos no Estado de São Paulo relatam que o anelamento é um problema restrito a frutos de plantas jovens e desaparecem quando as goiabeiras atingem 4 a 5 anos. Porém, em pomar no Espírito Santo, já se constatou a ocorrência de anelamento em plantas com idade acima de 8 anos. Ao que tudo indica, o manejo da cultura parece ser o fator determinante para esta disparidade nas informações, pois a disponibilidade de irrigação, realizada de forma adequada às necessidades da planta, bem como a manutenção de níveis suficientes de cálcio no solo, são fatores fundamentais para reduzir ou evitar o aparecimento da anomalia.

Um outro fator que parece ser importante na ocorrência do anelamento do fruto da goiabeira é o tipo de muda usada na formação da planta. As mudas provenientes de propagação seminífera apresentam sistema radicular com uma raiz pivotante bem definida, permitindo explorar o solo em maior profundidade que o sistema radicular do tipo fasciculado das plantas propagadas por estaquia. Isto provavelmente explique a não constatação do problema em plantas originárias de sementes que crescem nos quintais das casas e espontaneamente em áreas de campo. Já os pomares comerciais de goiaba do Brasil são predominantemente formados por plantas propagadas por estaquia.

No Espírito Santo, até o momento, o problema foi identificado nas cultivares Paluma e Cortibel. No Estado de São Paulo, o anelamento foi descrito na cultivar Paluma. Acredita-se que possa ocorrer também em outros genótipos, mas a 'Paluma' é a mais plantada nos pomares comerciais das principais regiões produtoras do Brasil, pelas suas características de rusticidade, produtividade elevada e boa aceitação tanto para indústria como para consumo *in natura*.

Normalmente, o anelamento surge na época mais fria e seca do ano. Na região sudeste do Brasil, esse período geralmente vai de abril/maio a setembro. Os fatores ambientais, como baixas temperaturas e restrição hídrica, parecem estar relacionados à ocorrência do problema. Caetano e Guarçoni (2012), em trabalho realizado no município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo, avaliaram a incidência de anelamento em frutos de goiaba com cerca de 30 mm de diâmetro em duas épocas: setembro para frutos formados durante o período de inverno e

em novembro para os formados já na primavera, com e sem aplicação preventiva de cloreto de cálcio em tratamentos diferenciados. Os autores verificaram que na avaliação de setembro a percentagem de frutos com anelamento foi bem superior, sobretudo nas plantas consideradas testemunhas, as quais não receberam aplicação do cloreto de cálcio (Tabela 7).

Entretanto, já foi constatado que o anelamento do fruto da goiabeira pode ocorrer na primavera-verão, caso ocorram condições de restrição hídrica de moderada a severa.

2.2 CAUSA DA ANOMALIA

Com relação às desordens fisiológicas em frutos, o cálcio é o nutriente mais estudado (HEWETT; WATKINS, 1991; ASSIS *et al.*, 2004; SILVA; MENEZES, 2001; ERNANI *et al.*, 2008; NAVA; DECHEN, 2009), e sua deficiência pode causar deterioração das membranas celulares, com alterações estruturais na membrana e na parede celular (SAMS; CONWAY, 1984; POOVAIAH, 1986; HOCKING *et al.*, 2016).

A investigação do problema, tomando como causa provável a deficiência nutricional de cálcio na planta, inicialmente não se mostrou viável, pois nas análises foliares das goiabeiras que apresentavam frutos com o sintoma do anelamento os teores de Ca encontravam-se dentro da faixa de suficiência. Esperava-se também teores muito baixos de Ca nas análises de solo dos pomares com o problema, mas nem sempre isso ocorria.

A análise dos teores de nutrientes minerais em frutos da cultivar Paluma verificou que em frutos com o anelamento o teor de Ca^{2+} era até seis vezes menor do que em frutos assintomáticos, o que fortaleceu a hipótese de que o problema estava relacionado à deficiência no suprimento de Ca^{2+} para o fruto (Tabelas 1 e 2). Ao se analisar os resultados dos teores de todos os nutrientes, sobressaíram-se as diferenças nos teores de cálcio, ocorrendo grande variação entre o teor em fruto inteiro (0,43 dag/kg) e parte do fruto sem anelamento (0,27 dag/kg) em relação a fruto inteiro com anelamento (0,13 dag/kg) e parte apical sintomática (0,10 dag/kg).

Tabela 1 - Teores de nutrientes nos frutos da goiabeira 'Paluma' de acordo com os tratamentos - área experimental do Incaper (FEBN), Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2007

(continua)

Tratamento/Nutriente (dag/kg)	N	P	K	Ca	Mg	S
T 1	11,7 a	1,2 ab	19,4 ab	0,43 b	0,8 ab	1,0 a
T 2	10,7 a	1,1 ab	19,1 b	0,13 de	0,7 ab	1,0 a
T 3	12,0 a	1,2 ab	18,9 b	0,10 e	0,8 ab	0,9 a
T 4	10,7 a	1,0 b	19,3 ab	0,33 bc	0,6 b	0,9 a
T 5	11,0 a	1,3 a	18,6 b	0,27 cd	0,9 a	1,0 a
T 6	11,3 a	1,2 ab	20,3 a	0,63 a	0,8 ab	1,0 a
CV(%)	9,7	6,1	2,1	17,3	9,6	7,6

(conclusão)

Tratamento/Nutriente (mg/kg)	Zn	Fe	Mn	Cu	B
T 1	17,7 a	62,7 a	22,0 ab	6,7 a	14,7 a
T 2	16,7 ab	39,3 ab	17,0 bc	6,0 ab	12,7 a
T 3	18,0 a	24,7 ab	13,3 c	6,0 ab	13,3 a
T 4	14,7 b	21,3 b	26,3 a	5,3 b	14,3 a
T 5	17,3 a	26,7 ab	16,3 c	6,0 ab	16,7 a
T 6	14,7 b	28,3 ab	27,0 a	5,7 ab	19,3 a
CV(%)	4,3	42,7	8,8	7,3	20,7

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; T1 – análise do fruto inteiro sem anelamento; T2 – análise do fruto inteiro com anelamento; T3 - análise da parte apical do fruto com anelamento; T4 - análise da parte peduncular do fruto com anelamento; T5 - análise da parte apical do fruto sem anelamento; T6 - análise da parte peduncular do fruto sem anelamento.

