

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**EFEITOS DE CONCENTRAÇÕES DE ETILENO E TEMPERATURAS NA
CLIMATIZAÇÃO DE BANANAS DE REGIÕES SUBTROPICAIS**

Bruno Kreuzburg Paulo
Engenheiro Agrônomo/ UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase em Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Outubro de 2010

Ao meu filho, Miguel Brehm Paulo, o que há de mais precioso.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Feliciane, minha esposa, pela dedicação, paciência, amor e carinho durante esta caminhada.

Aos meus pais e familiares pelo incentivo e apoio ininterruptos.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de aprimoramento e crescimento intelectual.

Ao meu orientador Renar João Bender, pelo companheirismo e amizade em todas as horas.

A empresa Banasil® pelo fornecimento do equipamento e material para a pesquisa.

Aos demais colegas que de alguma forma proporcionaram a construção deste trabalho.

EFEITO DE CONCENTRAÇÕES DE ETILENO E TEMPERATURAS NA CLIMATIZAÇÃO DE BANANAS DE REGIÕES SUBTROPICAIS¹

Autor: Bruno Kreuzburg Paulo
Orientador: Renar João Bender

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de bananas, e mesmo com boas condições climáticas para produzir bananas de excelente qualidade, os procedimentos pós-colheita são ainda inapropriados. Somente alguns poucos produtores têm unidades de desverdecimento em suas propriedades. Predominantemente, as bananas são preparadas para o mercado por atacadistas. No presente trabalho duas cultivares de bananas, Grande Naine e Prata Anã foram colhidas em duas épocas distintas, caracterizadas pelas estações de inverno e verão, sendo logo após climatizadas em combinações de três temperaturas e quatro concentrações de etileno. As bananas foram desverdecidas em intervalos de 24 horas em temperaturas de 13, 17 e 21°C com uma fonte comercial de etileno (Banasil®) da qual 12,5, 25, 50 e 100mL foram colocados no gerador de etileno. Durante o processo de climatização, as concentrações de etileno na unidade de desverdecimento foram monitoradas por períodos de até 6 horas. No início do processo de desverdecimento, no terceiro e no quinto dia a cor de cobertura da casca e demais variáveis qualitativas foram determinadas. As concentrações de etileno não influenciam as modificações de cor de casca e o amadurecimento de ambas as cultivares. A máxima concentração de etileno (1350ppm) foi determinada quando 100mL de Banasil® foram utilizados. Mesmo com o menor volume de Banasil® um pico de 90ppm de etileno foi determinado na unidade de climatização e esta concentração foi suficiente para amadurecer adequadamente as bananas das duas cultivares. Desverdecimento a 13°C causou um atraso de dois dias no amadurecimento das bananas da cultivar Grande Naine enquanto que na temperatura de 21°C houve uma aceleração do amadurecimento. Bananas 'Grande Naine' atingiram o estágio de plenamente maduras em quatro dias enquanto que as bananas 'Prata Anã' completaram o amadurecimento em três dias. Bananas colhidas depois do ciclo do inverno apresentam o mesmo comportamento no amadurecimento que bananas colhidas no ciclo de verão. Há somente um pequeno atraso neste amadurecimento e a cor de casca é mais opaca, o que é menos atrativo para os consumidores. Bananas 'Prata Anã' respondem melhor ao processo de desverdecimento que bananas 'Grande Naine'.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (82p.) Outubro, 2010.

EFFECT OF ETHYLENE CONCENTRATIONS AND TEMPERATURES IN AIR CONDITIONING OF BANANA SUBTROPICAL²

Author: Bruno Kreuzburg Paulo
Adviser: Renar João Bender

ABSTRACT

Brazil is one of the largest banana producers and despite overall adequate climatic conditions to produce good quality fruit, postharvest handling procedures still are inappropriate. Only few growers have degreening facilities at their groves. Mostly, bananas are prepared for the market by distributors. Two banana cultivars: Grande Naine and Prata Anã were harvested during the winter and summer seasons. Immediately after harvest the bananas were submitted to degreening procedures in which three temperatures and four ethylene concentrations were evaluated. Bananas were degreened at 24 hour intervals at 13, 17 and 21°C with a commercial ethylene source (Banasil®) from which 12,5, 25, 50 and 100mL were placed in an ethylene generator. During the degreening process, ethylene concentrations in the degreening room were monitored for periods up to 6 hours. At the beginning of the degreening process, at day three and on the fifth day epidermal color of the bananas was determined. Ethylene concentrations did not influence color changes and ripening processes of both cultivars. Maximum ethylene concentrations (1350ppm) were determined when 100mL of Banasil® were used at 21°C. Even with the lowest Banasil® amount, a 90ppm ethylene peak was determined in the degreening room, sufficient to ripen adequately both cultivars. Degreening at 13°C delayed for two days the ripening of 'Grande Naine' while degreening at 21°C hastened ripening. 'Grande Naine' reached the fully ripe stage in four days while 'Prata Anã' completed ripening after three days. Bananas harvested after the winter season have almost the same behavior as bananas from the summer season; there is only a short delay in the ripening process and peel color is not as bright. Winter bananas have a more pale yellow peel which is less attractive to consumers. 'Prata Anã' bananas are more responsive to ethylene degreening than 'Grande Naine' bananas.

² Master of Science in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (82p.) October, 2010.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Características gerais da espécie	6
2.2 Características dos cultivos em regiões de clima subtropical.....	7
2.3 Cuidados com os frutos.....	8
2.4 Colheita	8
2.5 Transporte.....	9
2.6 Embalamento	11
2.7 Climatização dos frutos	13
2.7.1 Câmaras de desverdecimento.....	13
2.7.2 Etileno exógeno.....	14
2.7.3 Etileno endógeno	17
2.7.4 Temperatura	18
2.7.5 Concentração de gases.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Frutos	23
3.2 Colheita	24
3.3 Despencamento e embalagem.....	24
3.4 Preparação dos frutos	25
3.5 Câmara de desverdecimento	26
3.5.1 Determinação de firmeza	27
3.5.2 Avaliação da cor.....	28
3.5.3 Acidez total titulável.....	30
3.5.4 Dosagem etileno exógeno.....	30
3.6 Avaliação da concentração de etileno aplicada.....	31
3.7 Temperaturas	31
3.8 Delineamento experimental.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Avaliações das concentrações de etileno aplicadas	33
4.2 Resposta das bananas para as mudanças de cor da casca	36
4.2.1 Avaliação de cor para cultivar Prata Anã colhida no verão.....	37
4.2.2 Avaliação de cor para cultivar Grande Naine colhida no verão ...	40
4.2.3 Avaliação de cor para cultivar Prata Anã colhida no inverno.....	43
4.2.4 Avaliação de cor para cultivar Grande Naine colhida no inverno	47
4.3 Avaliação da firmeza dos frutos	51
4.3.1 Avaliação da firmeza para cultivar Prata Anã	51

	Página
4.3.2 Avaliação da firmeza para a cultivar Grande Naine.....	54
4.4 Avaliação da acidez total titulável.....	55
5 CONCLUSÕES	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
8 APÊNDICES	67

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Levantamento sistemático detalhado da produção agrícola de bananas realizado em dezembro de 2009. Adaptado de IBGE 2010	2
2. Compilado de diversos autores de temperaturas e umidade relativa para desverdecimento de bananas.	19
3. Compilado de temperaturas para climatização de bananas.	20
4. Cronograma semanal das atividades realizadas em cada ensaio. Porto Alegre, 2010.	27
5. Evolução de cor durante 4 dias nos valores absolutos de L*, a* e b* para 5 frutos/buquê da cultivar Prata Anã climatizada com volume de 12,5 ml de produto comercial e temperatura de climatização entre 20°C e 22°C. Porto Alegre, 2010.....	37
6. Valores de firmeza de polpa para ambas cultivares procedentes do ciclo de inverno em resposta a uma aplicação de 50 ml de Banasil e temperatura de 21°C. Porto Alegre, 2010.	51

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Transporte motorizado de cachos de bananas para fora do bananal.....	10
2. Detalhe dos cabos aéreos com tanque de alvenaria ao fundo para diminuir danos mecânicos.....	11
3. Detalhe de caixa tipo torito com frutos apresentando danos provenientes do processo de embalagem.	12
4. Detalhe do equipamento gerador de etileno.	15
5. Diagrama de cromaticidade.	29
6. Etileno produzido pelo gerador, após a aplicação de diferentes doses do concentrado dentro da câmara de desverdecimento com capacidade de 15 metros cúbicos de volume.	34
7. Etileno produzido pelo gerador dentro da câmara de desverdecimento com capacidade de 15 metros cúbicos de volume, após a aplicação de 12,5mL do produto comercial.	35
8. Alterações da coordenada de cromaticidade a* em bananas cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno, após cinco dias da aplicação.	38
9. Alterações da coordenada de cromaticidade b* em bananas cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno, após cinco dias da aplicação.	39
10. Alterações da coordenada de cromaticidade a* em bananas cv. Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	41
11. Alterações da coordenada de cromaticidade b* em bananas cv Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	42

12. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	44
13. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	45
14. Evolução da cor de bananas da cultivar Prata Anã submetidas ao tratamento com 50mL de produto comercial do concentrado de etil e climatizadas a 17°C no período de inverno após cinco dias.	46
15. Comparativo entre as cultivares Grande Naine (buquê da esquerda) e Prata Anã (buquê da direita) submetidas igualmente ao tratamento de 50ml de concentrado de etil e climatizadas a 17°C por cinco dias no período de inverno.	47
16. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	48
17. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.	49
18. Bananas do grupo Cavendish que receberam tratamento para desverdecimento com três aplicações de 50mL do produto comercial Banasil® a 13°C . Evolução da cor após cinco dias (A 11/08/2009 e B 14/08/2009).	50
19. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno, entre o primeiro e o quinto dia.	53
20. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.	53
21. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.	54

22. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.....	55
23. Amplitude da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno, entre o primeiro e o quinto dia.....	56
24. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.	57
25. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.	58
26. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.	58

RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. Análise estatística para cultivar Prata Anã colhida no ciclo de verão (valores de a^* e b^*).	67
2. Análise estatística para cultivar Grande Naine colhida no ciclo de verão (valores de a^* e b^*).	69
3. Análise estatística para cultivar Prata Anã colhida no ciclo de inverno (valores de a^* e b^*).	71
4. Análise estatística para cultivar Grande Naine colhida no ciclo de inverno (valores de a^* e b^*).	73
5. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de verão (valores acidez total titulável).	75
6. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de inverno (valores acidez total titulável).	77
7. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de verão (valores de firmeza de polpa em Newtons).	79
8. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de inverno (valores de firmeza de polpa em Newtons).	81

1 INTRODUÇÃO

A banana é uma das principais frutas dentre todas as cultivadas no mundo, tanto pelo seu enorme volume de produção bem como pelo seu consumo que é amplamente difundido, sendo considerado, em vários países um alimento de subsistência.

A banana constitui-se no quarto alimento mais consumido no mundo, precedida apenas pelo arroz, trigo e milho. A bananeira é cultivada em quase todos os países de clima tropical e diversos países com clima subtropical (FAO, 2010).

Além de ser de extrema importância nutricional, devido ao grande volume de vitaminas e minerais presentes no fruto possui também elevada importância econômica devido ao intenso comércio internacional (ALMEIDA *et al.*, 2001). Nos centros de produção tem também grande projeção uma vez que absorve grande volume de mão-de-obra no cultivo e nas operações de preparo da fruta para o mercado.

Os últimos dados da FAO (2010), mostram que o volume de bananas produzido no Brasil no ano de 2007 foi de 7.098.350 toneladas e que atualmente o consumo per capita é de 30,76 Kg.ano⁻¹. Esses dados só reforçam a importância da cultura para o Brasil, que ocupa o quarto lugar como produtor mundial de banana.

Segundo o IBGE (2010), no ano de 2009, a cultura ocupou no Brasil uma área de 510.301 hectares, com uma produção de 7.105.366 toneladas, representando um rendimento médio de 13.924 Kg.há⁻¹. Para o Estado do Rio Grande do Sul, dados referentes ao ano de 2009 extraídos do balanço mensal de dezembro do mesmo ano demonstram que há cerca de 12.400 hectares plantados (Tabela 1).

Dados provenientes da Emater/RS (2010) referentes ao censo anual de hortigranjeiros do ano de 2008, mostram uma situação semelhante, onde constam no Estado 2.620 produtores, com uma área total equivalente a 11.264 hectares.

TABELA 1. Levantamento sistemático detalhado da produção agrícola de bananas realizado em dezembro de 2009. Adaptado de IBGE 2010

IBGE/CEPAGRO LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE DEZEMBRO 2009						
			Banana			
			Safr 2009		Participação %	
Rio Grande do Sul	Variável	Safr 2008	Mês Anterior	Mês Atual	Safr 2008	Safr 2009
	Área plantada ha	12212	12402	12402	2,3	2,3
	Área colhida ha	12088	12275	12291	2,4	2,4
	Produção t	118850	121370	121640	1,7	1,7
	Rend. Médio kg/ha	9832	9888	9897	-	-

Com base nas informações apresentadas na tabela 1 fica evidente a importância da bananicultura para o cenário nacional e também para o Rio Grande do Sul. Apesar de responder por apenas 2,3% da área brasileira, produz boa parte dos frutos consumidos no Estado e emprega um número grande de pessoas. Em muitas propriedades onde o clima é favorável ao cultivo da bananeira à cultura é a base da econômica das famílias.

Outro ponto que deve ser ressaltado, é que existem particularidades em determinadas áreas de produção, principalmente nos Estados da região sul do

País, onde predominam os minifúndios e o clima é predominantemente subtropical. Estas características trazem benefícios, pois permitem, segundo a opinião de alguns pesquisadores, que haja produção de um fruto de melhor sabor (MIRANDA *et al.*, 2010).

O lado negativo desta situação é que a região está praticamente excluída dos benefícios provenientes da pesquisa mundial em banana, que é desenvolvida exclusivamente em regiões de clima tropical.

Essa condição de “isolamento” determinou que, ao longo dos anos, os pesquisadores com atuação nas regiões subtropicais, tivessem que desenvolver pesquisas com ênfase nos cenários presentes nestas regiões e sem o suporte dos principais centros de investigação sobre a bananicultura.

Por sua vez, os agricultores, devido a sua limitação de acesso as informações e tecnologias mais recentes fornecidas pela pesquisa ficaram com sérias dificuldades para desenvolver seus cultivos em condições mais apropriadas.

Neste panorama a área que certamente ficou mais prejudicada foi a da pós-colheita, devido à falta de pesquisa e pelo fato de que o consumidor ainda tolera frutos de baixa qualidade. As pesquisas em outras áreas, como nutrição e manejo de pragas e doenças tiveram um desenvolvimento mais acelerado, principalmente no Estado de Santa Catarina.

O aprimoramento das práticas e tecnologias de pós-colheita são tão ou mais importantes quanto a produção e as práticas culturais adotadas pelos produtores. Entende-se por práticas de pós-colheita, a manipulação, o processamento, o armazenamento e o transporte. As práticas de pós-colheita, porém, não tem como melhorar as condições do fruto, somente manter as

mesmas, provenientes dos processos produtivos sendo, por isso, fundamental que os processos produtivos estejam voltados a produzir bananas de qualidade (SOTO, 1992).

Alguns dos principais itens que influenciam diretamente nas perdas em pós-colheita são: a falta de transporte adequado, o uso de embalagens impróprias, falta de amadurecimento controlado e a não utilização de frio para armazenagem (SANCHES, 2002).

De acordo com Cardoso (2005), as perdas em pós-colheita normalmente ocorrem em qualquer uma das etapas do processo, desde a colheita e até mesmo no consumidor final uma vez que este manuseia e armazena as bananas de forma inadequada. Segundo Lichtemberg (1999), estas perdas em pós-colheita podem resultar em uma quebra entre 40 e 60% da banana produzida, considerando-se a desvalorização financeira do produto.