Tabela 2 - Teores de nutrientes nos frutos da goiabeira 'Paluma' de acordo com os tratamentos - área experimental de Jacu, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2007

Tratamento/Nutriente (dag/kg)	N	P	K	Ca	Mg	S
T 1	11,7 a	1,37 c	20,3 ab	0,87 a	0,9 a	1,1 a
T 2	11,0 a	1,40 bc	19,8 ab	0,37 b	0,8 ab	1,2 a
T 3	12,3 a	1,50 a	19,3 b	0,30 b	0,9 a	1,2 a
T 4	11,3 a	1,40 bc	20,2 ab	0,50 ab	0,7 b	1,2 a
T 5	11,3 a	1,47 ab	20,4 ab	0,50 ab	1,0 a	1,2 a
T 6	11,0 a	1,40 bc	21,6 a	0,80 a	0,8 ab	1,2 a
CV(%)	8,4	2,6	3,9	27,4	8,4	5,6

Tratamento/Nutriente (mg/kg)	Zn	Fe	Mn	Cu	B
T 1	17,0 ab	43,7 a	41,3 ab	6,3 a	17,0 abc
T 2	17,0 ab	44,7 a	23,7 c	5,0 a	20,0 ab
T 3	18,3 a	28,3 a	18,3 c	4,7 a	14,7 bc
T 4	14,7 c	25,0 a	35,3 b	4,7 a	12,0 c
T 5	18,0 a	23,7 a	34,7 b	6,0 a	21,7 a
T 6	15,7 bc	33,7 a	50,0 a	6,0 a	15,0 bc
CV(%)	4,3	34,0	10,8	11,5	11,5

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; T1 – análise do fruto inteiro sem anelamento; T2 – análise do fruto inteiro com anelamento; T3 - análise da parte apical do fruto com anelamento; T4 - análise da parte peduncular do fruto com anelamento; T5 - análise da parte apical do fruto sem anelamento; T6 - análise da parte peduncular do fruto sem anelamento.

Posteriormente, outros resultados de pesquisa mostraram que aplicações preventivas de cloreto de cálcio evitam o problema, comprovando a relação causal da deficiência de cálcio com o anelamento do fruto da goiabeira.

Em frutos com anelamento, parece ocorrer uma paralisação no crescimento do epicarpo na sua porção apical, desencadeando o problema. Segundo Watanabe *et al.* (2011), o problema é restrito ao epicarpo com não comprometimento do mesocarpo e do endocarpo.

A fim de verificar o alcance da lesão do anelamento do fruto da goiabeira, realizaram-se novas investigações em que o objetivo foi caracterizar a influência dos teores de nutrientes minerais nos frutos da goiabeira na incidência do anelamento por meio da análise dos teores de nutrientes em frutos com e sem anelamento, inteiros e separados em suas porções apical e basal, bem como entre o epicarpo e as partes internas do fruto (mesocarpo e endocarpo). Os menores teores de Ca^{2+} encontrados em análise do fruto inteiro com anelamento (FICA) e na parte apical do fruto com anelamento (PACA) em relação às demais partes analisadas (Tabela 3) reforçaram a hipótese de que o anelamento do fruto da goiabeira está correlacionado à deficiência no suprimento de Ca^{2+} à parte apical do fruto, como já descrito anteriormente. Os teores de Ca^{2+} foram maiores no epicarpo do que nas partes internas (mesocarpo+endocarpo), exceto quando se analisaram os frutos ou partes dos frutos com incidência de anelamento, FICA e PACA, onde os teores no epicarpo foram menores, igualando-se aos das partes internas (Tabela 3). Este menor teor de Ca^{2+} explica a ocorrência da anomalia anelamento do fruto da goiabeira, distúrbio que prejudica a formação dos tecidos do epicarpo na porção apical do fruto.

Tabela 3 - Teores de Ca, N e P ($dag.kg^{-1}$) em frutos e partes de frutos de goiaba ‘Paluma’ em pomar com ocorrência de anelamento, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2010

(continua)

Ca (CV= 18,40%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	0,05 Bbc	0,05 Abc	0,04 Ac	0,05 Bbc	0,08 Bab	0,11 Ba	0,06 B
Epicarpo	0,10 Ab	0,05 Ac	0,05 Ac	0,10 Ab	0,11Ab	0,16 Aa	0,10 A
Média	0,08 b	0,05 c	0,05 c	0,08 b	0,09 b	0,13 a	

N (CV= 12,80%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	1,40	1,32	1,20	1,35	1,23	1,18	1,28 A
Epicarpo	1,15	1,15	1,15	1,20	1,13	1,15	1,15 B
Média	1,28 a	1,28 a	1,24 a	1,18 a	1,18 a	1,16 a	

P (CV= 6,10%)

Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	0,18 Aa	0,16 Ab	0,18 Aa	0,17 Aab	0,19 Aa	0,17 Aab	0,17 A
Epicarpo	0,10 Bb	0,11 Bb	0,13 Ba	0,11 Bb	0,12 Bab	0,11 Bb	0,11 B
Média	0,14 bc	0,13 c	0,16 a	0,14 bc	0,15 ab	0,14 bc	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Legenda: M+E = Mesocarpo+Endocarpo. FISA = Fruto inteiro sem anelamento; FICA = Fruto inteiro com anelamento; PACA = Parte apical de frutos com anelamento; PPCA = Parte peduncular de frutos com anelamento; PASA = Parte apical de frutos sem anelamento; PPSA = Parte peduncular de frutos sem anelamento.

Os teores de N, P, K e S foram maiores na parte interna dos frutos, mas as variações nos teores não apresentaram uma resposta que poderia estar relacionada ao anelamento (Tabelas 3 e 4), pois não houve diferença estatística nos teores dos nutrientes entre a porção mesocarpo+endocarpo e o epicarpo nas diferentes partes do fruto analisadas (N, K, e S). A diferença ocorreu para todas as frações de fruto analisadas (P) ou não há uma variação lógica que explicasse a anomalia (Mg). A comparação das médias entre as partes de frutos também não mostrou padrão de resposta que pudesse explicar o anelamento. O mesmo tipo de resposta ocorreu para os micronutrientes Cu e Zn (Tabela 5).

Tabela 4 - Teores de K, Mg e S (dag.kg^{-1}) em frutos e partes de frutos de goiaba 'Paluma' em pomar com ocorrência de anelamento, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2010

K (CV= 4,30%)

Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	2,17	2,05	1,95	2,18	1,88	2,21	2,07 A
Epicarpo	1,73	1,62	1,57	1,78	1,56	1,79	1,68 B
Média	1,95 ab	1,83 bc	1,76 c	1,98 a	1,73 c	2,00 a	

Mg (CV= 10,60%)

Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	0,10 Aa	0,05 Ab	0,10 Aa	0,05 Ab	0,10 Aa	0,05 Ab	0,08 A
Epicarpo	0,05 Bb	0,05 Ab	0,10 Aa	0,05 Ab	0,06 Bb	0,05 Ab	0,06 B
Média	0,08 b	0,05 c	0,10 a	0,05 c	0,08 b	0,05 c	

S (CV= 7,80%)

Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	0,12	0,11	0,11	0,10	0,12	0,13	0,12 A
Epicarpo	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09 B
Média	0,11 ab	0,10 b	0,11 ab	0,10 b	0,12 a	0,12 a	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Legenda: M+E = Mesocarpo+Endocarpo. FISA = Fruto inteiro sem anelamento; FICA = Fruto inteiro com anelamento; PACA = Parte apical de frutos com anelamento; PPCA = Parte peduncular de frutos com anelamento; PASA = Parte apical de frutos sem anelamento; PPSA = Parte peduncular de frutos sem anelamento.

Tabela 5 - Teores de micronutrientes (mg.kg⁻¹) em frutos e partes de frutos de goiaba 'Paluma' em pomar com ocorrência de anelamento, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2010

Cu (CV= 5,60%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	8,25	7,75	9,00	8,00	9,00	8,75	8,46 A
Epicarpo	5,00	5,00	6,00	5,75	5,75	6,00	5,58 B
Média	6,63 c	6,40 c	7,5 a	6,88 bc	7,4 ab	7,4 ab	
Mn (CV= 4,30%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	22,25 Bb	23,25 Bb	20,00 Bb	27,25 Ba	21,25 Bb	27,75 Ba	23,63 B
Epicarpo	40,00 Ac	50,00 Ab	40,00 Ac	52,50 Ab	50,00 Ab	60,00 Aa	48,75 A
Média	31,13 d	36,63 c	30,00 d	39,90 b	35,63 c	43,90 a	
Fe (CV= 20,50%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	132,0 Aa	48,50 Abc	68,25 Ab	38,5 Ac	47,5 Abc	55,25 Abc	65,0 A
Epicarpo	30,00 Bb	47,50 Aab	57,50 Aa	35,0 Aab	40,0 Aab	47,50 Aab	42,9 B
Média	81,00 a	48,00 bc	62,88 b	36,75 c	43,75 c	51,40 bc	
Zn (CV= 14,0%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	19,0 Aa	16,5 Aa	19,25 Aa	15,75 Aa	18,25 Aa	15,75 Aa	17,42 A
Epicarpo	10,0 Bb	12,5 Bb	20,00 Aa	10,00 Bb	12,50 Bb	10,00 Bb	12,50 B
Média	14,50 b	14,5 b	19,63 a	12,88 b	15,40 b	12,88 b	
B (CV= 13,0%)							
Parte do fruto	FISA	FICA	PACA	PPCA	PASA	PPSA	Média
M+E	13,00	11,50	11,50	10,50	15,00	14,25	12,63 B
Epicarpo	19,25	17,75	17,25	16,50	19,25	17,00	17,83 A
Média	16,12 ab	14,63 ab	14,38 ab	13,50 b	17,13 a	15,63 ab	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Legenda: M+E = Mesocarpo+Endocarpo. FISA = Fruto inteiro sem anelamento; FICA = Fruto inteiro com anelamento; PACA = Parte apical de frutos com anelamento; PPCA = Parte peduncular de frutos com anelamento; PASA = Parte apical de frutos sem anelamento; PPSA = Parte peduncular de frutos sem anelamento.

O teor de Mn (Tabela 5) foi maior no epicarpo do fruto em todas as frações de fruto analisadas, mas entre as partes de fruto não mostrou variação que possa estar relacionada ao problema, pois os teores foram equivalentes em partes de fruto com e sem sintoma de anelamento, como ocorreu entre PACA e FISA. Este nutriente (Mn) tem funções específicas na reação de Hill na fase fotoquímica da fotossíntese e não estruturais (TAIZ; ZEIGER, 2004). Para os teores de Fe, FICA e

PACA, apresentaram valores reduzidos em relação a FISA, mas foram iguais ou superiores a PASA e PPSA, partes do fruto sem anelamento, o que descarta uma relação de causa com a anomalia.

O teor de B foi, em média, maior no epicarpo dos frutos quando comparado a mesocarpo + endocarpo (M+E), mas entre as partes do fruto, os teores foram iguais em partes com e sem anelamento, não permitindo então correlacionar o B ao anelamento do fruto da goiabeira (Tabela 5), embora esse elemento seja importante na estruturação da membrana plasmática, podendo ocorrer deformações em frutos no caso de sua deficiência, como encontrado em abacaxi por Siebeneichler *et al.* (2008) e Ramos *et al.* (2009).

2.3 MECANISMO FISIOLÓGICO ENVOLVIDO

O Ca^{2+} é um nutriente mineral que difere dos demais, por ser importado para os frutos em pequenas quantidades, muito menos do que para as folhas (SAURE, 2005). Embora, às vezes, a concentração deste nutriente no solo esteja adequada, deficiências localizadas de Ca^{2+} podem ser um problema em frutos de várias frutíferas e meristemas apicais de hortaliças, com um risco elevado de causar grandes perdas econômicas. O sintoma clássico da deficiência deste nutriente é uma deterioração das membranas plasmáticas, com subsequente perda da turgescência e vazamento do fluido celular em associação com a desestruturação da membrana plasmática (SAURE, 2005). Estas anomalias relacionadas ao cálcio estão associadas ao transporte deste nutriente mineral.

O transporte de Ca^{2+} até a parte aérea da planta ocorre principalmente nos vasos do xilema, impulsionado pelo fluxo transpiratório (FREITAS; MITCHAM 2012; HOCKING *et al.*, 2016). Desta maneira, teores elevados de Ca^{2+} são encontrados em órgãos que apresentam alta taxa de transpiração, como exemplo as folhas (HO; ADAMS, 1989; LARCHER, 2000). Sendo assim, alguns autores relatam que a existência de reduzidas concentrações Ca^{2+} em folhas jovens e frutos está associada principalmente à elevada competição deste nutriente pelas folhas com maior transpiração, o que causaria um dreno maior de Ca^{2+} para os órgãos que mais transpiram (folhas totalmente formadas), em detrimento à chegada de Ca^{2+} para os órgãos que menos transpiram.

Quando estes fatores acontecem na fase de maior crescimento em expansão do fruto, um “efeito diluição” pode ocorrer e a deficiência se expressar em forma de sintoma externo (necroses).

Em frutos com elevadas taxas de crescimento (divisão e expansão celular), as possibilidades de decréscimos acentuados nos níveis de Ca^{2+} são elevadas, uma vez que estes órgãos apresentam reduzidas taxas transpiratórias em relação às folhas; por outro lado, a demanda por Ca^{2+} para a construção e estruturação da parede celular e membranas é intensa. Nestas condições, os níveis baixos de Ca^{2+} não são suficientes para uma eficiente estabilização da parede celular e integridade das membranas (MARSCHNER, 1995; HEPLER, 2005), podendo conduzir a distúrbios fisiológicos, como o anelamento do fruto da goiabeira.

A deficiência de cálcio prejudica a divisão celular, já que íons cálcio são utilizados na síntese e estrutura de novas paredes celulares, em particular a lamela média, que separa células em divisão. O Ca^{2+} também é constituinte do fuso mitótico, e os sintomas característicos de sua deficiência incluem a necrose de regiões meristemáticas jovens, nas quais a divisão celular e a formação de parede são mais rápidas (TAIZ; ZEIGER, 2004; HEPLER, 2005). No caso do anelamento do fruto da goiabeira, com a deficiência no suprimento de Ca^{2+} , a formação das células do epicarpo do fruto ao redor da sua porção apical é comprometida, resultando em necrose do tecido, o que caracteriza o sintoma da anomalia. De fato, a parte apical do tecido do fruto mostrou um menor teor de Ca^{2+} , quando comparado às demais partes, uma vez que a translocação de Ca^{2+} para esta parte do fruto é dependente da capacidade de ligação do Ca^{2+} na parede celular, da absorção do Ca^{2+} no simplasto do pedúnculo, da quantidade e funcionalidade dos vasos xilemáticos conectando o pedúnculo e a parte distal do fruto e do gradiente hidrostático requerido para a translocação do Ca^{2+} do pedúnculo para esta parte distal do fruto (FREITAS; MITCHAM, 2012). A rachadura dos frutos, em alguns casos com exposição do endocarpo e do mesocarpo, se daria por consequência da formação defeituosa acentuada das células do epicarpo. Esta formação defeituosa fragiliza a resistência mecânica causada pelas variações bruscas na turgescência das células dos frutos, devido à disponibilidade de água diferencial na planta durante a frutificação.