Estes dados corroboram com Mascarenhas (1999) que afirma que o aproveitamento da fruta gira em torno de 50 a 60%. Visto que o Brasil produz algo em torno de 6,5 milhões de toneladas, mais de 3,5 Milhões de toneladas são jogadas no lixo ou subutilizadas, como por exemplo na alimentação de animais. Dados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2003) e Campos *et al.* (2003).

Atualmente os consumidores estão exigindo frutas com uma melhor apresentação e de boas características sensoriais, para tal é indispensável que sejam empregadas práticas adequadas, principalmente no que diz respeito ao processo de desverdecimento dos frutos. Entretanto, poucas informações estão disponíveis para a região sul do Brasil.

Portanto, este trabalho visa introduzir novas informações sobre os processos de desverdecimento para bananas produzidas exclusivamente nas áreas de clima subtropical da região sul do Brasil. Para tal, inicialmente procurou-se determinar quais são as concentrações adequadas de etileno, bem como quais as temperaturas mais eficientes para realizar o preparo de bananas para o mercado levando em consideração os efeitos de clima de inverno e de verão sobre o desenvolvimento de bananas e posterior amadurecimento.

Tais informações permitirão modificar na prática os processos comerciais de desverdecimento, conseqüentemente teremos potencial para introduzir no mercado frutos com melhor qualidade e melhor aparência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características gerais da espécie

A bananeira é uma espécie de origem tropical, proveniente da Ásia Meridional (ALVES, 1999), e devido a esta origem, necessita de calor constante e precipitações bem distribuídas, para seu melhor desenvolvimento. Porém, com a difusão desta cultura por praticamente todos os países do mundo ao longo dos anos, diversos processos de aclimação acompanharam esta espécie, possibilitando que atualmente haja plantios comerciais em regiões onde o clima não é tão favorável.

De acordo com a literatura, o cultivo racional de bananeiras deve ocorrer em locais onde a temperatura esteja entre 15 °C e 35°C onde haja precipitação de no mínimo 500 mm.ano⁻¹ (MOREIRA, 1987; BLEINROTH, 1995). No entanto, as cultivares adaptadas ao Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, toleram melhor as condições adversas de temperaturas mínimas sem comprometer a produção.

Atualmente estão presentes na região sul as seguintes cultivares: no sub grupo Prata; Prata, Catarina ou Enxerto, Branca, Prata Anã e Prata Catarina (variedade recentemente lançada pela EPAGRI – SC); no sub grupo Cavendish predominam as cultivares Nanicão e Grande Naine.

2.2 Características dos cultivos em regiões de clima subtropical

A produção de bananas em regiões sujeitas a períodos com baixa temperatura exige uma série de cuidados particulares por parte dos produtores. Dentre estes está a escolha da área. Esta não pode estar sujeita a formação de geadas consecutivas nos períodos de inverno, pois esta condição além de causar diversos problemas nos frutos pode até mesmo culminar com a morte das plantas.

Segundo Villiers (2005) frutos expostos a baixas temperaturas nos períodos de pré e pós-colheita, momento em que ocorre o dano por frio estão sujeitos a perda de água e conseqüentemente tem sua síntese de etileno e a indução ao amadurecimento acelerada. Ou seja o dano por frio modifica a resposta ao etileno.

Em outro trabalho, Changfeng & Shiping (2009), corroboram com a informação acima, pois em trabalho com *Prunus persica* L. também determinaram que os danos por frio e o dano celular que ocorre, provocam uma série de outras reações como aumento na produção de etileno e até acúmulo de compostos tóxicos.

Por ser a temperatura um limitante, é necessário que os cultivos sejam feitos em encostas, porém o plantio em áreas inclinadas dificulta enormemente os processos de manejo, colheita e transporte dos frutos. Atualmente o uso de tratores tem se difundido para a execução do transporte. Até o início dos anos 2000, estes processos eram realizados exclusivamente com tração animal, o que prejudicava enormemente a qualidade dos frutos.

A adoção de práticas como o ensacamento com bolsas de polietileno, além do manejo dos restos culturais, a adubação e o controle fitossanitário

também são práticas relativamente recentes no Estado do Rio Grande do Sul. Portanto, apesar das cultivares estarem adaptadas ao clima da região, o manejo da cultura ainda é precário, comprometendo a qualidade final dos frutos.

2.3 Cuidados com os frutos

As boas práticas de cuidado com os frutos em pré-colheita, colheita e transporte, ainda não estão bem difundidas no Estado, provavelmente pela falta de interesse dos produtores. Os cuidados com os danos causados pelo trips da ferrugem (*Chaetanaphothrips* spp) e da erupção (*Frankliniella* spp) não são efetivos, bem como com as doenças em pré-colheita, como a ponta de charuto (*Trachysphaera fructigena*) e mancha de verticílio (*Verticillium theobroma*).

No que se refere à colheita, a falta de mão de obra qualificada, resulta em manuseio inadequado. As deficiências no procedimento de colheita danificam os frutos por movimentar os cachos da lavoura até o ponto de transporte, que fica fora do bananal, sem a devida proteção. No transporte não é diferente, ocorre o empilhamento excessivo dos cachos sem o acondicionamento adequado e todas estas operações resultam em danos.

2.4 Colheita

O processo de colheita é determinante para todos os processos subseqüentes. Mas, ainda assim, os procedimentos de colheita corriqueiros nas áreas produtoras da região Sul não são adequados para se obter bananas de qualidade visual perfeita. De forma empírica o produtor determina se o fruto

está no estágio “de vez”, o que representa de forma geral um fruto caracterizado como $\frac{3}{4}$ gordo, ou sem quinças aparentes. Este estágio “de vez” representa que o fruto teoricamente já possui maturidade fisiológica, que pode ser definida como um estágio de desenvolvimento em que o fruto possa ser desverdecido e consumido com palatabilidade aceitável.

Segundo a United Brands Company (1975) citado por Alves (1999), a falta de uma metodologia específica para a colheita dos frutos, acaba por oferecer ao mercado um fruto de pior qualidade, devido à mescla de frutos de diferentes idades em uma mesma unidade de comercialização.

Esta seqüência de falhas no processo de colheita determina que as bananas cheguem ao mercado com uma série de problemas, por exemplo: com o calibre desigual e provavelmente um número grande de danos na casca. Por conseqüência, o desenvolvimento dos processos de maturação sofrerão alterações que por vezes não serão mais remediados.

A ocorrência de danos mecânicos pode ser decorrente da fricção das bananas com a caixa ou com as bananas dentro da mesma unidade de comercialização. Os impactos e danos de compressão são danos que podem aumentar a suscetibilidade dos frutos à perda de água. Por outro lado, podem aumentar consideravelmente o risco da incidência de patógenos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

2.5 Transporte

Os processos de transporte dos frutos da lavoura até a casa de embalagem também são considerados um gargalo na produção de bananas no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Apesar de existirem avanços no

processo, o mesmo ainda é deficiente, pois causa aos frutos diversos danos mecânicos, tanto pelo mau acondicionamento dos cachos como pelas longas distâncias em que os mesmos são transportados.



FIGURA 1. Transporte motorizado de cachos de bananas para fora do bananal.

Ao chegar no ponto em que as bananas serão embaladas, os cachos normalmente não encontram condições ideais para transpor esta etapa. O processo de despencamento e acondicionamento para as caixas de comercialização é realizado em grande parte das operações na própria lavoura utilizando-se nesta condição de caixas d'água com capacidade para não mais do que 300 litros de água. Tal procedimento resulta em um processo de lavagem deficiente e com sérios danos aos frutos que ficam comprimidos dentro destes recipientes de despencamento aguardando o embalamento.

São poucos os produtores que contam com tanques de alvenaria para a lavagem dos frutos e cabos aéreos para o acondicionamento dos cachos. Estas são duas condições que são apropriadas para diminuir a incidência de danos mecânicos nas bananas (Figura 2).



FIGURA 2. Detalhe dos cabos aéreos com tanque de alvenaria ao fundo para diminuir danos mecânicos.

2.6 Embalamento

O embalamento de bananas é um procedimento que apresenta deficiências em praticamente todas as regiões do País. No Rio Grande do Sul, este problema é bastante proeminente, devido ao cuidado limitado com os frutos, e boa parte das perdas que ocorrem com esses frutos é devido ao uso de embalagens inadequadas. As embalagens atualmente em uso não oferecem a devida proteção ao fruto, a escolha da embalagem adequada

depende do mercado em questão bem como das distâncias que este produto irá percorrer até chegar ao consumidor (VIVIANI, 2006).

De acordo com Bleinroth (1995) uma boa embalagem deve apresentar como características, boa aparência, higiene e garantia da identidade e da qualidade do produto embalado. Porém, nos mercados do Rio Grande do Sul, esta prática não é adotada.



FIGURA 3. Detalhe de caixa tipo torito com frutos apresentando danos provenientes do processo de embalagem.

O acondicionamento de volumes exagerados de bananas nas embalagens tipo torito (Figura 3) é responsável por grande parte dos danos mecânicos que surgirão nos frutos. Normalmente caixas com capacidade de acomodar entre 18 e 20 kg de banana, chegam a receber até 25 kg de frutas (LICHTENBERG, 1999).

2.7 Climatização dos frutos

É possível executar uma climatização de bananas das mais variadas formas, graças ao fato de que depois de colhida a banana pode ser induzida ao amadurecimento por um período considerável de tempo (WILLS *et al.*, 1981). Porém devido a essa plasticidade, na maioria dos casos a climatização ou desverdecimento da fruta é feita de modo empírico pelo método da tentativa e erro, ocasionando em muitas vezes um fruto de baixa qualidade.

Como exemplo podemos citar casos em que se utilizam temperaturas demasiadamente altas para se conseguir concluir o ciclo de desverdecimento em um curto espaço de tempo, e com aplicação de elevadas doses de etileno.

Alguns trabalhos relatam que durante a climatização dos frutos as respostas dos mesmos são dependentes da temperatura e do tempo dentro das câmaras de desverdecimento. Tal informação é bastante conhecida e comprovada diariamente nos procedimentos comerciais de desverdecimento dos frutos. Porém segundo MACNISH *et al.* (2000). A concentração de etileno utilizada pode interferir neste processo, esta informação não tem encontrado suporte na literatura em geral, visto que no caso de bananas os processos são induzidos com concentrações bastante baixas de etileno.

Segundo Laratonda *et al.* (2008) o uso de diferentes doses de etileno no desverdecimento de frutos da cultivar “Nanica” não tiveram diferença significativa quanto à cor dos frutos após 7 dias.

2.7.1 Câmaras de desverdecimento

As câmaras de climatização devem possuir algumas características básicas como um bom isolamento térmico e bom dimensionamento, para que

seja possível climatizar lotes de aproximadamente 10 toneladas de banana. Os equipamentos de geração de frio e de controle de temperatura devem ser eficientes e precisos, bem como os evaporadores, (forçadores de ar), que proporcionam a circulação do ar no interior da câmara

Atualmente a utilização de câmaras produzidas com painéis com núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido revestidas por chapas de aço galvanizado pré pintado está sendo bastante difundida no Estado do Rio Grande do Sul. No entanto, ainda predominam as câmaras de alvenaria revestidas com material isolante.

Estes tipos de construção são feitos pelos próprios produtores ou atacadistas, de forma empírica, que ocasiona normalmente diversos problemas de estanqueidade e isolamento térmico, culminando em diversos problemas no processo de desverdecimento. Além disto, as paredes de alvenaria são propensas a armazenar constantemente inóculo para podridões e doenças fúngicas quando não são bem higienizadas, o que se verifica ser uma constante.

2.7.2 Etileno exógeno

Atacadistas da região sul do Brasil e de São Paulo utilizam basicamente duas fontes de etileno para promover a climatização de bananas. Um é o produto que no mercado é encontrado com os nomes comerciais de Aga-etil, Azetil e Etil 5, contido em cilindros (mistura de 95% de nitrogênio e 5% de etileno). Há ainda outro produto na forma de concentrado líquido para climatização com diferentes nomes comerciais.

Os vários fornecedores comerciais apresentam misturas que são compostos basicamente de 96% de álcool e 4% de etileno e outros compostos hidrocarbonetos de cadeia curta. Neste caso faz-se necessário o uso de um gerador de etileno (Figura 4), que volatiliza o líquido liberando o etileno.



FIGURA 4. Detalhe do equipamento gerador de etileno.

Existem divergências entre os autores sobre a concentração de etileno que deve ser aplicado nas câmaras de climatização. Diverge-se também quanto à faixa de temperatura de climatização, bem como quanto ao intervalo de tempo entre as ventilações que devem ser efetuadas nestas câmaras.

Os valores de concentração de etileno recomendados variam entre 1000 ppm (ALVES, 1999) aplicado em uma única dose; 10 ppm (MOREIRA, 1987; SANCHES, 2002), aplicados constantemente; de 0,2 a 2 % do volume de ar na

câmara. Para bananas do subgrupo Cavendish normalmente usa-se cerca de 1%. Para bananas do subgrupo Prata pode-se utilizar concentrações mais baixas (LICHTENBERG, 2005). Já segundo Burg & Burg (1962) há uma tolerância muito grande nas concentrações aplicadas admitindo-se quantidades a partir de 0,001 ppm.

Ou seja, até hoje as pesquisas não determinaram um intervalo de confiança para as concentrações de etileno a serem aplicadas, de acordo com a fonte de etileno utilizada, tampouco para as diferentes cultivares e épocas do ano, especificamente para regiões com clima subtropical.

Segundo Lobo *et al* (2005), em experimento com climatização de bananas em vidros, não ocorreu diferença significativa na aplicação de 5, 50, 500 e 5000 ppm de etileno na climatização de bananas cv. Dwarf Cavendish. De acordo com o autor, somente houve diferença quanto ao teor de sacarose, frutose e glicose no tratamento com 5 ppm de etileno.

Essa ampla gama de concentrações que são empregadas na climatização de bananas cumpre o papel de desverdecimento dos frutos. No entanto, não levam em conta outras características do fruto, como cor, vida de prateleira e despencamento das bananas, além de características internas como teores de ácidos e açúcares.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), para o caso de frutas climatéricas como a banana, o comportamento da curva respiratória não é alterado quando se aumentam as concentrações de etileno, entretanto seu pico respiratório é antecipado de acordo com o aumento dessas concentrações. Os autores citam ainda haver uma insensibilidade das frutas climatéricas ao etileno, quando estas atingem seu pico climatérico. Ainda, citam que o etileno é

biologicamente ativo, mesmo que em concentrações mínimas, que podem variar de 1 ppb até 1ppm.

Diversos pesquisadores tem trabalhado com as respostas provocadas pela ação do etileno. Muito tem-se pesquisado sobre a relação entre o etileno e seus receptores. Segundo Klee (2004) e Chen *et al* (2005), o entendimento destas relações entre as ditas “chaves” e os receptores permite entender melhor os processos nos frutos.

2.7.3 Etileno endógeno

Após atingir seu pico climatérico, os frutos têm um aumento na concentração de etileno nos espaços intercelulares, podendo ou não anteceder a elevação respiratória destes frutos (CHITARRA & CHITARRA; 2005). Apesar de sabermos que o etileno possa ser sintetizado a nível celular, pouco se sabe sobre seu sítio de formação. Para o caso da banana sabe-se que a taxa de produção de etileno endógeno está situada entre 0.5 e 50 $\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (CHITARRA & CHITARRA; 2005).

A rota biosintética do etileno parte do precursor L-metionina, que é convertida a S-adenosilmetionina (SAM), e esta é convertida para ácido 1-aminociclopropano-1-caroxílico (ACC) que é oxidado na presença do oxigênio para etileno (C_2H_4).

Entretanto, estas informações de forma alguma são utilizadas ou sequer conhecidas por grande parte das pessoas que trabalham diretamente com a climatização comercial de bananas. Tal carência de informação básica remete ao erro, ou melhor, introduz mais um erro na cadeia de desverdecimento que já é bastante carente e pouco técnica.

A importância do etileno endógeno é atualmente desprezada no momento da climatização comercial de bananas, portanto após a obtenção do pico climatérico dos frutos em câmaras de climatização, os operadores seguem com a aplicação exógena de etileno em grandes concentrações, não fazendo a devida ventilação das câmaras e mantendo normalmente altas temperaturas internas.

2.7.4 Temperatura

A temperatura é provavelmente o fator mais importante para os processos de desverdecimento controlado de bananas. Diversos autores já conduziram experimentos de temperatura na climatização de bananas, e graças a estes trabalhos, temos um conhecimento considerável sobre o assunto (MOREIRA, 1987; LICHTENBERG, 1999; LOBO *et al.* 2005).

Porém, existem algumas particularidades para as bananas produzidas na região sul do Brasil, principalmente nos meses de inverno em que estas bananas sofrem no campo exposição a temperaturas baixas para a espécie o que altera, de certa forma, suas respostas fisiológicas ao processo de amadurecimento.

Em um trabalho, Seymour *et al.* (1987) determinou o que era considerada a faixa ótima de temperatura para a maturação controlada de bananas. O autor sugere que os valores estão entre 13,9 e 23,9 °C. Segundo Lichtemberg (1999), o valor indicado para este processo é de 18° C. Diversos pesquisadores utilizam esta temperatura como base para seus estudos como Botrel *et al.* (2004) e Maia *et al.* (2004).

Entretanto, sabe-se por ordem das observações empíricas de unidades de climatização que o uso de temperaturas inferiores nas câmaras, até um limite de 15°C apesar de aumentar o tempo para o amadurecimento, proporciona frutos com melhor qualidade e maior tempo de prateleira, provavelmente pela menor velocidade da ocorrência das reações.

Estima-se que ao se induzir o processo de amadurecimento em temperaturas menores, imprima-se no fruto uma espécie de mensagem. Esta determinaria que o mesmo completará seu ciclo de forma mais lenta, mesmo sendo submetido posteriormente a temperaturas maiores, tendo assim melhores características para exposição e venda (HINZ, 2002).

A tabela 2 apresenta um compilado de informações referentes a temperaturas utilizadas e suas relações de umidade relativa indicada.

TABELA 2. Compilado de diversos autores de temperaturas e umidade relativa para desverdecimento de bananas.

Dias de Amadurecimento	Tipo de amadurecimento					
	Rápido		Normal		Lento	
	Temp. da polpa (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. da polpa (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. da polpa (°C)	Umidade relativa (%)
Primeiro ⁽¹⁾	18	95 – 100	18	95 – 100	17	95 – 100
Segundo ⁽²⁾	18	95 – 100	16	95 – 100	15	90
Terceiro	17	85 – 100	15	90	14	90
Quarto	14 – 16	80	15	90	14	90
Quinto	–	–	14	80	14	80
Sexto	–	–	14	80	14	80
Sétimo	–	–	–	–	14	80
Oitavo	–	–	–	–	14	70 – 80

Fonte: CHITARRA & CHITARRA (1994)

⁽¹⁾ Aplicação de etileno a 0,1 % no primeiro dia (Rápido, Normal e Lento)

⁽²⁾ Circulação de ar contínua, com taxa reduzida durante todo o período (Rápido, Normal e Lento).
Renovação de ar: Somente uma vez no final do dia, por 20 – 30 minutos (Rápido, Normal e Lento)

Informações semelhantes também foram compiladas por Bleinroth (1995), como pode ser visualizado na tabela 3. Há tempo que há um conhecimento sobre as faixas de temperatura adequadas para a climatização de bananas, apesar desta informação não ser utilizada na prática.

TABELA 3. Compilado de temperaturas para climatização de bananas.

Dias de Maturação	Temperatura (°C) a ser mantida na câmara nos respectivos dias									
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
4*	20	20	19	15,5	-	-	-	-	-	-
5*	19	19	19	19	13	-	-	-	-	-
6	18	18	18	18	15,5	13	-	-	-	-
7	18	18	17	17	15,5	14,5	13	-	-	-
8	17	17	15,5	15,5	15,5	15,5	14,5	13	-	-
9	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	13

Fonte: BLEINROTH (1978)

* Deve-se fazer a aplicação de gás ativador de maturação.

Um ponto deficiente na literatura sobre as temperaturas de amadurecimento de bananas é justamente a falta de especificidade dos dados, visto que os mesmos são gerais e apenas apresentam uma idéia sobre o comportamento dos frutos. Porém em nenhum momento é feita referência ao tipo de fruto tampouco as condições ambientais em que ele foi produzido.

Entretanto, por observações empíricas de climatizadores é possível afirmar que as temperaturas e umidades relativas apresentadas nas Tabelas 2 e 3 podem perfeitamente serem utilizados no amadurecimento de bananas no Estado do Rio Grande do Sul para o período de verão e outono, mas somente para as cultivares do sub-grupo Prata. Já nos meses de inverno e nos meses que antecedem o verão em que as bananas ficaram expostas a baixas temperaturas por diversas horas no campo, é necessário para um

amadurecimento adequado que se opere as câmaras com temperaturas um pouco mais altas, pelo menos na faixa dos 18 – 20°C.

As bananas do sub-grupo Cavendish, de forma geral, necessitam de maior tempo no interior das câmaras de climatização e com temperatura elevada, cerca de 18°C por no mínimo 4 dias. Tal necessidade provavelmente deve-se ao fato de que o processo de hidrólise do amido e demais processos etileno dependentes nestas cultivares seja um pouco mais lento.

Outro ponto que deve ser considerado é que, normalmente, no período de inverno as bananas são transferidas para a câmara e há a imediata aplicação de etileno, sem considerar que, muitas vezes, a temperatura da polpa destes frutos encontra-se próxima a 10 °C. Neste caso é recomendado que seja feito o aquecimento destas câmaras, por meio de resistências elétricas e que as bananas permaneçam em aquecimento pelo tempo necessário até atingirem uma temperatura de polpa mínima de 18°C. Só quando a polpa atingiu esta temperatura que deve ser aplicada a primeira dose de etileno exógeno.

Porém, estes fundamentos são pouco aplicados, o que normalmente resulta em frutos mal climatizados, com problemas de deficiência na coloração amarela e amadurecimento desuniforme.

2.7.5 Concentração de gases

Um fator de extrema importância para o sucesso na climatização de bananas refere-se às concentrações de gases no interior das câmaras de desverdecimento. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a composição da atmosfera do ambiente de climatização deve ser cuidadosamente controlada,

pois a suscetibilidade dos produtos armazenados as desordens são variáveis entre cultivares ou na mesma cultivar dependendo da região produtora ou das condições climáticas durante o desenvolvimento das bananas.

Basicamente leva-se em conta as concentrações de oxigênio e de gás carbônico no interior das câmaras. De modo geral, o CO₂ em altas concentrações é extremamente prejudicial ao amadurecimento da banana. As faixas de tolerância de bananas estão abaixo de 7% de CO₂. Acima deste valor, diversas desordens fisiológicas podem ocorrer, como amadurecimento desuniforme, amaciamento do fruto verde, sabor desagradável, despencamento de dedos além de eventuais processos fermentativos.

Essa condição de alto CO₂ é fácil de ser atingida em câmaras de climatização. Com um carregamento excessivo da unidade de climatização há, normalmente, baixa circulação de ar e um grande intervalo de tempo entre as ventilações.

Como consequência da elevada concentração de CO₂ nas câmaras de climatização, a resposta dos frutos à aplicação do etileno fica prejudicada, devido a inibição da ação do etileno (Chitarra e Chitarra, 2005), o que induz o operador a aplicar novas concentrações de etileno ou até mesmo a aplicação de concentrações cada vez maiores que, além de serem desnecessárias, podem prejudicar as características dos frutos e diminuir sua vida de prateleira. Desta forma, durante o processo de desverdecimento de bananas, é de vital importância que se mantenha um controle mínimo dos ciclos de ventilação das câmaras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em duas partes, fundamentado basicamente na grande variação térmica que temos no Estado. As bananas utilizadas nos ensaios foram caracterizadas como bananas “de inverno” e bananas “de verão”. Tal divisão compreende frutos que tiveram o desenvolvimento da inflorescência nos meses de abril a maio no caso de bananas de inverno e nos meses de novembro a dezembro para o caso de bananas de verão.

Durante estes períodos os pomares não sofreram qualquer alteração com os cuidados tradicionais a que estavam submetidos o que proporcionou frutos de padrão comercial, tal qual encontramos no comércio varejista.

3.1 Frutos

Para a seleção das bananas a serem utilizadas, primeiramente procurou-se encontrar pomares que teriam capacidade de fornecimento constante e adequado, além de serem cultivados com variedades conhecidas e implantados com mudas provenientes de laboratórios conceituados.

Desta forma, foram coletados frutos de duas propriedades comerciais, localizadas nos municípios de Torres e Dom Pedro de Alcântara, ambos no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Estes municípios tem tradição no cultivo de

banana, além de representarem de forma bastante fidedigna as condições climáticas e topográficas das regiões produtoras do Estado.

Diante destas condições foram selecionados pomares onde se cultiva a cultivar Prata Anã (AAB) com cultivo de aproximadamente 10 anos e a cultivar Grande Naine (AAA), com cultivos entre 2 e 6 anos.

Durante todo o período do experimento, os pomares foram submetidos aos mesmos cuidados que os demais, bem como os cachos, que sofreram a eliminação do coração, pulverização com fungicidas e ensacamento com sacos de polietileno na cor verde leitoso.

3.2 Colheita

A colheita foi feita de forma tradicional. Quando os frutos atingiram o ponto ideal para colheita visando o mercado próximo, o que se caracteriza normalmente por frutos classificados como $\frac{3}{4}$ gordo o que equivale a um diâmetro de 36 mm (CEREDA, 1984). Ao chegarem neste estágio, cuja determinação é feita de forma empírica pelos produtores, é realizada a colheita empregando-se, normalmente, duas pessoas. Uma realiza o corte da ráquis e a outra o transporte manual até o meio de transporte para, então, seguir até a casa de embalagem.

3.3 Despencamento e embalagem

Ao chegarem nas casas de embalagem, os cachos foram pendurados nos trilhos para retirada do saco de polietileno e a despistilagem, principalmente na cultivar Grande Naine. Após esta operação, as pencas foram despencadas e imersas em um tanque com água, contendo detergente

doméstico líquido para louças na proporção de 0,5ml/l (v/v), sulfato de alumínio e o produto CitroBio® na concentração de 0,1 % (p/v), de acordo com a recomendação técnica para esta etapa do processo

Após a imersão na solução de tratamento por alguns minutos os frutos foram classificados e embalados em caixas plásticas com capacidade para 20 kg, transportados em caminhão até a unidade de desverdecimento. Neste local, enquanto aguardavam o momento adequado para serem alocadas nas câmaras de climatização, as bananas foram depositadas em uma câmara com temperatura de aproximadamente 11°C.

As bananas para os experimentos foram coletadas sempre antes do processo de climatização ou seja bananas que receberam um resfriamento de cerca de 24 horas a uma temperatura de 11°C.

3.4 Preparação dos frutos

No laboratório de pós-colheita, as pencas de bananas da cultivar Grande Naine foram divididas em buquês com padrão comercial, de acordo com a época do ano. No período de inverno, visto que as pencas e os frutos apresentam tamanho menor os buquês continham de 8 a 10 frutos.

No período que compreende os meses de verão, devido a presença de frutos maiores, as pencas eram divididas em buquês com no máximo 6 frutos. Já as pencas da cultivar Prata Anã não foram divididas, pois de modo geral é assim que se encontram as mesmas no mercado varejista local, e o objetivo foi justamente reproduzir as características de toda a cadeia..

Após este processo de preparo das pencas, as bananas, já selecionadas para defeitos, foram pesadas em balança para determinar a perda de massa

fresca e determinar se haveria alguma relevância nesta variável de acordo com os diferentes tratamentos.

Todos os ensaios foram iniciados no segundo dia após a colheita, e as últimas análises foram realizadas ao final do 5º dia da instalação do experimento, ou seja sete dias após a colheita.

3.5 Câmara de desverdecimento

A climatização das bananas foi feita em uma única câmara construída com painéis com núcleo em espuma rígida de poliestireno expandido conforme NBR 11948 e conformados em ambas às faces em chapa de aço galvanizado pré-pintado e espessura de 100 mm para perfeita estanqueidade.

O sistema de refrigeração é formado por um conjunto de compressor / evaporador e controle de temperatura com amplitude de 2°C, possuindo um volume interno de 15 m³. Devido ao pouco volume de bananas as dimensões não possibilitavam que houvesse acúmulo de CO₂ no período de 24 horas.

Durante o processo de desverdecimento, devido à disponibilidade de somente uma câmara, algumas etapas necessitavam de um cronograma rígido para não influenciarem nos resultados finais. A tabela 4 elucida tais demandas.

TABELA 4. Cronograma semanal das atividades realizadas em cada ensaio.
Porto Alegre, 2010.

Dia	Atividade / Avaliação	Observação
1º	Colheita / Transporte / Resfriamento	Frutas colhidas de forma comercial.
2º	Transporte ao laboratório	Uso de caminhões abertos.
3º	Peso / Determinação de cor / Avaliação da polpa / Etileno.	1ª aplicação de Etileno
4º	Ventilação / Etileno.	2ª aplicação de Etileno
5º	Peso / Determinação de cor / Avaliação da polpa / Ventilação / Etileno.	3ª aplicação de Etileno
6º	Ventilação.	
7º	Peso / Determinação de cor / Avaliação da polpa.	

3.5.1 Determinação de firmeza

Os frutos foram submetidos à determinação de firmeza de polpa em três momentos da climatização: inicial (na instalação do experimento), intermediário (no terceiro dia de condução do ensaio no laboratório) e ao final ou encerramento do ensaio.

Visto que a análise de firmeza é um método destrutivo, a unidade experimental continha pencas ou buquês destinados à avaliação no 1º, 3º e 5º dias, os quais eram identificados e foram analisados cada um a seu tempo.

Deste material foram escolhidos, aleatoriamente, cinco frutos das pencas ou buquês destinados a análise dos quais se extraiu uma fatia transversal de aproximadamente 2,5 a 3 cm de largura da parte medial dos frutos.

Este fragmento foi submetido à compressão por duas vezes (uma medida em cada face do segmento) para determinação da resistência da polpa em Newton através de um penetrômetro digital de bancada.

3.5.2 Avaliação da cor

Tal qual a avaliação da firmeza, a cor da epiderme dos frutos foi determinada em três períodos utilizando-se um colorímetro Konica/Minolta, modelo CR400.

Os valores das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* representam em escala bidimensional da evolução da cor da casca dos frutos do quadrante verde amarelado para o quadrante amarelo esverdeado, devido à degradação da clorofila e surgimento dos carotenóides. O comportamento normal da evolução da cor nos frutos ocorre com os valores da coordenada a^* partindo de números negativos até próximos a zero e no caso de b^* , de valores próximos a zero até um máximo de 60.

A figura 5 ilustra como essa transformação de valores representa a evolução da cor da casca. É necessário lembrar que ambas variáveis se modificam concomitantemente.