A absorção do Ca^{2+} pela planta é diretamente influenciada pela quantidade disponível do nutriente, concentrações de íons competidores (K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+) e pelo teor de água no solo e no ar, pela taxa transpiratória da planta, entres outros. Os fatores externos influenciam a transpiração da planta na medida em que alteram a diferença de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ar que a envolve. Portanto, a transpiração intensifica-se, até certo ponto, com a diminuição da umidade relativa e com o aumento da temperatura do ar (LARCHER, 2000).

No período mais frio e seco do ano, a maior frequência do anelamento provavelmente ocorre, pois nesta época há condições de menor disponibilidade de água no solo e a transpiração é menor devido às temperaturas mais baixas, o que pode reduzir o fluxo de Ca^{2+} na planta e consequentemente no fruto.

As taxas superiores de transpiração das folhas em relação aos frutos com consequente maior entrada de Ca^{2+} justificam também o fato de análise foliar não apresentar resultado satisfatório para diagnose do anelamento do fruto da goiabeira. Foram observadas também situações em que o teor de cálcio no solo não estava baixo, segundo as tabelas de referência na literatura, mas o pomar de goiaba apresentava frutos com anelamento. Tal fato mostra a importância em se tentar elevar o movimento de água para os frutos, principalmente na fase de divisão e expansão destes órgãos. Uma estratégia de ação para a possível resolução deste problema seria a aplicação de podas de modo a reduzir a área foliar transpirada e tentar alocar o fluxo de água para os frutos.

2.4 A FUNÇÃO DO CÁLCIO NA FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DAS CÉLULAS

O cálcio está diretamente relacionado à qualidade pós-colheita, uma vez que atua na regulação do amolecimento da polpa de frutos. Em frutos maduros, a concentração deste nutriente é maior na casca do que na polpa (SAURE, 2005). Durante o amadurecimento, o amaciamento da polpa dos frutos está relacionado com as modificações de polissacarídeos da parede celular, já que a maior quantidade de Ca^{+2} está complexada em polissacarídeos, lipídeos e proteínas e está localizada na parede celular. Uma menor quantidade está associada com membranas e organelas no citoplasma. A força com que o Ca^{+2} se mantém ligado na parede celular é dependente do pH (valores adequados 6-7) e a estabilização da pectina presente na parede celular é dependente do Ca^{+2} .

As pontes de cálcio entre os ácidos pécticos ou entre esses e outros polissacarídeos dificultam o acesso e a ação de enzimas pectolíticas produzidas pelo fruto e que causam amaciamento e das enzimas produzidas pelos fungos e bactérias, que causam deterioração. O cálcio na parede celular vegetal, ao ligar-se covalentemente às pectinas, dá origem ao pectato de cálcio, restringindo a ação da pectinametilesterase e poligalacturonase e conseqüentemente retardando o amaciamento de frutos. A aplicação de cálcio tanto em pulverização nos frutos quanto em cova de plantio resulta em: preservação da firmeza do fruto, redução da taxa respiratória, redução da produção de etileno, menor atividade da β -galactosidase, aumento de hemicelulose, pectinas e cálcio na polpa. Em frutos, o efeito do cálcio tem recebido muita atenção, visto que as aplicações deste cátion promovem o retardamento da maturação e da senescência, prolongando o período de vida útil e o tempo de prateleira (YAMAMOTO *et al.*, 2011).

Natale *et al.* (2005) avaliaram as modificações na parede celular de goiabas da cultivar Paluma oriundas de pomares sem aplicação de calcário ($V = 23\%$; Ca no solo = 8 mmol dm^{-3}) e de outra área que recebeu o corretivo (calcário calcinado) na implantação do pomar ($V = 66\%$; Ca no solo = 30 mmol.dm^{-3}). Os autores verificaram que os frutos das goiabeiras que receberam calcário apresentaram teor de Ca de 1 g kg^{-1} , e nos frutos das plantas sem aplicação do corretivo, o teor do elemento foi de $0,8 \text{ g kg}^{-1}$. Nas goiabas colhidas de plantas que receberam aplicação de calcário, observou-se que as paredes celulares e as lamelas médias estavam bem definidas e estruturadas, com as células unidas. Já os frutos colhidos de plantas que não receberam calcário, as paredes celulares apresentavam perda de estrutura e desorganização da lamela média.

Werner *et al.* (2009) estudaram a aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3% (p/v)) por imersão, durante 15 minutos, com o objetivo de prolongar o período de conservação e manter a qualidade de goiabas cultivar Cortibel. Na concentração de 1%, verificaram-se a menor perda de massa fresca, maior firmeza de fruto e menor atividade da pectinametilesterase, demonstrando que o cálcio é importante para conservação do fruto, uma vez que atua na regulação do seu amadurecimento.

Watanabe *et al.* (2011), analisando o epicarpo de frutos da cultivar Paluma com ocorrência de anelamento, encontraram acúmulo de fenóis totais, taninos e carotenoides na parte do fruto com a presença da injúria. Segundo esses autores, estes compostos apresentam propriedades antioxidantes e poderiam constituir mecanismo de defesa ao fator de estresse motivador da anomalia, mas acrescentaram que o fator causador ainda era desconhecido. De fato, Saure (2014) mostrou que em frutos de tomateiro com o distúrbio fisiológico denominado podridão apical do fruto (*Blossom-end rot, BER*) houve um incremento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (causa peroxidação de lipídeos, destruindo membranas), um elevado estresse oxidativo e morte das células. A presença do distúrbio BER nesta espécie está associada ao estresse abiótico como salinidade, seca, elevada intensidade luminosa, calor e nutrição amoniacal. Ao que tudo indica, a aplicação de ácido abscísico pode inibir a formação deste distúrbio, por meio de uma melhoria da estruturação da membrana plasmática, e as giberelinas promovem tal distúrbio. Tais informações poderão servir de suporte para futuros trabalhos relacionados ao anelamento do fruto da goiaba.

2.5 ANÁLISE ESTRUTURAL DOS FRUTOS DE GOIABA COM SINTOMAS DE ANELAMENTO

O fruto contendo o distúrbio fisiológico denominado anelamento do fruto da goiabeira (AFG) teve lesões com aparência de rachaduras e manchas escuras na superfície (Figura 2D e F). Por outro lado, os frutos sem o AFG não apresentaram estes danos superficiais (Figura 2A e B). Estas lesões podem ser resultado da desestruturação de membranas causadas pela deficiência de Ca^{+2} , o que deve ter promovido o impedimento da entrada de água, causando assim uma desidratação intensa das células da epiderme. Tal impedimento da chegada de água causou fechamento e obliteração dos estômatos, em associação com a deposição de cera epicuticular sobre as células estomáticas localizadas na parte do fruto com o distúrbio (Figura 2C e F). A presença de estômatos fechados nos frutos lesionados pode estar associada à deficiência no suprimento de cálcio, pois a deficiência deste nutriente está associada ao fechamento estomático (RIDOLFI *et al.*, 1996). O possível comprometimento na chegada do cálcio, causado pela obstrução dos estômatos, pode explicar as lesões nesses frutos, uma vez que o cálcio é importante na estabilização das paredes e membranas celulares. Contudo, torna-se importante questionar se a deficiência de Ca^{+2} é causa ou efeito dos sintomas do AFG (SAURE, 2016). Certamente os sintomas surgem devido a uma interação de vários processos relacionados ao movimento de água e ao estado nutricional relacionado ao Ca^{+2} .

Por meio das análises anatômicas dos frutos com a lesão do AFG, verificou-se uma intensa desorganização do epicarpo, em especial da exoderme e das camadas mais superficiais da mesoderme (Figura 3D a F). Esta desorganização é decorrente de alterações no formato das

células e por processos de lise celular, como observado na Figura 3 (D a F). A desestruturação tecidual também está relacionada às modificações estruturais das paredes e membranas celulares, provocadas pela carência de cálcio (MARSCHNER, 1995; YAMAMOTO *et al.*, 2011). Os frutos não lesionados, por sua vez, apresentaram o pericarpo altamente organizado, sem nenhum indício de alterações nas estruturas teciduais (Figura 3A a C). Ainda foi observado o aumento no número de células nos feixes esclerenquimáticos dos frutos lesionados (Figura 3D e E). Este aumento não foi observado em frutos sem lesão (Figura 3A e B). Os feixes de esclerênquima, por apresentarem paredes espessas, estão relacionados à sustentação tecidual (EVERT, 2013). Neste sentido, o aumento desses feixes pode ser uma forma de sustentação do pericarpo dos frutos lesionados, evitando, dessa maneira, o total colapso desse tecido.

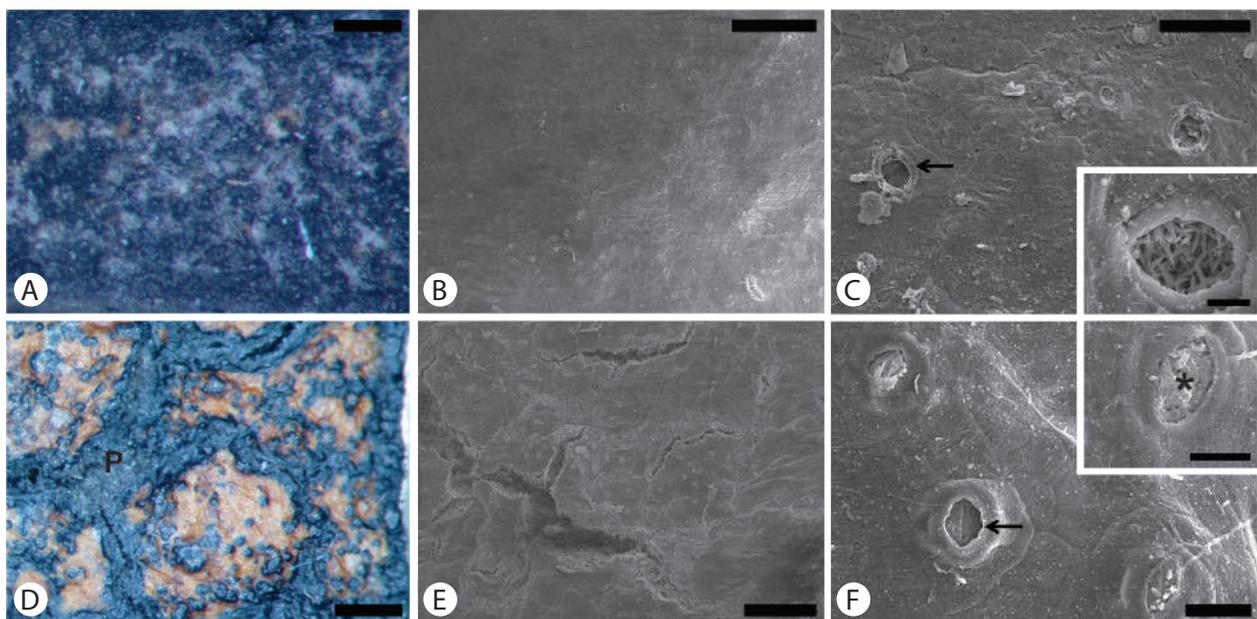


Figura 2 - Caracterização anatômica de frutos com o distúrbio fisiológico denominado anelamento do fruto de goiaba (AFG) e frutos sem o AFG. Visão geral da superfície dos frutos não lesionados em estereomicroscopia (A) e microscopia eletrônica de varredura (B). Detalhe dos estômatos em frutos não lesionados (Note estômatos abertos) (C). Visão geral da superfície dos frutos lesionados em estereomicroscopia (D) e microscopia eletrônica de varredura (E). Detalhe dos estômatos em frutos lesionados (Note estômatos fechados e cera epicuticular sobre os estômatos) (F). P – periderme; setas – estômatos; asteriscos – cera epicuticular. Barras: A – 0,5 mm; B – 0,2 mm; C – 500 μ m (insert 5 μ m); D – 100 μ m; E – 500 μ m; F – 20 μ m (insert 10 μ m).

Fonte: Fotos de Saulo Pireda.

Ademais, foi observada a substituição da exoderme por uma periderme nos frutos lesionados (Figura 3D a F). No entanto, este processo de substituição tecidual não foi relatado em frutos sem lesão (Figura 3A e D). A formação dessa periderme nas áreas de lesão é um importante indicativo do investimento da planta na construção de tecidos de cicatrização, proporcionando, desse modo, a formação de uma barreira que antepare a entrada de organismos patogênicos, além de permitir explicar as machas escuras na superfície dos frutos lesionados (Figura 2D).