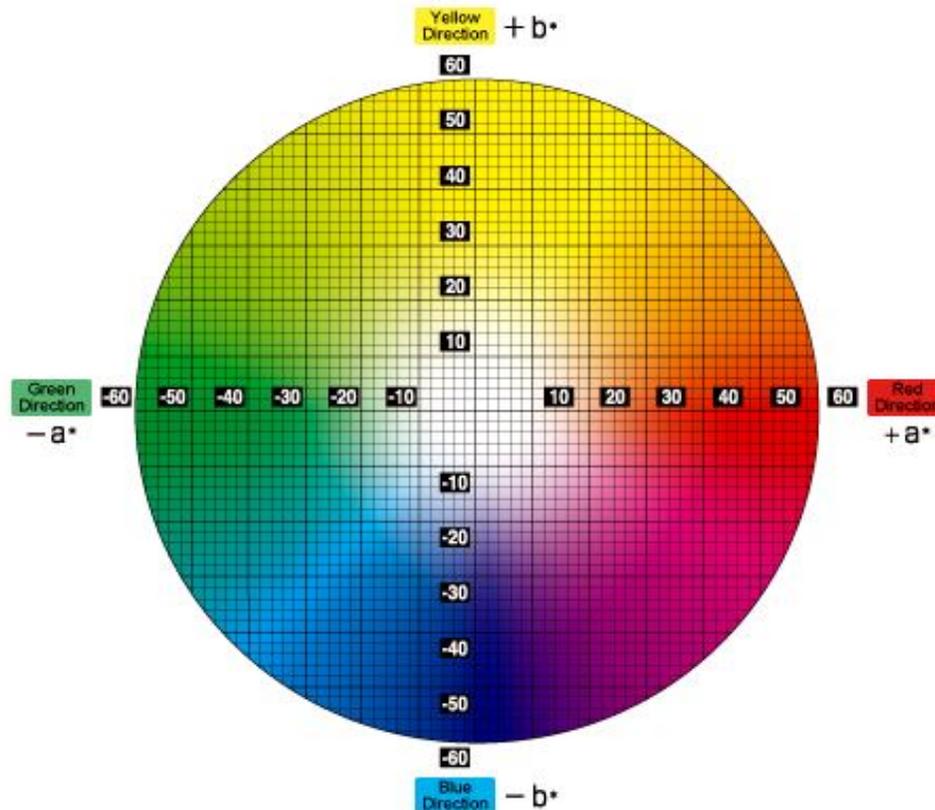


FIGURA 5. Diagrama de cromaticidade.

Fonte: www.nippondenshoku.co.jp/.../07_what_is_ucs.htm

De cada unidade experimental sempre de maneira aleatória em cada cultivar foram feitas cinco leituras. Cada leitura corresponde a um disparo com o equipamento, contemplando um ponto da porção mediana do fruto, em qualquer dos lados do mesmo. Este procedimento visou abranger de forma mais completa as variações na cloração da epiderme destes frutos.

As leituras em L^* , a^* e b^* foram utilizados para determinar os parâmetros de evolução de cor durante o processo de desverdecimento.

3.5.3 Acidez total titulável

A acidez titulável das bananas foi determinada em polpa triturada e titulação com NaOH 0,1N até pH 8,1. Segmentos intermediários da polpa de bananas de cada unidade experimental foram triturados até se obter uma massa homogênea. Desta massa pesou-se 6 gramas que foram diluídas em 90ml de água destilada para imediata titulação. De cada unidade experimental foram tituladas duas repetições.

3.5.4 Dosagem etileno exógeno

Para os tratamentos de climatização utilizou-se como fonte de etileno exógeno o concentrado comercial Banasil®, que consiste em um concentrado Etil na forma líquida que através de um gerador resulta em etileno na sua forma pura. O gerador produz etileno por uma reação entre o concentrado de Etil e o catalizador (alumina calcinada) em uma faixa de temperatura de 350 °C controlados por uma vazão determinada.

Por se tratar de um produto na forma líquida, as quantidades de concentrado utilizadas foram respectivamente 100, 50, 25, e 12,5 ml. Estas quantidades de concentrado foram determinadas como sendo a de 100 ml uma quantidade considerada alta para o volume da câmara utilizada na climatização.

A dose inicial de 100 ml foi determinada de acordo com os volumes utilizados atualmente nos processos de desverdecimento comercial de bananas. As demais quantidades foram sendo reduzidas pela metade para que fosse possível acompanhar as respostas dos frutos a concentrações de etileno cada vez menores.

3.6 Avaliação da concentração de etileno aplicada

Para determinar corretamente a quantidade de etileno a que os frutos foram submetidos, utilizou-se o seguinte procedimento. Durante alguns dos ciclos de desverdecimento, no momento em que se aplicava o concentrado na câmara, utilizou-se uma bomba de vácuo para bombear por uma mangueira flexível de látex, de dentro da câmara de desverdecimento uma amostra do ar circulante para análise por cromatografia gasosa da concentração de etileno no interior da câmara.

Em cada determinação de concentração de etileno, o que aconteceu em intervalos de 30 minutos, a bomba era posta em funcionamento por alguns minutos e, após este período, de uma mangueira também de látex na saída de bomba de vácuo foi coletada amostra 1ml de ar bombeado com uma seringa hipodérmica para injeção no cromatógrafo a gás, modelo CG 37, operado em temperatura ambiente na coluna de níquel de 100 cm de comprimento e diâmetro de 1/8 de polegada, empacotada com alumina ativada 60/80 mesh. O injetor foi operado a 50°C e o detector FID a 100°C.

Para cada leitura foram feitas três repetições e constantemente comparadas com o padrão do gás etileno, contido em cilindro.

3.7 Temperaturas

Durante o experimento utilizou-se três intervalos de temperaturas de climatização visto que a amplitude média de temperatura das câmaras comerciais é de 2°C, adotamos o mesmo intervalo, o que resultou nos seguintes tratamentos:

- Baixa temperatura: Entre 12° e 14°C.

- Media temperatura: Entre 16° e 18°C.
- Alta temperatura: Entre 20° e 22° C.

3.8 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em sistema completamente casualizado utilizando-se unidades experimentais de, em média, 20 frutos, constituída por dois buquês de padrão comercial retirados aleatoriamente de partidas de frutos destinados ao mercado interno.

Esta determinação foi baseada na variabilidade dos frutos encontrados no comércio durante as diferentes épocas do ano. No período de verão, visto que os cachos são maiores, durante o processo de embalagem ocorre à confecção de buquês com cerca de 8 frutos para a cultivar Grande Naine, e o uso de pencas inteiras ou no máximo partidas ao meio, com cerca de 12 frutos, para a cultivar Prata Anã.

No inverno, com a presença de cachos menores, a tendência é de que sejam partidas somente as pencas maiores, no caso da cultivar Grande Naine, ficando boa parte dessas pencas inteiras, com cerca de 10 a 12 frutos. No caso da Prata, nenhuma das pencas é partida.

A análise estatística foi feita com o “software” SAS em esquema fatorial, utilizando-se a análise dos componentes principais (dose e temperatura). Com isso obtivemos um fatorial 3 (temperaturas) X 4 (doses), e sua interação, para as variáveis cor, firmeza e acidez total titulável.

O uso deste sistema possibilita uma maior eficiência no uso de recursos experimentais disponíveis, visto que é possível tirar conclusões mais amplas a respeito dos fatores estudados simultaneamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações das concentrações de etileno aplicadas

As primeiras determinações que foram executadas neste experimento referem-se à relação entre a quantidade do produto comercial concentrado (Banasil®) e a respectiva produção de etileno em ppm no interior da câmara de desverdecimento. Tal determinação foi feita comparando essas concentrações com o padrão contido em cilindro por cromatografia gasosa.

As curvas de concentração de etileno na unidade de armazenagem foram calculadas a partir de três leituras. As leituras de concentração foram determinadas a cada 30 minutos. O procedimento de cálculo da concentração de etileno dentro da unidade de climatização foi repetido duas vezes para cada volume de produto comercial aplicado no gerador de etileno em dias variados (Figura 6).

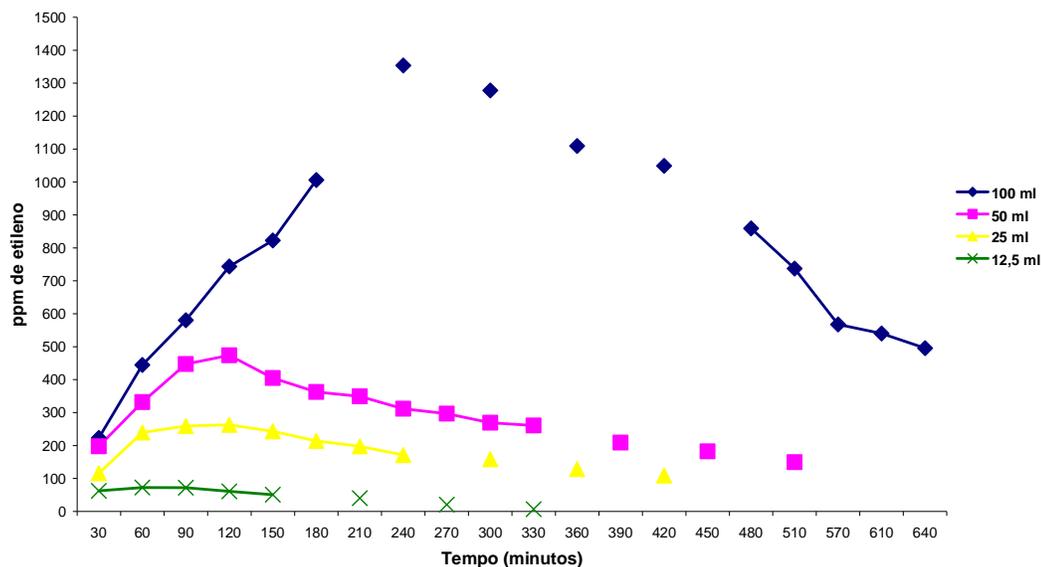


FIGURA 6. Etileno produzido pelo gerador, após a aplicação de diferentes doses do concentrado dentro da câmara de desverdecimento com capacidade de 15 metros cúbicos de volume.

Inicialmente já é possível observar uma presença considerável de etileno no interior da câmara independentemente do tratamento (dose) utilizado do líquido concentrado Banasil. Tais volumes de produto comercial permitem que o processo de desverdecimento dos frutos ocorra mesmo com a menor quantidade de produto comercial utilizado no gerador de etileno, ou seja 12,5 ml.

A respectiva quantidade de produto comercial proporcionou uma curva em que a presença expressiva de etileno foi detectada por um período de 270 minutos. Após este momento, o gerador já consumiu todo o líquido concentrado, e o etileno vai lentamente se dissipando.

O pico de concentração de etileno com o volume de 12,5mL de Banasil foi atingido aos 60 minutos quando chegou a quase 90 ppm (Figura 7).

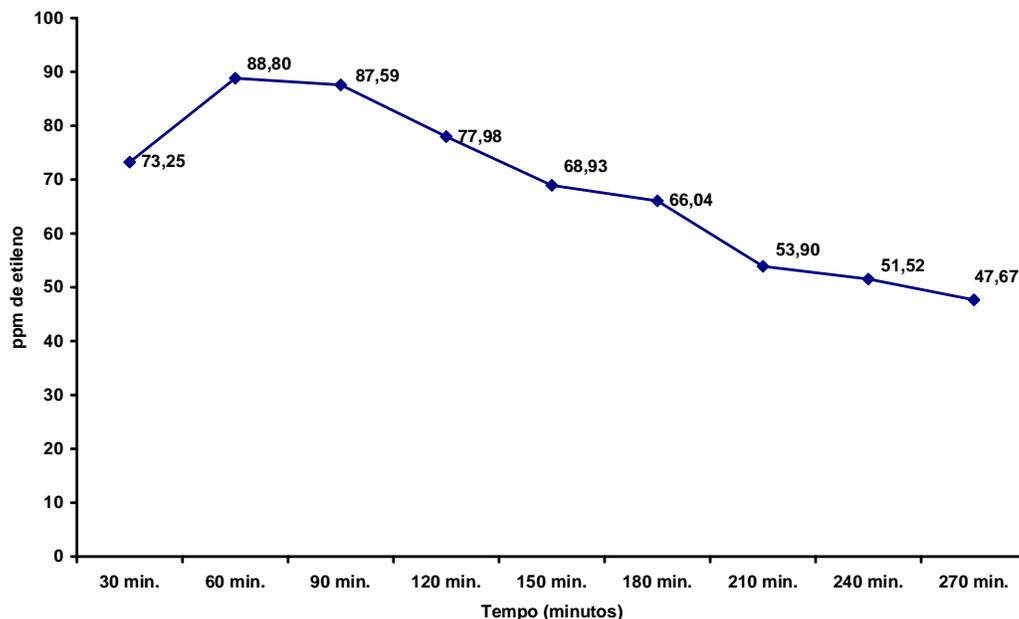


FIGURA 7. Etileno produzido pelo gerador dentro da câmara de desverdecimento com capacidade de 15 metros cúbicos de volume, após a aplicação de 12,5mL do produto comercial.

Pela figura é possível visualizar que com o volume de 12,5ml de produto comercial, o gerador leva em torno de 60 minutos para transformar a mistura em etileno. No restante do tempo há um residual que vai se dissipando no ambiente em função da falta de estanqueidade da unidade de climatização.

Estes resultados apesar de parecerem simples e básicos, proporcionaram um conhecimento bastante importante sobre a resposta dos frutos ao etileno, uma vez que a literatura não é unânime em determinar qual a concentração adequada de etileno. Tampouco a literatura apresenta informações sobre o tempo de exposição que as bananas devem estar em contato com o etileno. Portanto esta informação básica é realmente necessária.

Como será apresentado a seguir, os diferentes volumes de produto comercial não proporcionaram diferenças significativas no processo de desverdecimento das bananas tanto para as bananas que se desenvolveram

no período de verão como no período de inverno. Também não foram observadas diferenças entre as cultivares.

4.2 Resposta das bananas para as mudanças de cor da casca

Para avaliação da resposta das bananas aos diferentes tratamentos a análise de cor ficou restrita a avaliação dos valores de a^* e b^* . As demais variáveis como croma e ângulo Hue não proporcionaram dados confiáveis devido à heterogeneidade do material utilizado nos experimentos, pois os mesmos eram frutos comerciais que ao longo dos períodos de experimentação foram obtidos de produtores comerciais de diferentes regiões.

Os resultados de cor, coordenadas a^* e b^* fornecidos pelo aparelho medidor de cores, são médias dos valores obtidos de cinco leituras para cada buquê de bananas (Tabela 5). Estes valores foram coletados no início, meio e fim do processo de desverdecimento e estes valores iniciais e finais produziram a amplitude de variação, ou seja, a diferença entre os mesmos.

Estas diferenças de amplitude de variação tanto para a coordenada a^* quanto para a coordenada b^* indicam que quanto maior for este valor maior será a variação de cor dos frutos. De outra forma é possível afirmar que com maior amplitude destes valores mais eficiente foi o processo de desverdecimento em ambas as cultivares, Grande Naine e Prata Anã.

TABELA 5. Evolução de cor durante 4 dias nos valores absolutos de L*, a* e b* para 5 frutos/buquê da cultivar Prata Anã climatizada com volume de 12,5 ml de produto comercial e temperatura de climatização entre 20°C e 22°C. Porto Alegre, 2010.

			Leituras nos frutos de 1 a 5				
Cor:			1	2	3	4	5
Amostra	n° 1	L*	55,37	64,58	64,15	53,24	48,55
Data 4/05/09		a*	-19,84	-17,68	-17,05	-19,78	-18,79
		b*	36,26	37,09	36,73	37,52	35,16
Amostra	n° 2	L*	63,72	57,83	55,95	56,46	51,76
Data 4/05/09		a*	-18,54	-19,56	-20,65	-21,32	-22,6
		b*	39,59	39,58	40,33	41,18	42,74
Amostra	n° 1	L*	73,9	73,67	73,86	70,04	71,11
Data 8/05/09		a*	-1,23	-0,33	-1,76	0,01	-1,02
		b*	51,2	50,47	51,36	61,58	55,48
Amostra	n° 2	L*	71,18	73,09	72,82	73,93	72,63
Data 8/05/09		a*	-0,76	-2,51	-1,3	-1,02	-1,11
		b*	56,14	55,58	56,06	60,91	60,38

Na análise dos dados obtidos em todas as combinações de tratamentos (Apêndice 8) é possível determinar que, independentemente da época, as bananas apresentaram uma resposta significativa somente nas diferentes temperaturas utilizadas no processo de desverdecimento e não a dose de etileno aplicada.