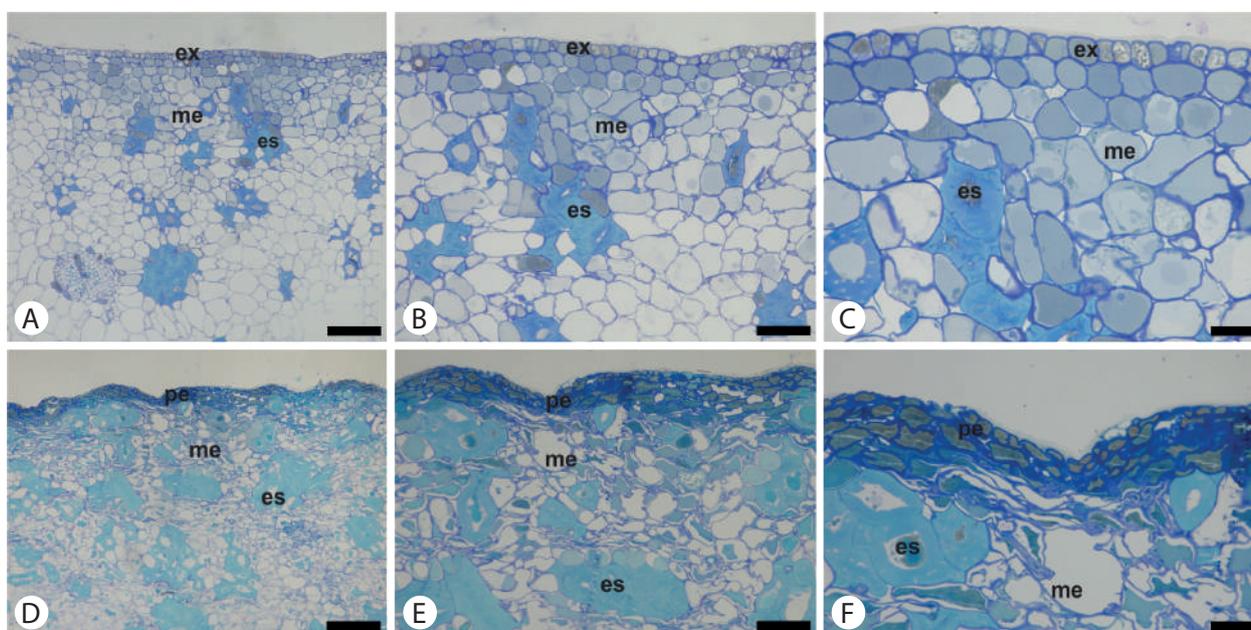


Figura 3 - Caracterização anatômica de frutos com o distúrbio fisiológico denominado anelamento do fruto de goiaba (AFG) e frutos sem o AFG. A a C – Corte transversal do pericarpo de frutos não lesionados em microscópio óptico. D a F – Corte transversal do pericarpo de frutos lesionados em microscópio óptico. ex – exoderme; me – mesoderme; es – feixes esclerenquimáticos. Barras: A e D – 100 μm ; B e E – 50 μm ; C e F – 20 μm .

Fonte: Fotos de Saulo Pireda.

2.6 CONTROLE DO PROBLEMA COM O FORNECIMENTO DE CÁLCIO POR PULVERIZAÇÃO DAS PLANTAS

O cálcio é o nutriente mais estudado quando se trata das desordens fisiológicas que afetam as diferentes culturas. Em tomateiro, a ocorrência da podridão apical se deve ao baixo suprimento de cálcio nesta parte do fruto por limitação na absorção e transporte deste para o fruto (FILGUEIRA, 2000). Vários fatores estão envolvidos no problema, como desequilíbrio nutricional, genótipo cultivado e deficiência hídrica. O problema tem sido comumente controlado com pulverização das folhas e dos frutinhos novos com cloreto de cálcio.

Em maçã, quando o teor de Ca encontra-se abaixo do normal, os frutos se tornam suscetíveis a muitas desordens fisiológicas, incluindo colapso de polpa, *bitter pit* e depressão lenticelar (HEWETT; WATTKINS, 1991). Ernani *et al.* (2008), em experimento realizado com maçã 'Gala', verificaram que a incidência de *bitter pit* e a depressão lenticelar atingiram 24% dos frutos que não foram pulverizados com Ca^{2+} , tendo diminuído para 2% nos que receberam 12 pulverizações de CaCl_2 .

Na cultura da goiaba, dois experimentos realizados nos anos de 2009 e 2010 foram determinantes para recomendar o uso do cloreto de cálcio (28% de Ca) na prevenção do problema do anelamento do fruto da goiabeira, diagnosticado como causado pela deficiência no suprimento

de cálcio ao fruto. Ambos os experimentos foram conduzidos em pomar comercial com cerca de oito anos de idade, localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim (ES). As pulverizações com CaCl_2 foram iniciadas com os frutos em estágio “chumbinho” (cerca de 10 mm de diâmetro). Os tratamentos foram: 28 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal (28 M); 56 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal (56 M); 56 g de cloreto de cálcio/L de água aplicado em aplicação bimestral (56 BM); 84 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação bimestral (84 BM) e testemunha (TST) onde não foi feita aplicação do produto. A colheita dos frutos para avaliação deu-se quando estes tinham cerca de 30 mm de diâmetro e apresentavam fácil visualização dos sintomas do anelamento.

No primeiro experimento, realizado de maio a setembro de 2009, no tratamento testemunha, quase 18% dos frutos apresentaram anelamento, enquanto no tratamento 56 BM (56 g de CaCl_2 /L de água aplicado em aplicação bimestral), a ocorrência foi de apenas 0,9%, porém sem diferir estatisticamente dos tratamentos com 28 g e 56 g.L⁻¹ de CaCl_2 em aplicação mensal. No tratamento 84 BM (84 g.L⁻¹ de CaCl_2), a concentração do produto provocou queima foliar e possivelmente prejudicou a absorção do Ca^{2+} , o que resultou em maior porcentagem de frutos com anelamento dentre as doses utilizadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Incidência de anelamento nos frutos da cv. Paluma em função de doses de cloreto de cálcio. Jacu, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2009

Tratamento	Anelamento (%)
TST	17,60 a
84 BM	5,73 b
28M	4,77 bc
56BM	0,91 c
56M	1,76 bc
CV(%)	21,7

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Tratamentos: 28 M - 28 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal; 56 M - 56 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal; 56 BM - 56 g de cloreto de cálcio/L de água aplicado em aplicação bimestral; 84 BM - 84 g de cloreto de cálcio/L de água aplicado em aplicação bimestral e testemunha (TST) onde não foi feita aplicação do produto.

Fonte: Caetano (2010).

Em outro experimento conduzido de abril a novembro de 2010 no mesmo pomar, com tratamentos idênticos e utilizando-se da mesma metodologia, os tratamentos doses de CaCl_2 reduziram significativamente a incidência de anelamento nos frutos na primeira época de avaliação, com frutos formados no período de outono/inverno, época de maior ocorrência do anelamento. No tratamento testemunha (TST), 18,08% dos frutos apresentaram anelamento, enquanto no tratamento 28 M, a ocorrência foi de 1,60%, mas sem diferir do tratamento 56 M (Tabela 7).

Tabela 7 - Percentagem de frutos de goiaba com anelamento em função de doses de CaCl_2 em duas épocas de avaliação, Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2010

Tratamentos	Época de avaliação	
	Setembro	Novembro
Testemunha	18,08 a	4,65 a
84 BM	9,17 b	3,00 ab
56 BM	7,56 b	1,70 bc
56 M	3,11 c	1,24 bc
28 M	1,60 c	0,79 c
CV da parcela (%)	16,76	
CV da subparcela(%)	12,82	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; Tratamentos: 28 M - 28 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal; 56 M - 56 g de cloreto de cálcio/L de água em aplicação mensal; 56 BM - 56 g de cloreto de cálcio/L de água aplicado em aplicação bimestral; 84 BM - 84 g de cloreto de cálcio/L de água aplicado em aplicação bimestral e testemunha (TST) onde não foi feita aplicação do produto.

Fonte: Caetano e Guarçoni (2012).

Com base nos resultados obtidos, a tecnologia foi imediatamente adotada pelos produtores de goiaba da região nos anos que se seguiram, permitindo a validação da estratégia de manejo proposta. Atualmente, faz-se uso do produto em aplicações mensais na concentração de 20 g de $\text{CaCl}_2/\text{L}^{-1}$ de água.

2.7 MANEJO DO POMAR

O bom manejo hídrico e nutricional do pomar é fundamental para reduzir a incidência do anelamento do fruto da goiabeira, uma vez que o controle do anelamento envolve medidas preventivas, pois uma vez formada a lesão no fruto esta não regride.

A irrigação na cultura da goiabeira é fator primordial para se obter produtividade elevada com produção durante todo o ano e deve ser eficaz para atender adequadamente à demanda hídrica da goiabeira. Esse procedimento é importante, pois a absorção do Ca do solo pela planta ocorre junto com a água. A ascensão de água e nutrientes do solo está fortemente relacionada com a disponibilidade de água no solo e com a demanda hídrica da atmosfera, por meio do DPVar, e esta ascensão diminui em períodos de restrição hídrica intensa do solo e do ar (valores de DPVar acima de 2kPa). Os sistemas de irrigação devem ser corretamente dimensionados e manejados para suprirem a deficiência hídrica em quantidade adequada às necessidades da planta.

A maneira mais comum de se fornecer cálcio às plantas é por meio da calagem. Assim, a análise anual do solo é fundamental para se conhecer a necessidade de aplicação de calcário. Em função

da possibilidade de incidência do anelamento da goiabeira, recomenda-se que a saturação de bases seja elevada para 80% como forma de se adicionar mais Ca^{2+} ao solo. O equilíbrio na adubação é também importante evitando-se altas concentrações na solução do solo de íons competidores (K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+). Na adubação fosfatada deve-se preferir o superfosfato simples que além do fósforo adiciona cálcio ao solo.

A recomendação de aplicação do calcário ao solo com antecedência ao plantio leva em conta a disponibilidade de umidade no solo, pois o material é de baixa solubilidade. Em condições limitantes de água e temperatura, ficam prejudicadas as reações de neutralização da acidez do solo, bem como a disponibilização de cálcio.

Para uma prevenção eficaz do problema, recomenda-se também fornecer o cálcio por meio de pulverizações das goiabeiras com frutos em início de formação antes do aparecimento do sintoma de anelamento. A pulverização deve ser direcionada cobrindo-se as folhas e os frutos em formação.

Uma vez que a penetração do Ca^{+2} pode ser via tricoma ou via estomática, a eficiência na pulverização foliar deste nutriente mineral está relacionada com os horários do dia em que se tem uma maior umidade relativa, em associação com a presença de luz adequada na folha. Tal condição é fundamental para se ter maior abertura estomática. Nesta condição, as primeiras horas do dia são as recomendadas para a aplicação da fonte de cálcio, que deve ser a mais solúvel possível, uma vez que poros cuticulares presentes nas folhas e nos frutos podem ser uma importante rota de entrada deste nutriente mineral no tecido da planta, principalmente o tecido de frutos jovens. Após a pulverização e a penetração do Ca^{+2} na superfície dos frutos e das folhas, o transporte deste nutriente no tecido não vascular é por meio da difusão através do apoplasto (parede celular e espaços intercelulares).

Pulverizações mensais das goiabeiras com cloreto de cálcio (27% de Ca) na concentração de 20 g do produto comercial/L de água, no período de abril a setembro e também em períodos de déficit hídrico prolongado, em qualquer época, têm proporcionado sucesso na prevenção do anelamento do fruto da goiabeira.

A pulverização das plantas com cloreto de cálcio deve ser realizada cobrindo-se toda a copa da planta, notadamente os ramos com frutos em formação, até o início de escorrimento da calda.

Para uma melhor dissolução, o cloreto de cálcio deve ser adicionado a um menor volume de água, em um recipiente à parte, antes de ser colocado no pulverizador. Torna-se importante relatar que é de extrema importância manter uma agitação constante da calda no depósito do pulverizador, para que as partículas do sal utilizado estejam sempre em suspensão e assim se tenha uma melhor eficiência na aplicação do produto.

3 QUEIMA OU ESCALDADURA DE FRUTOS E RAMOS DA GOIABEIRA

A podridão seca do caule ou escaldadura da goiabeira é uma doença geralmente associada à queima pelo excesso de radiação solar. Em mudas ou plantas jovens, na base do caule, a casca fica escurecida e necrosada, levando ao apodrecimento dos tecidos, que são colonizados pelos fungos *Lasiodiplodiatheobromae* (Pat.) Griff e *Pestalotiopsispsidii* (Pat.) venk. Em alguns casos, o processo inicial ocorre a partir do ponto de enxertia que é a porta de entrada para os fungos (CARDOSO *et al.*, 2002). Os sintomas no caule são manchas necróticas deprimidas, que podem chegar a 10 cm de extensão, com coloração marrom, estendendo-se no sentido ascendente no porta-enxerto, ou por vezes circundando (anelando) o caule, causando a morte das plantas. Posteriormente, as lesões tornam-se esbranquiçadas, com o aparecimento de pontos escuros causados pelas estruturas reprodutivas dos fungos associados (CARDOSO *et al.*, 2002). Os ramos geralmente murcham e perdem a turgescência até secarem completamente.

Deve-se evitar que a radiação solar excessiva queime a região do coleto e enxerto, podendo-se, para isso, cobrir o solo em torno das plantas com cobertura morta ou vegetação espontânea capinada. Nas plantas afetadas, remover, com auxílio de uma faca, os tecidos lesionados e em seguida pincelar uma pasta cúprica.

Em plantas adultas, queimaduras de sol em frutos e nos ramos são ocorrências comuns. O problema atinge os frutos na periferia da copa da planta e expostos ao sol no período da tarde. A goiaba que sofreu queimadura de sol apresenta inicialmente uma perda da cor verde (descoloração) na face exposta ao sol, evoluindo para uma lesão marrom-escura, que pode servir de porta de entrada para agentes biológicos que causam apodrecimento do fruto (Figura 4).



Figura 4 - Frutos de goiabeira que sofreram queimadura na face exposta ao sol.

Fonte: Fotos de Luiz Carlos Santos Caetano.

Na cultura da goiaba, a queima de frutos é mais significativa no período de verão e quando o produtor que realiza o ensacamento dos frutos na planta visando a proteção contra pragas utiliza sacolas de material plástico (Figura 5). Nestas condições, pode ocorrer também queda intensa dos frutos em formação. Sob condições de verão, deve-se fazer o uso de sacolas confeccionadas com outros materiais, como o papel encerado e o TNT (tecido não tecido) – Figuras 6 e 7.



Figura 5 - Goiabas ensacadas (protegidas) com material plástico.

Fonte: Foto de Luiz Carlos Santos Caetano.



Figura 6 - Uso de sacolas de papel encerado para proteção dos frutos.

Fonte: Foto de Luiz Carlos Santos Caetano.



Figura 7 - Uso de sacolas de TNT para proteção dos frutos.

Fonte: Foto de Luiz Carlos Santos Caetano.