4.2.1 Avaliação de cor para cultivar Prata Anã colhida no verão

As bananas de cultivares do grupo Prata são amadurecidas artificialmente facilmente e, normalmente, não necessitam de indutores para que esse amadurecimento ocorra. Mesmo depois de colhido o cacho inicia o amadurecimento de forma espontânea.

Portanto é compreensível que os resultados do experimento com este grupo sejam menos expressivos, pelas próprias características das bananas,

porém será possível acompanhar algumas diferenças quando comparado com os frutos colhidos no período de inverno, onde algumas modificações podem ser verificadas (Figura 8).

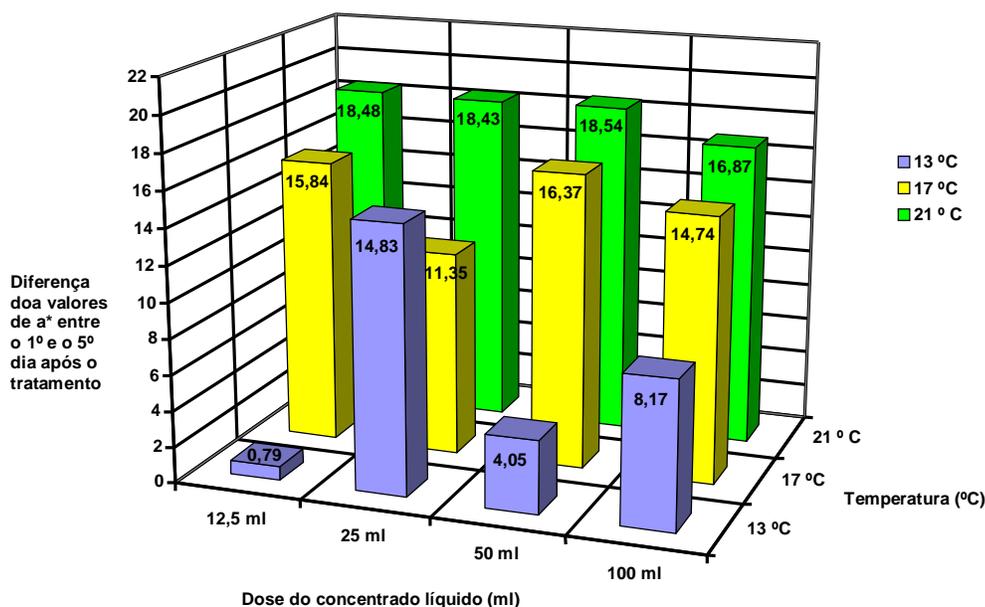


FIGURA 8. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno, após cinco dias da aplicação.

Observa-se que a amplitude da evolução de cor para os valores da coordenada de cromaticidade a^* foi maior e apresentou menor variação na climatização na temperatura de 21°C. Este fato comprova que a velocidade do processo é dependente, acima de tudo, da temperatura independentemente da concentração de etileno utilizada no experimento.

Visto que se trata da cultivar Prata Anã, no período de verão, ainda assim foi possível atingir altos valores de amplitude de variação da variável mesmo com temperaturas mais baixas de climatização. Esta resposta é devido

ao fato que esta cultivar tem grande facilidade em concluir o processo de amadurecimento e atingir o ponto de consumo (ALVES, 1999).

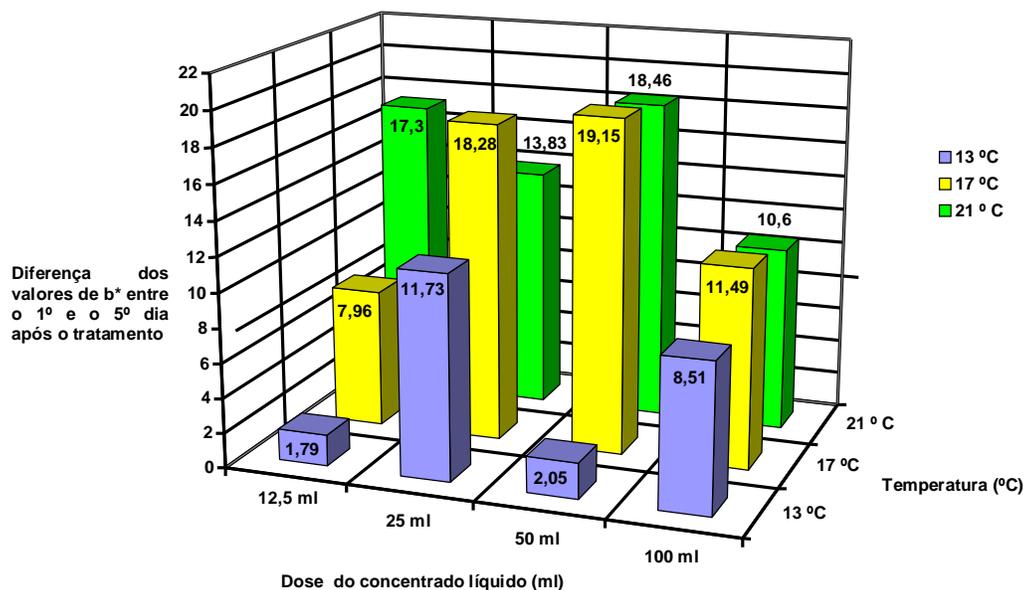


FIGURA 9. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno, após cinco dias da aplicação.

Para os valores da coordenada de cromaticidade b^* (Figura 9), observa-se que normalmente ocorre uma evolução considerável nos valores, tanto para a temperatura de 17°C como para 21°C, ficando o tratamento a 13°C com resultados mais heterogêneos. Uma das causas desta variação pode ser o estágio fisiológico em que as bananas estavam no momento do início da climatização.

Por se tratar de frutos colhidos em períodos onde as temperaturas são mais elevadas, alguns frutos com maior maturidade fisiológica podem iniciar o processo de desverdecimento precocemente e provocar tal variabilidade.

Outro efeito que deve ser considerado nesta variação é a influência do pigmento que está sendo avaliado. A coordenada b^* apresenta uma variação de zero para o quadrante amarelo, portanto, da região acromática para a região onde predominam os pigmentos amarelos, os carotenóides (MENG *et al.*, 1997).

Os carotenóides estão presentes na casca desde o início do desenvolvimento das bananas sem que haja nova síntese. Com o desaparecimento das clorofilas por ação do etileno da climatização é possível visualizar os carotenóides (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Esta coordenada de cromaticidade b^* , então, é resultado de uma modificação de outra variável, coordenada de cromaticidade a^* o que pode ter contribuído para uma variação maior dos valores observados. Este fato é ainda mais influenciado sob baixas temperaturas de climatização na cultivar Grande Naine como será apresentado a seguir.

4.2.2 Avaliação de cor para cultivar Grande Naine colhida no verão

Normalmente as bananas do sub-grupo Cavendish têm maior dificuldade de concluir o ciclo de desverdecimento, necessitando de um maior período de tempo nas unidades de climatização bem como necessitam de temperaturas mais elevadas para acentuar as modificações na cor da epiderme das bananas.

Devido a esta característica é que os valores são menos heterogêneos, e a amplitude menor para esta cultivar, podendo ser observado nas figuras 10 e 11.

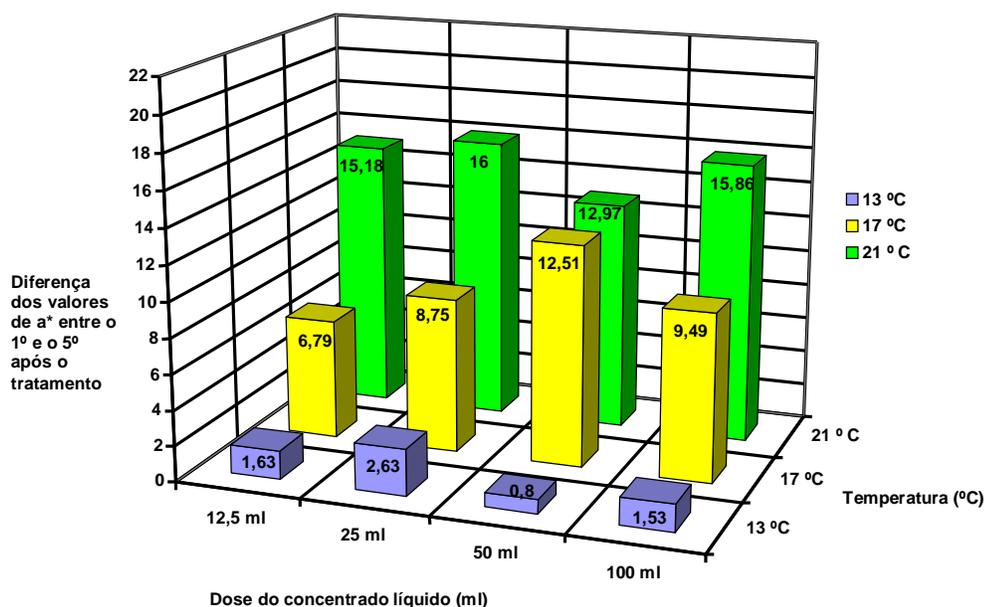


FIGURA 10. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv. Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.

Para os valores de cromaticidade a^* , que representam de forma geral a degradação da clorofila, fica claro que as baixas temperaturas prejudicam o processo de modificação da cor de cobertura (LOBO, 2005). Em alguns casos a baixa temperatura pode inibir o efeito do etileno, fazendo com que os frutos não adquiram uma coloração adequada, ficando um tom de verde opaco mesclado com amarelo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

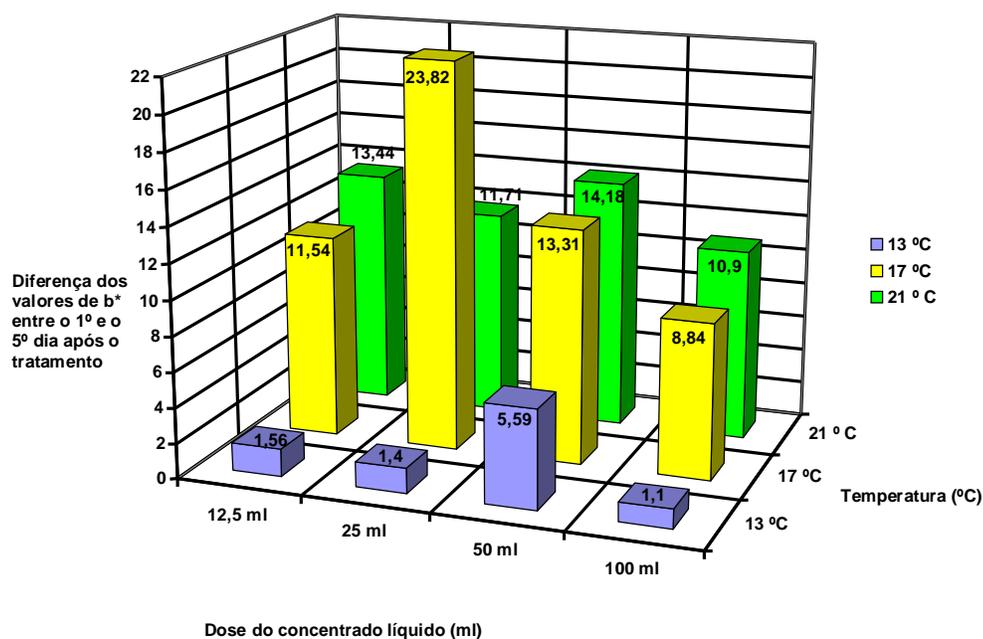


FIGURA 11. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.

Para os valores das coordenadas de cromaticidade b^* também fica evidente a tendência de que em baixas temperaturas o processo de desverdecimento fica prejudicado. Há, entretanto, um fato que chama a atenção. Mesmo com temperatura intermediária (17°C) houve uma evolução nos padrões da coordenada de cromaticidade b^* semelhantes aos desenvolvidos em 21°C.

Tal situação deve-se, provavelmente, ao fato de que a evolução da cor amarela é mais lenta nesta cultivar Grande Naine (ALMEIDA *et al.*, 2001). Desta forma somente após o quinto dia que as bananas atingem uma coloração amarela mais pronunciada.

4.2.3 Avaliação de cor para cultivar Prata Anã colhida no inverno

As bananas que foram colhidas no período do inverno apresentaram um comportamento diferente das bananas colhidas e avaliadas no verão. Basicamente pode-se afirmar que a longa exposição das plantas e dos frutos a períodos de baixa temperatura associada a uma menor incidência de radiação solar direta, devido ao posicionamento solar e aos vários dias nublados ajudam a forjar estas características nos frutos (VILLIERS, 2005).

Características estas que são, de forma geral, o escurecimento da casca devido ao dano por frio bem como um leve aumento na espessura da casca e uma menor concentração de látex nos frutos (VILLIERS, 2005).

Outro detalhe particular destas bananas de ciclo de inverno é a baixa temperatura de polpa no momento em que os frutos chegam ao local onde deverá ser realizada a climatização. Em todos os procedimentos comerciais onde é realizada a climatização com temperaturas de polpa baixa a qualidade final das bananas fica prejudicada. As bananas do grupo Cavendish são particularmente afetadas quando há aplicação de etileno em frutos com temperatura de polpa muito baixa (LICHTENBERG, 1999).

Devido a estas características, a resposta dos frutos aos tratamentos foi um pouco diferente, quanto aos valores da coordenada de cromaticidade a^* . Os tratamentos de altas temperaturas de climatização produziram um comportamento bastante semelhante. A cultivar Prata Anã possui um ciclo mais rápido e após a estabilização da temperatura da polpa, as atividades metabólicas ocorreram normalmente.

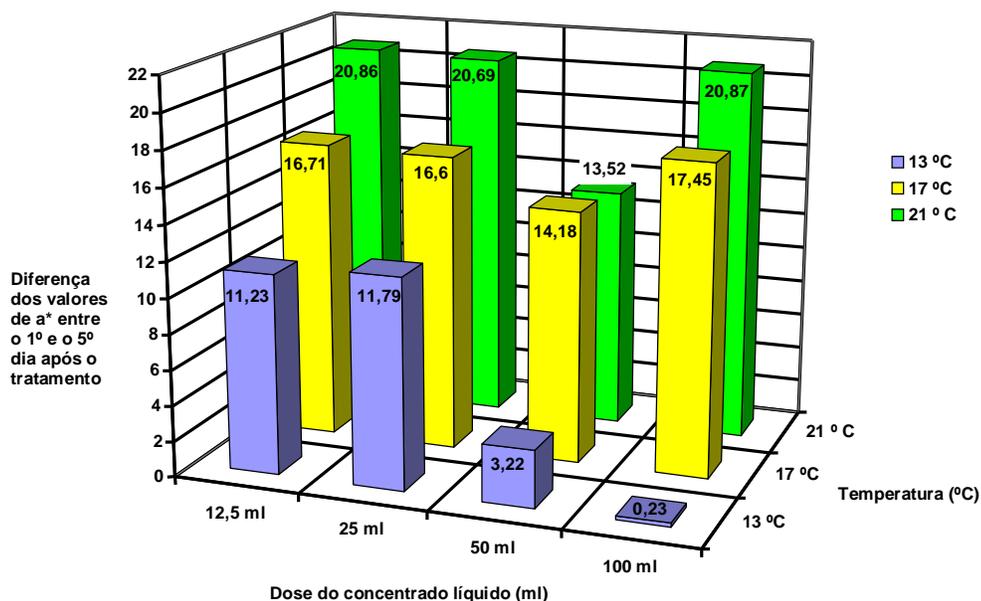


FIGURA 12. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.

A figura 12 mostra que houve degradação da clorofila nos tratamentos de 17°C e 21°C, porém esta evolução foi bem menor na temperatura de 13°C, pois aparentemente os processos metabólicos não ocorreram na mesma velocidade que em temperaturas mais elevadas (THOMAS & JANAVE, 1992).

Porém, a figura que apresenta os valores da coordenada de cromaticidade b^* , demonstra que a evolução da cor para os estádios mais amarelos não ocorreu da mesma forma que a evolução da cor de cobertura dos frutos colhidos no ciclo de verão. Provavelmente pelo fato que as características específicas dos frutos que se desenvolveram no ciclo de inverno, além de possíveis danos provocados pelo frio (VILLIERS, 2005). Nesta condição os frutos só atingem uma coloração opaca resultando em uma maior heterogeneidade de valores na coordenada b^* .

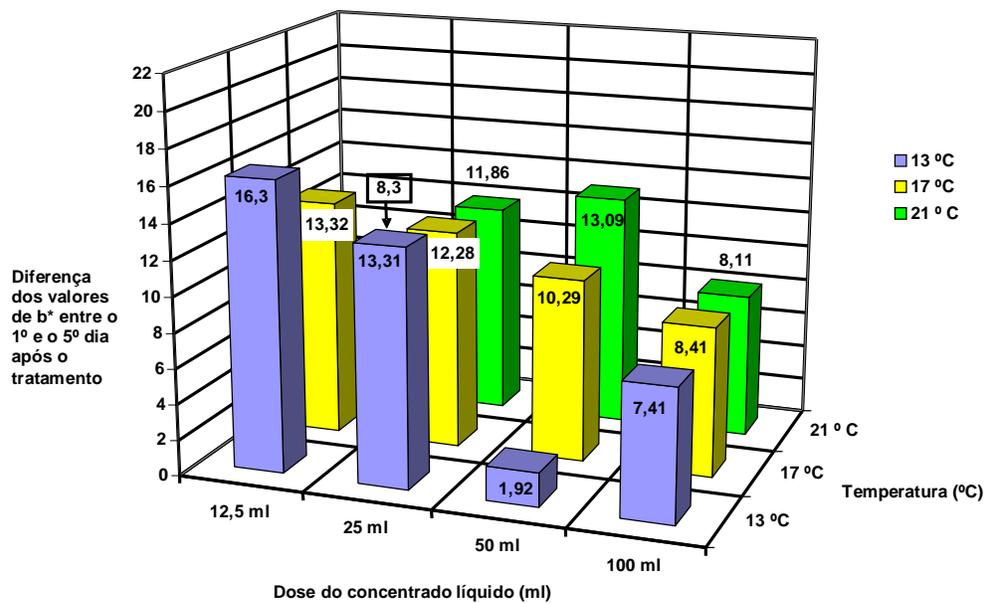


FIGURA 13. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.



FIGURA 14. Evolução da cor de bananas da cultivar Prata Anã submetidas ao tratamento com 50mL de produto comercial do concentrado de etil e climatizadas a 17°C no período de inverno após cinco dias.



FIGURA 15. Comparativo entre as cultivares Grande Naine (buquê da esquerda) e Prata Anã (buquê da direita) submetidas igualmente ao tratamento de 50ml de concentrado de etil e climatizadas a 17°C por cinco dias no período de inverno.

4.2.4 Avaliação de cor para cultivar Grande Naine colhida no inverno

Da mesma forma que os frutos da cultivar Prata Anã, as bananas da cultivar Grande Naine sofrem bastante com as variáveis climáticas ocorrentes nos meses de inverno, porém devido as suas características intrínsecas, estes frutos têm seus processos de desverdecimento e amadurecimento bem mais prejudicados.

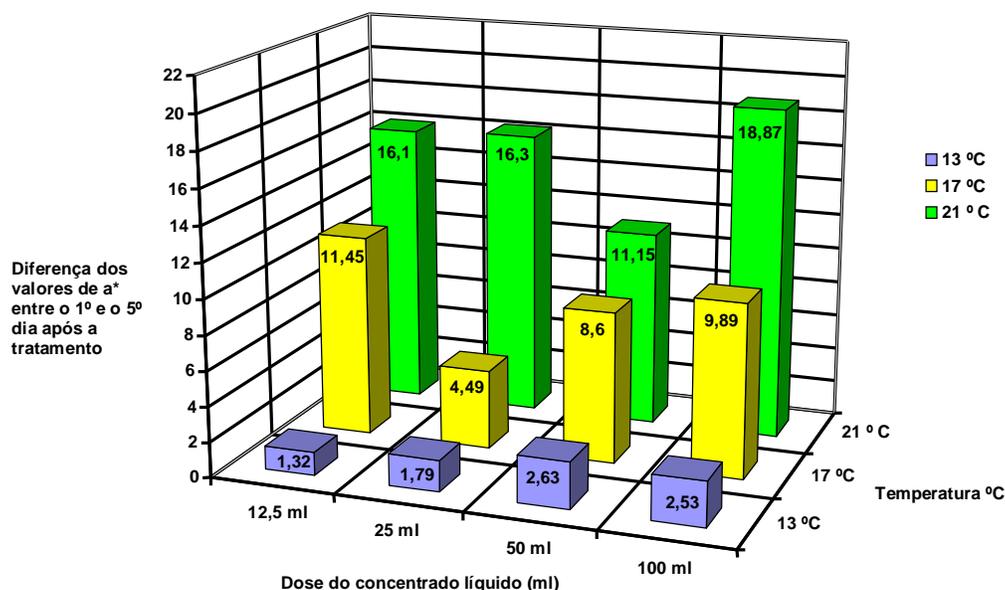


FIGURA 16. Alterações da coordenada de cromaticidade a^* em bananas cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.

A amplitude dos valores da coordenada de cromaticidade a^* de modo geral ficou menor, pois a maioria das bananas dos buquês manteve sua coloração bastante esverdeada, principalmente no tratamento a 13°C, onde praticamente o processo de desverdecimento ficou estagnado (Figura 16).

Para os valores da coordenada de cromaticidade b^* esta amplitude foi ainda menor, demonstrando que as bananas ficaram praticamente com sua coloração verde inicial. Vale salientar que os valores das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* (Figuras 16 e 17) devem sempre ser avaliados concomitantemente, pois só assim é possível avaliar de forma correta o comportamento dos frutos.

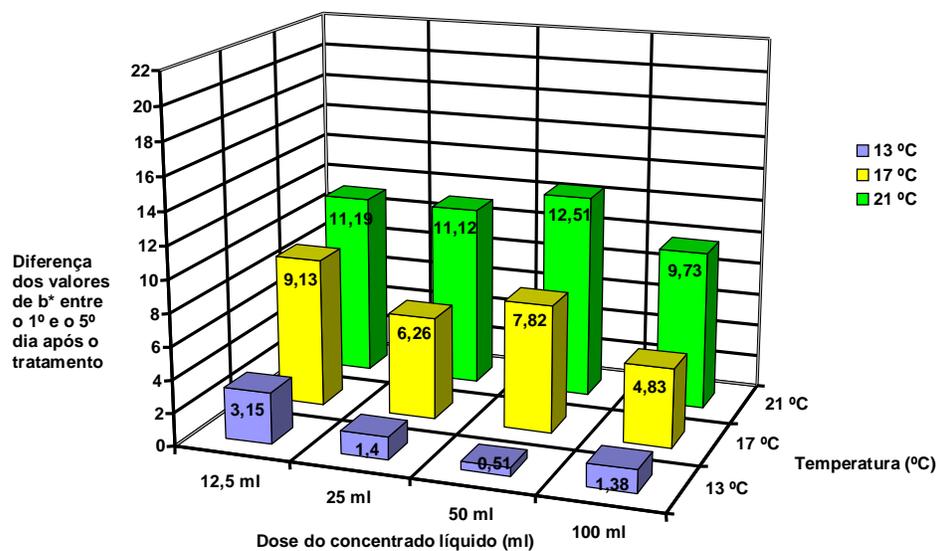


FIGURA 17. Alterações da coordenada de cromaticidade b^* em bananas cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial gerador de etileno após cinco dias da aplicação.

A figura 17 apresenta uma possibilidade de visualização do desverdecimento de bananas do grupo Cavendish que foi conduzido em bananas de ciclo de inverno. Há pouca alteração da cor de cobertura das bananas após 5 dias do início da climatização.

A



B



FIGURA 18. Bananas do grupo Cavendish que receberam tratamento para desverdecimento com três aplicações de 50mL do produto comercial Banasil® a 13°C . Evolução da cor após cinco dias (A 11/08/2009 e B 14/08/2009).

4.3 Avaliação da firmeza dos frutos

Outra variável analisada nas bananas de ambas as cultivares ao longo da condução dos trabalhos foi à firmeza dos frutos. Durante o processo de amadurecimento o teste penetrométrico na polpa permitiu quantificar o amaciamento da polpa dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos.

Os valores de firmeza expressos em Newton foram determinados no início, na instalação do experimento, e no quinto e último dia de avaliações (Tabela 6). A partir destas avaliações calculou-se a amplitude ou diferença entre os valores de firmeza determinados. Quanto maior esta diferença menos resistente estava à polpa das bananas.

TABELA 6. Valores de firmeza de polpa para ambas cultivares procedentes do ciclo de inverno em resposta a uma aplicação de 50 ml de Banasil e temperatura de 21°C. Porto Alegre, 2010.

Cultivar	Firmeza (N)			
	Prata anã	Grande naine		
	44,7	45,05	43,45	43,7
	42,2	41,5	42,25	44,6
	42,25	43,6	43,35	42,7
Data:	41,1	40,95	42	43,8
24/08/09	42,5	43	42,25	41,8
	19,95	20,4	24,1	23,5
	18,55	19,05	20,95	20,45
	18,95	18,5	19,85	19,3
Data:	17,8	16,45	18,4	17,6
26/08/09	20,4	19,9	20,2	21,95
	7,75	8,05	13,3	12,9
	7,15	7,3	11,75	12
	6,95	6,55	10,9	9,95
Data:	7,8	7,05	8,95	10,5
28/08/09	8,8	8,25	12,4	11,9

4.3.1 Avaliação da firmeza para cultivar Prata Anã

As figuras 19 e 20 apresentam a resistência da polpa à compressão de bananas da cultivar Prata Anã de ciclo de inverno e de verão, respectivamente.

Através dos resultados evidencia-se que as bananas colhidas no período de inverno apresentaram uma evolução maior no amaciamento de suas polpas.

Porém é escassa as referências sobre este item na literatura, que sejam conclusivas sobre este comportamento nos frutos da cultivar Prata Anã. Uma das possíveis explicações é que as bananas de inverno apresentam menor resistência por terem uma idade cronológica maior quando foram colocadas em climatização. São bananas que apresentam maior tempo transcorrido entre o florescimento e a colheita, porque durante os meses de inverno há uma menor intensidade do metabolismo o que resulta na ampliação do tempo de desenvolvimento.

No entanto, em valores absolutos, a diferença de firmeza no início dos procedimentos de climatização, não foram representativos, se compararmos frutos de inverno e de verão, não havendo uma clara identificação de menor firmeza de polpa no tempo zero.

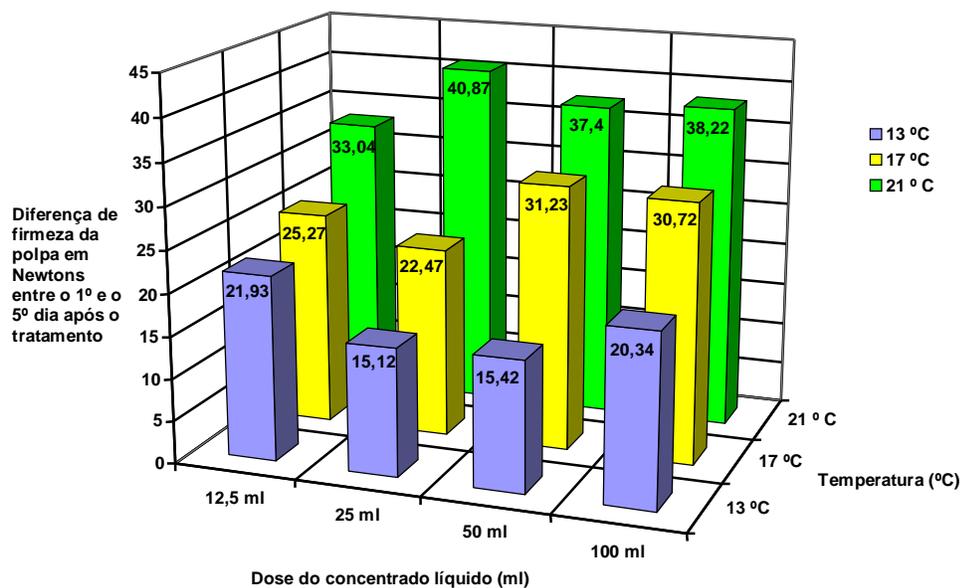


FIGURA 19. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno, entre o primeiro e o quinto dia.

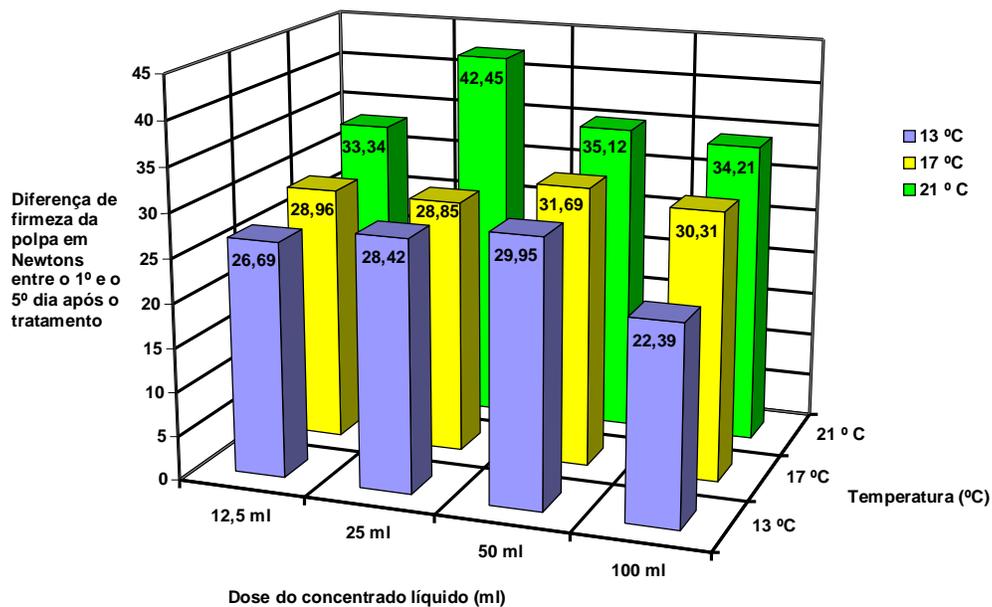


FIGURA 20. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

4.3.2 Avaliação da firmeza para a cultivar Grande Naine

O mesmo comportamento determinado para a cultivar Prata Anã pode ser observado na cultivar Grande Naine produzida no inverno. Há maior amplitude de firmeza de polpa. Provavelmente pelos mesmos motivos de idade cronológica das bananas. Mesmo que esta cultivar, assim como a cultivar Prata Anã, esteja bem adaptada às condições climáticas de sub-trópico com baixas temperaturas de inverno há efeitos negativos que podem ser observados como no caso da firmeza de polpa (Figuras 21 e 22).