A escaldadura dos ramos (Figura 8) é potencialmente mais prejudicial à goiabeira, pois dependendo da profundidade e extensão da lesão ao redor do ramo pode provocar redução do vigor e até a perda com a seca do ramo. Quando este constitui uma das pernas principais que saem do tronco, a produção da planta é seriamente afetada. Em condições extremas em que todas as pernas sofrem danos por escaldadura, pode ocorrer o definhamento da planta, sendo necessária uma poda drástica de renovação com condução de novas pernas para sustentação dos ramos produtivos.

As condições de alta temperatura e radiação solar em excesso favorecem a ocorrência do problema.

A escaldadura de ramos é mais comum quando o produtor adota o sistema de poda total na poda de produção. Como todos os ramos são encurtados simultaneamente (Figura 9), há uma maior exposição do tronco e ramos da goiabeira, que ficam suscetíveis à queima pelo sol. No sistema de poda contínua, os encurtamentos de ramos são feitos paulatinamente ao longo dos meses, na medida que atingem a maturidade, de forma que a escaldadura dos ramos é minimizada. Já a queima de frutos pode ocorrer independente do sistema de poda de produção.



Figura 8 - Escaldadura de ramos da goiabeira.

Fonte: Fotos de Luiz Carlos Santos Caetano.



Figura 9 - Goiabeiras submetidas à poda total.

Fonte: Foto de Luiz Carlos Santos Caetano.

No período do ano mais propício à ocorrência do problema, alguns produtores que adotam a poda total das plantas utilizam uma técnica que apresenta resultado satisfatório e que consiste em deixar de podar alguns ramos no centro da copa para que eles sombreiem as pernas principais. Quando os podados crescerem e passarem a sombrear o centro da copa, aqueles que ficaram para trás serão podados.

Para evitar a escaldadura nos ramos que formam as pernas principais, pode-se também pintá-los com cal após a poda de frutificação, mas as fortes chuvas do verão podem prejudicar o resultado, lavando o produto.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. D. de. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: SBF, v. 26, n.2, p. 326-329, ago. 2004.
- CAETANO, L. C. S. Diagnóstico e controle do anelamento do fruto da goiabeira 'Paluma'. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS- FERTBIO2010, 29., 2010, Guarapari, ES. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2010. CD-ROM.
- CARDOSO, J. E.; MAIA, C. B.; PESSOA, M. N. G. Ocorrência de *Pestalotiopsispsidii* e *Lasiodiplodiatheobromae* causando podridão no caule da goiabeira no Ceará. **Fitopatologia Brasileira**. Fortaleza, v. 27, n. 3, 320, 2002.
- ERNANI, P. R.; JAQUES, D.; AMARANTE, C. V. T. do; RIBEIRO, D. C.; ROGERI, D. A. Preharvest calcium sprays were not always needed to improve fruit quality of 'gala' apples in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 892-896, dez. 2008.
- EVANGELISTA, R. M. **Qualidade de mangas 'Tommy atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 1992. 129f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.
- EVERT, R. F. **Anatomia das plantas de Esau: meristemas, células e tecidos do corpo da planta e suas estruturas, função e desenvolvimento**. Tradução da 3ª edição americana, Blucher, São Paulo – Brasil. pp. 726.
- FILGUEIRA, F. A. R. Tomate: a hortaliça cosmopolita, In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. p.189-234.
- FREITAS, de S. T.; MITCHAM, E. J. (2012). Factors Involved in Fruit Calcium Deficiency Disorders, **Horticultural Reviews**, v. 40 (ed J. Janick), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2012. DOI: 10.1002/9781118351871.ch3.
- HEPLER, P. K. Calcium: a central regulator of plant growth and development. **The Plant Cell**, Washington DC: American Society of Plant Biologists, v. 17, p. 2142-2155, ago. 2005. Disponível em: <http://www.plantcell.org/cgi/reprint/17/8/2142>. Acesso em: 18 maio 2010. DOI: 10.1105/tpc.105.032508.

HEWETT, E. W.; WATKINS, C. B. Bitter pit control by sprays and vacuum infiltration of calcium in "cox's Orange Pippin" apples. **HortScience**, Auckland, v.26, n. 3, p. 284-286, mar. 1991.

HO, L. C.; ADAMS, P. Calcium deficiency-a matter of inadequate transport to rapidly growing organs. **Plant Today**, v. 2, p. 202-207, 1989.

HOCKING, B.; TYERMAN, S. D.; BURTON, R. A.; GILLIHAM, M. Fruit Calcium: Transport and Physiology. **Frontiers in Plant Science**, n. 7, v. 569. 2016. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.00569>.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, RiMa Artes e textos, 2000, 531 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 674p.

NATALE, W.; PRADO, R.M.; MÔRO, F.V. Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1239-1242, dez. 2005.

NAVA, G.; DECHEN, A. R. Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'fuji' apple. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 3, p. 377-385, maio/jun. 2009.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. **HortScience**, Auckland, v. 20, n. 3, p. 347-351, 1985.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de; PINTO, J. L. de A.; SILVA, J. A. da. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: SBF, v. 31, n. 1, p. 252-256, 2009.

RIDOLFI, M.; ROUPSARD, O.; GARREC, J. P.; DREYER, E. Effects of a calcium deficiency on stomatal conductance and photosynthetic activity of *Quercus robur* seedlings grown on nutrient solution. **Ann Sci Forest**. v. 53, p. 325-335, 1996.

SAMS, C. E.; CONWAY, W. S. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble pectin content and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Beltsville: U.S. Department of Agriculture, v. 109, n. 1, p. 53-57, 1984.

SAURE, M. C. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. **Scientia Horticulturae**, v. 105, p. 65-89, 2005.

SAURE, M.C. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit – a reappraisal. **Scientia Horticulturae**, v. 174, n. 22, p. 151-154, July 2014.

SIEBENEICHLER, S. C.; MONNERAT, P. H.; SILVA, J. A. Deficiência de boro na cultura do abacaxi 'Pérola'. **Acta Amazonica**, Manaus: Instituto de Pesquisas da Amazônia, v. 38, n. 4, p. 651-656, 2008.

SILVA, A. V. C. da; MENEZES, J. B. Caracterização físico-química da manga 'tommy atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 67-72, jan./mar. 2001.

VITTI, G. C.; LIMA, E. F. C. XII- Cálcio, Magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p.299-326.

WATANABE, T.; ROZANE, D. E.; NATALE, W.; FURLAN, C. M. Avaliação da influência de substâncias fenólicas e carotenóides na anomalia do epicarpo da goiaba, "anelamento". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: SBF, v. 33, n. 1, p. 8-13, mar. 2011.

WERNER, E. T.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; DE BOM, A. P.; CAVATI, B.; GOMES, T. D. U. H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba cortibel. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 511-518, 2009.

YAMAMOTO, E. L. M.; FERREIRA, R. M. A.; FERNANDES, P. L.; ALBUQUERQUE, L. B.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 49-55, abr./ jun. 2011.

Apoio



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
*Secretaria da Ciência, Tecnologia,
Inovação e Educação Profissional*



Realização



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
*Secretaria da Agricultura,
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



Acesse gratuitamente a produção
editorial do Incaper.



DOI: 10.54682/livro.9788589274470