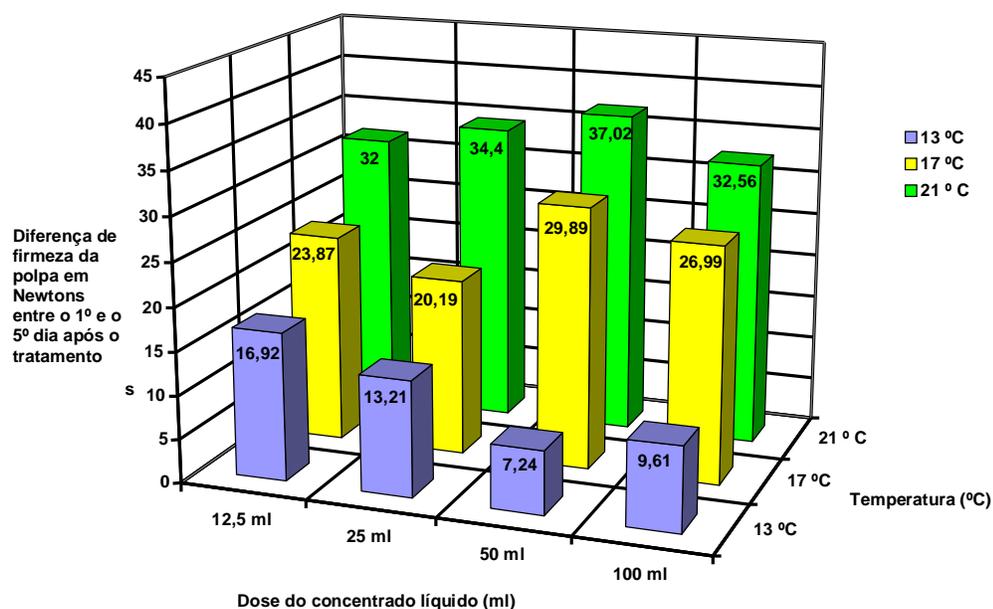


FIGURA 21. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

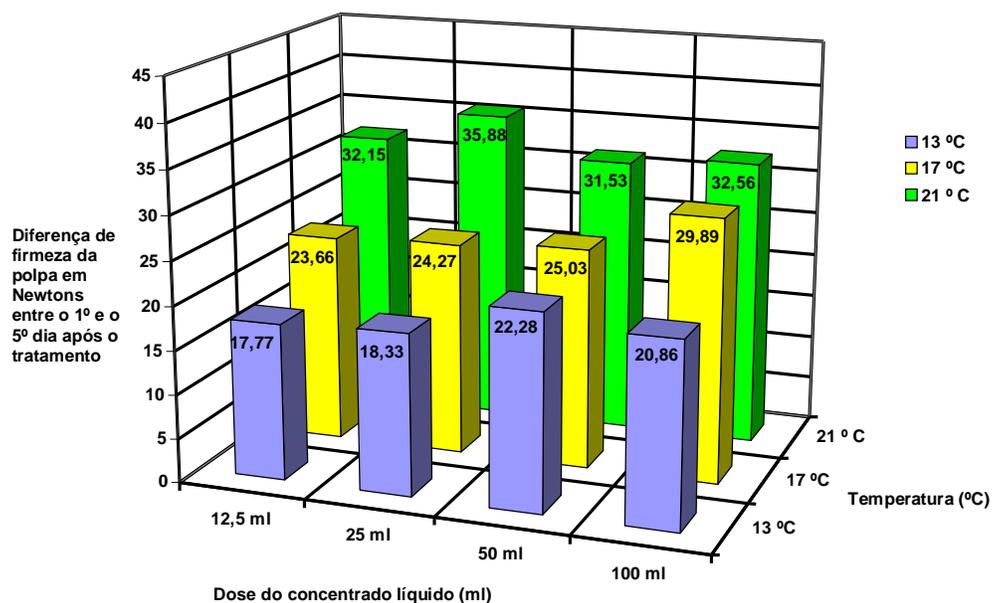


FIGURA 22. Amplitude de variação da firmeza de polpa (N) de bananas da cv Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

4.4 Avaliação da acidez total titulável

A variação da acidez titulável das bananas apresentou evolução semelhante às demais variáveis (Figuras 23 a 26). Existe uma tendência de que bananas climatizadas em temperaturas mais altas tem maior amplitude de valores da acidez titulável. Isto indica que quanto maior a variação, maior concentração de ácidos que as bananas apresentaram ao final do processo de climatização.

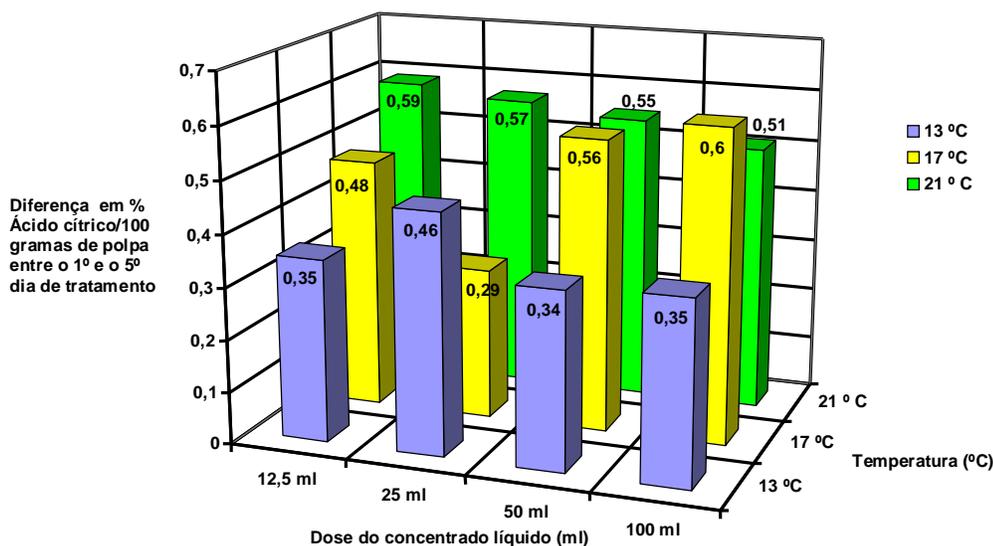


FIGURA 23. Amplitude da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Prata Anã de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno, entre o primeiro e o quinto dia..

Para a variedade Prata Anã, houve uma pequena diferença entre as épocas, principalmente no tratamento de 13°C, provavelmente devido aos fatores mencionados anteriormente para a variável firmeza.

Outra característica das bananas de crescimento no período de verão é de que as plantas possuem maior área fotossinteticamente ativa, bem como as temperaturas noturnas no período de verão são mais elevadas o que favorece um metabolismo mais rápido, conseqüentemente levando a um consumo maior de ácidos no metabolismo primário conforme já foi observado para outras culturas em Chitarra & Chitarra (2005).

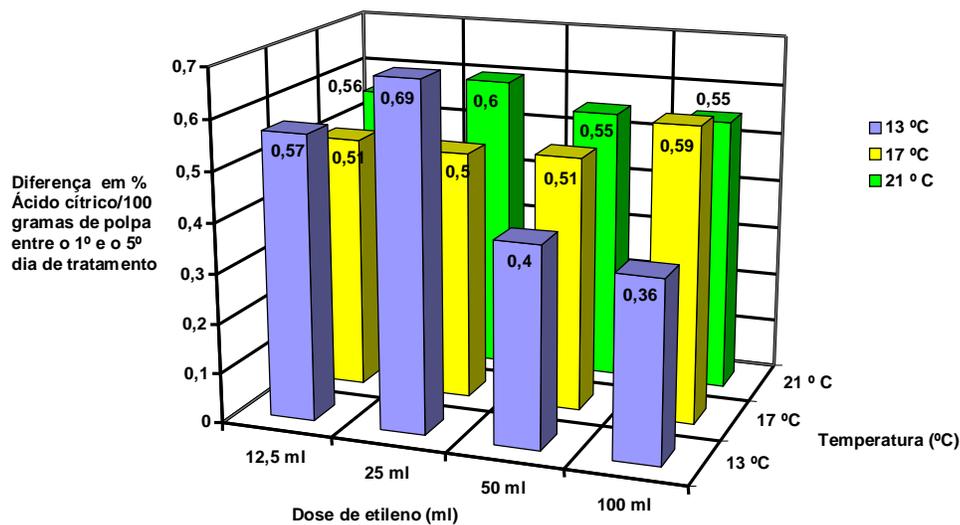


FIGURA 24. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Prata Anã de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

Para a cultivar Grande Naine os resultados foram mais uniformes, por se tratar de uma variedade com menor acidez (ALVES, 1999), se comparados aos do Grupo Prata porém pouco se pode extrair destes resultados no que tange a questão dos tratamentos.

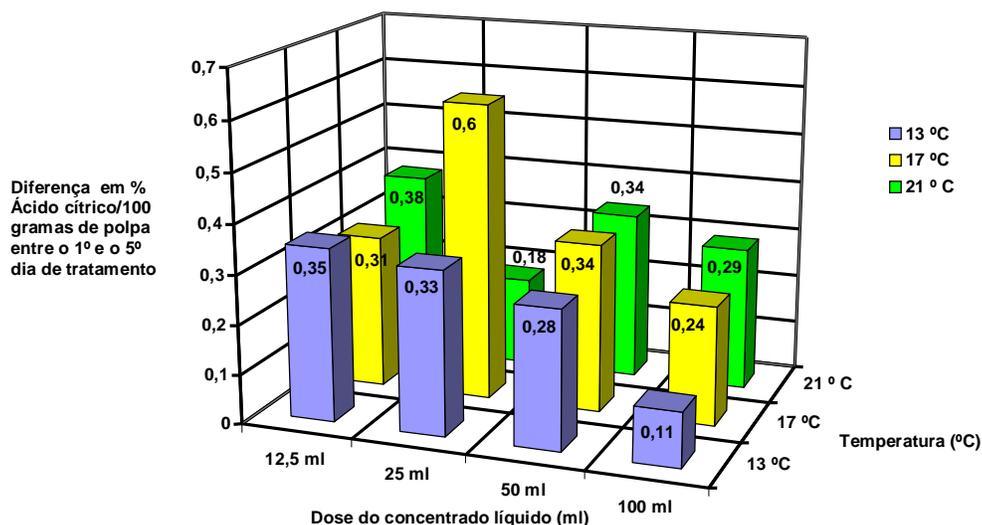


FIGURA 25. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Grande Naine de ciclo de verão em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

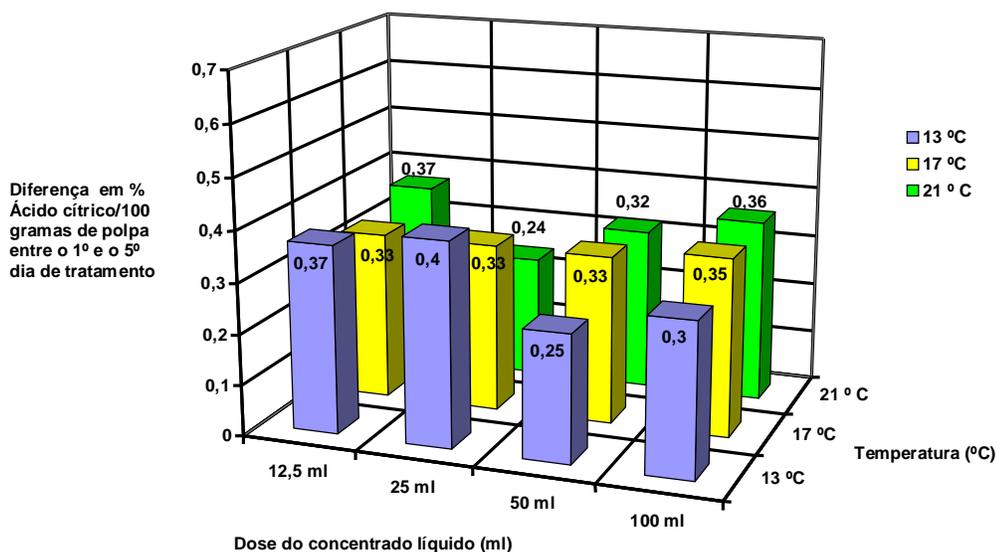


FIGURA 26. Amplitude de variação da acidez titulável (% de ácido cítrico/100 gramas de polpa) de bananas da cultivar Grande Naine de ciclo de inverno em função de três temperaturas e quatro volumes de produto comercial Banasil gerador de etileno entre o primeiro e o quinto dia.

De forma geral os diferentes tratamentos provavelmente não modificaram as características dos frutos, apesar de haver diferença significativa, esta se deve provavelmente a heterogeneidade do material.

Para uma melhor caracterização da variável acidez, novas repetições devem ser feitas, visto que para determinar um comportamento quanto a esta variável, teremos que observar algumas características de produção que não eram importantes para o presente trabalho, tal como idade dos frutos e posicionamento dos mesmos no cacho.

Podemos afirmar que as diferenças encontradas na variável acidez são normais para a variabilidade do material utilizado (frutos comerciais), e as diferentes doses de etileno aplicadas não influenciaram nos resultados.

5 CONCLUSÕES

As bananas colhidas nos meses de verão apresentam uma melhor evolução nas características de cor, principalmente para coordenada de cromaticidade b^* , o que caracteriza frutos mais amarelos.

A aplicação de baixas concentrações de etileno a partir de um volume menor do produto comercial gerador de etileno já é suficiente para a ativação do amadurecimento das bananas das cultivares Prata Anã e Grande Naine independentemente da época do ano.

A temperatura de climatização de 13°C atrasa os processos de desverdecimento na cultivar Grande Naine e resulta em cor de cobertura das bananas pouco atrativa. Por outro lado, a temperatura de climatização a 21°C proporciona maior velocidade na evolução de cor dos frutos, apesar de limitar o tempo de vida de prateleira dos frutos para o comércio.

A atividade comercial de desverdecimento de frutos pode ser feita com a aplicação de pequenas doses de etileno, repetidas a cada 12 horas, com temperatura média de 17°C.

Após o pico climatérico o uso de temperaturas mais baixas na climatização de bananas proporciona um processo mais lento e com melhor qualidade.

Os frutos colhidos nos meses de inverno necessitam de atenção especial antes de receberem a dose de etileno, pois sua baixa temperatura de polpa e menor atividade metabólica implicam em um processo de desverdecimento mais cuidadoso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou construir o conhecimento que, era insipiente sobre os processos que envolvem a climatização de bananas na região subtropical do extremo sul do Brasil. Tal objetivo foi concluído com êxito, visto que agora temos subsídios para poder modificar e iniciar novas metodologias nos processos de climatização comercial.

A partir de agora poderemos ingressar em avaliações mais profundas onde a pesquisa auxiliará no melhor entendimento dos processos que ocorrem com os frutos durante o amadurecimento, e assim poderemos repassar tais tecnologias para quem delas necessita.

Devido às condições climáticas ímpares do Estado do Rio Grande do Sul e sua relação com as culturas ditas tropicais diversas pesquisas deverão ser executadas a fim de se acompanhar as respostas dos frutos submetidos a condições climáticas tão adversas.

Como objetivos futuros poderemos avaliar melhor a resposta destes frutos a novas técnicas nos processos de amadurecimento comercial, bem como produzir metodologias que melhorem a qualidade final destes frutos, já que apesar de serem de extrema importância comercial e social, não são contemplados com muita pesquisa nesta área.

Uma destas possibilidades seria a criação de um material prático que possibilitasse aos produtores e atacadistas administrar melhor as diversidades provenientes das características destes frutos em cada época do ano.

Tal subsídio melhoraria diretamente a qualidade da atividade de climatização bem como a qualidade e aparência dos frutos para os consumidores finais.

Estudos específicos utilizando bloqueadores de etileno, tempo de exposição ao mesmo, bem como modificações de temperatura durante os processos deverão ser feitos a fim de compreendermos melhor como é o comportamento destes frutos de regiões sub-tropicais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. O.; SOUZA, J. S.; CORDEIRO, Z. J. M. Aspectos Econômicos. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Banana. Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71p. (Frutas do Brasil, 16).

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa – SPI; Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 1999. 585 p.

BLEINROTH, E. W. **Banana: cultura, matéria – prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 1995. 302 p.

BOTREL, N. *et al.* Amadurecimento controlado de frutos de diferentes cultivares e genótipos de bananeiras. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, Cidade do México, v. 6, n. 1, p. 7-11, 2004.

BURG, S. P.; BURG, E. A. Role of Ethylene in fruit ripening. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 37, n. p. 179-189, 1962.

CAMPOS, R. P.; VALENTE, J. P.; PEREIRA, W. E. Conservação pós-colheita de banana cv. Nanicão climatizada e comercializada em Cuiabá – MT e região. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 172-174, 2003.

CARDOSO, R. M. de C. B.; **Avaliação quantitativa de perdas pós-colheita de banana comercializada na cidade de Santo Antônio de Jesus**. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

CEREDA, E. Colheita de Banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1984, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, 1984. p. 346-367.

CHANGFENG, Z.; SHIPING T. Crucial contribution of membrane lipids unsaturation to acquisition of chilling tolerance in peach fruit stored at 0° C. **Food Chemistry**, London, v. 115, n. 2, p. 405-11, 2009.

CHEN, Y. F.; ETHERIDGE, N.; SCHALLER, E. G. Ethylene signal transduction. **Annals of Botany**, Londres, v. 95, p. 901-915, 2005.

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

EMATER - RS – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA RURAL.
[Informações] Disponível em:
<https://intranet.emater.tche.br/intranet/sistemas/ipan/censo>. Acesso em: 20 abr. 2010.

FAO. **Faostat database query**. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 02 jun. 2010.

HINZ, R. H. **Visita técnica** [a Estação Experimental da EPAGRI em Itajaí], 2002. Informação pessoal.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **[Informações]**. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ap&tema=lavourapermanent e2009>. Acesso em: 03 jun. 2010.

KLEE, H. J. Ethylene signal transduction. Moving beyond Arabidopsis. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 135, p. 660-667, 2004.

LARATONDA, F. D. S. *et al.* Study of Banana (*Musa aaa* Cavendish cv Nanica) trigger ripening for small scale process. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v. 51, n. 5, p. 1003-1047, 2008.

LICHTEMBERG, L. A. Colheita e pós-colheita de banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p 73-90, 1999.

LICHTEMBERG, L. A. *et al.* **XIV Curso de bananicultura**. Itajaí: Epagri, 2005. 183 p

LOBO, M. G; GONZÁLES, M; PEÑA, A. *et al.* Effects of ethylene exposure temperature on shelf life, composition and quality of artificially ripened bananas (*Musa acuminata* AAA, cv. “Dwarf Cavendish”). **Food Science and Technology International**, London, v. 11, n. 2, p. 99-105, 2005.

MACNISH A. J.P. J.; HOFMAN, D. C.; JOYCE, D. H. *et al.* 1-Methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflower flowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 40, n. 3, p. 471-481, 2000.

MAIA, V. M. *et al.* Efeitos das condições de amadurecimento sobre a suscetibilidade de bananas “SH 3640” ao despençamento natural. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 351-353, 2004.

MASCARENHAS, G. C. C. Banana: Comercialização e mercados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 3, n. 25, p. 97-108, 1999.

MENG, L.; SLAUGHTER, D. C.; THOMPSON, J. F. Optical chlorophyll sensing system for banana ripening. **Postharvest Biology Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 3, p. 273-283, 1997.

MIRANDA, M.; LICHTENBERG, L.A. A bananicultura sul-brasileira. In: REUNIÃO DA REDE DE PESQUISA DE BANANA EM AMBIENTES SUBTROPICAIS DO CONE SUL, 2010, Joinville, SC. **Anais...** Itajaí, 2010.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 368 p.

SANCHES, J. **Qualidade pós-colheita de banana “nanicão” (Musa cavendishii), através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio**. 2002. 82f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SEYMOUR, G. B.; THOMPSON, A. K; JOHN, P. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 110, p. 145-151, 1987.

SILVA, C. S.; PEROSA, J. M. Y.; RUA, P. S. *et al.* Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 229-234, 2003.

SOTO, M. **El banano cultivado y comercialización: Manejo postcosecha**. Costa Rica: [s.l.], 1992. 529 p.

THOMAS, P.; JANAVE. M. T. Effect of temperature on chlorophyllase activity, chlorophyll degradation and carotenoids of Cavendish bananas during ripening. **International Journal Food Science Technology**, London, v. 27, p. 57-63, 1992.

VILLIERS, B. J. **The prevention of postharvest heat and chilling injury in bananas**. Johannesburg: University of Johannesburg, 2005. Dissertation (Magister) - Faculty of Science, University of Johannesburg, Johannesburg, 2005.

VIVIANI, L. **Avaliação da qualidade pós-colheita da banana Prata Anã associada a embalagens**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

WILLS, R. H. H. *et al.* **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Wesport: AVI Publishing, 1981. 163 p.

8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Análise estatística para cultivar Prata Anã colhida no ciclo de verão (valores de a* e b*).

Dependent Variable: a_ a*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >
Model	11	771.3317805	70.1210710	46.74	<.0001
Error	12	18.0045420	1.5003785		
Corrected Total	23	789.3363225			

R-Square Coeff Var Root MSE a_ Mean
 0.977190 9.275149 1.224899 13.20625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Temperatura	2	517.0209870	258.5104935	172.30	<.0001
dose	3	30.4739032	10.1579677	6.77	0.0064
Temperatura*dose	6	223.8368903	37.3061484	24.86	<.0001

Temperatura	dose	a_ LSMEAN	Number	
T 1	1	8.1730000	1	CD
T 1	2	4.0540000	2	DE
T 1	3	14.8320000	3	AB
T 1	4	0.7890000	4	E
T 2	1	14.7380000	5	AB
T 2	2	16.3700000	6	A
T 2	3	11.3530000	7	BC
T 2	4	15.8430000	8	AB
T 3	1	16.8730000	9	A
T 3	2	18.5450000	10	A
T 3	3	18.4270000	11	A
T 3	4	18.4780000	12	A

Dependent Variable: b_ b*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	794.0155393	72.1832308	36.23	<.0001
Error	12	23.9105000	1.9925417		
Corrected Total	23	817.9260393			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	b_ Mean
0.970767	11.99893	1.411574	11.76417

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	398.3004463	199.1502232	99.95	<.0001
dose	3	121.3755647	40.4585216	20.30	<.0001
Temperatura*dose	6	274.3395283	45.7232547	22.95	<.0001

Temperatura	dose	b_ LSMEAN	Number
T 1	1	8.5170000	1 BC
T 1	2	2.0520000	2 E
T 1	3	11.7320000	3 BC
T 1	4	1.7900000	4 E
T 2	1	11.4930000	5 BC
T 2	2	19.1470000	6 A
T 2	3	18.2850000	7 A
T 2	4	7.9610000	8 CD
T 3	1	10.6050000	9 BC
T 3	2	18.4620000	10 A
T 3	3	13.8280000	11 AB
T 3	4	17.2980000	12 A

APÊNDICE 2. Análise estatística para cultivar Grande Naine colhida no ciclo de verão (valores de a* e b*)

Dependent Variable: a_ a*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	768.4549320	69.8595393	136.68	<.0001
Error	12	6.1335080	0.5111257		
Corrected Total	23	774.5884400			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	a_ Mean
0.992082	8.237476	0.714931	8.679000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	719.3773560	359.6886780	703.72	<.0001
dose	3	5.7345853	1.9115284	3.74	0.0416
Temperatura*dose	6	43.3429907	7.2238318	14.13	<.0001

Temperatura	dose	a_ LSMEAN	Number
T 1	1	1.5290000	1 D
T 1	2	0.8040000	2 D
T 1	3	2.6330000	3 D
T 1	4	1.6260000	4 D
T 2	1	9.4910000	5 C
T 2	2	12.5130000	6 B
T 2	3	8.7550000	7 C
T 2	4	6.7870000	8 C
T 3	1	15.8600000	9 A
T 3	2	12.9700000	10 B
T 3	3	16.0040000	11 A
T 3	4	15.1760000	12 AB

The GLM Procedure

Dependent Variable: b_ b*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	964.0960658	87.6450969	46.32	<.0001
Error	12	22.7043540	1.8920295		
Corrected Total	23	986.8004198			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	b_ Mean
0.976992	14.05890	1.375511	9.783917

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	664.9788853	332.4894427	175.73	<.0001
dose	3	101.1707605	33.7235868	17.82	0.0001
Temperatura*dose	6	197.9464200	32.9910700	17.44	<.0001

Temperatura	dose	b_ LSMEAN	Number	
T 1	1	1.0960000	1	D
T 1	2	5.5980000	2	CD
T 1	3	1.4000000	3	D
T 1	4	1.5630000	4	D
T 2	1	8.8420000	5	BC
T 2	2	13.3100000	6	B
T 2	3	23.8230000	7	A
T 2	4	11.5380000	8	B
T 3	1	10.9060000	9	BC
T 3	2	14.1850000	10	B
T 3	3	11.7090000	11	B
T 3	4	13.4370000	12	B

APÊNDICE 3. Análise estatística para cultivar Prata Anã colhida no ciclo de inverno (valores de a* e b*).

Dependent Variable: a_ a*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	967.2516453	87.9319678	131.62	<.0001
Error	12	8.0166480	0.6680540		
Corrected Total	23	975.2682933			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	a_ Mean
0.991780	5.860089	0.817346	13.94767

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	674.6524213	337.3262107	504.94	<.0001
dose	3	153.9376453	51.3125484	76.81	<.0001
Temperatura*dose	6	138.6615787	23.1102631	34.59	<.0001

Temperatura	dose	a_ LSMEAN	Number
T 1	1	0.2310000	1 E
T 1	2	3.2230000	2 E
T 1	3	11.7950000	3 D
T 1	4	11.2310000	4 D
T 2	1	17.4500000	5 B
T 2	2	14.1800000	6 CD
T 2	3	16.6040000	7 BC
T 2	4	16.7060000	8 BC
T 3	1	20.8750000	9 A
T 3	2	13.5230000	10 CD
T 3	3	20.6950000	11 A
T 3	4	20.8590000	12 A

The GLM Procedure

Dependent Variable: b_ b*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	318.4398633	28.9490785	10.01	0.0002
Error	12	34.7089760	2.8924147		
Corrected Total	23	353.1488393			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	b_ Mean
0.901716	16.37634	1.700710	10.38517

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	7.1908093	3.5954047	1.24	0.3231
dose	3	114.6660353	38.2220118	13.21	0.0004
Temperatura*dose	6	196.5830187	32.7638364	11.33	0.0002

Temperatura	dose	b_ LSMEAN	Number
T 1	1	7.4150000	1 BC
T 1	2	1.9220000	2 C
T 1	3	13.3140000	3 AB
T 1	4	16.3030000	4 A
T 2	1	8.4110000	5 BC
T 2	2	10.2890000	6 AB
T 2	3	12.2830000	7 AB
T 2	4	13.3250000	8 AB
T 3	1	8.1090000	9 BC
T 3	2	13.0900000	10 AB
T 3	3	11.8610000	11 AB
T 3	4	8.3000000	12 BC

APÊNDICE 4. Análise estatística para cultivar Grande Naine colhida no ciclo de inverno (valores de a* e b*).

Dependent Variable: a_ a*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	851.4817498	77.4074318	271.63	<.0001
Error	12	3.4197060	0.2849755		
Corrected Total	23	854.9014558			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	a_ Mean
0.996000	6.093207	0.533831	8.761083

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temperatura	2	733.4180663	366.7090332	1286.81	<.0001
dose	3	75.6256658	25.2085553	88.46	<.0001
Temperatura*dose	6	42.4380177	7.0730029	24.82	<.0001

Temperatura	dose	a_ LSMEAN	Number	
T 1	1	1.3190000	1	F
T 1	2	1.7960000	2	F
T 1	3	2.6330000	3	EF
T 1	4	2.5260000	4	EF
T 2	1	11.4530000	5	C
T 2	2	4.4890000	6	E
T 2	3	8.6030000	7	D
T 2	4	9.8870000	8	CD
T 3	1	18.8660000	9	A
T 3	2	11.1550000	10	C
T 3	3	16.3030000	11	B
T 3	4	16.1030000	12	B

The GLM Procedure

Dependent Variable: b_ b*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	401.3269978	36.4842725	48.77	<.0001
Error	12	8.9776820	0.7481402		
Corrected Total	23	410.3046798			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	b_ Mean
0.978119	13.13401	0.864951	6.585583

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Temperatura	2	365.2901443	182.6450722	244.13	<.0001
dose	3	20.3033805	6.7677935	9.05	0.0021
Temperatura*dose	6	15.7334730	2.6222455	3.51	0.0307

Temperatura	dose	b_ LSMEAN	Number	
T 1	1	1.3810000	1	F
T 1	2	0.5110000	2	F
T 1	3	1.4000000	3	F
T 1	4	3.1460000	4	EF
T 2	1	4.8290000	5	DE
T 2	2	7.8220000	6	BCD
T 2	3	6.2570000	7	CDE
T 2	4	9.1310000	8	BC
T 3	1	9.7290000	9	AB
T 3	2	12.5110000	10	A
T 3	3	11.1230000	11	AB
T 3	4	11.1870000	12	AB

APÊNDICE 5. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de verão (valores acidez total titulável).

Dependent Variable: Prata Anã

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.27393232	0.02490294	36.50	<.0001
Error	12	0.00818628	0.00068219		
Corrected Total	23	0.28211859			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prata Mean
0.970983	5.541986	0.026119	0.471289

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.13077011	0.06538505	95.85	<.0001
Dose	3	0.00977658	0.00325886	4.78	0.0205
Temp*Dose	6	0.13338562	0.02223094	32.59	<.0001

Temp	Dose	Prata LSMEAN	Number	
T 1	1	0.35520000	1	D
T 1	2	0.34293300	2	D
T 1	3	0.45813300	3	C
T 1	4	0.34666650	4	D
T 2	1	0.60213350	5	A
T 2	2	0.56320000	6	AB
T 2	3	0.28746650	7	D
T 2	4	0.47786650	8	BC
T 3	1	0.51146667	9	ABC
T 3	2	0.54880000	10	ABC
T 3	3	0.56853350	11	AB
T 3	4	0.59306670	12	A

Dependent Variable: Grande Naine

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.30614903	0.02783173	22.38	<.0001
Error	12	0.01492648	0.00124387		
Corrected Total	23	0.32107551			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Grande Naine Mean
0.953511	11.29117	0.035269	0.312356

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.04657670	0.02328835	18.72	0.0002
Dose	3	0.07994465	0.02664822	21.42	<.0001
Temp*Dose	6	0.17962767	0.02993795	24.07	<.0001

Temp	Dose	LSMEAN	Number
T 1	1	0.10986650	1 D
T 1	2	0.28373350	2 BC
T 1	3	0.32746700	3 B
T 1	4	0.34933300	4 B
T 2	1	0.24586650	5 BCD
T 2	2	0.33600000	6 B
T 2	3	0.59626650	7 A
T 2	4	0.31093350	8 BC
T 3	1	0.29386650	9 BC
T 3	2	0.34080000	10 B
T 3	3	0.17600000	11 CD
T 3	4	0.37813335	12 B

APÊNDICE 6. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de inverno (valores acidez total titulável).

Dependent Variable: Prata Anã

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.16883062	0.01534824	20.60	<.0001
Error	12	0.00894064	0.00074505		
Corrected Total	23	0.17777126			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prata Mean
0.949707	5.123061	0.027296	0.532800

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.01577507	0.00788754	10.59	0.0022
Dose	3	0.04399147	0.01466382	19.68	<.0001
Temp*Dose	6	0.10906408	0.01817735	24.40	<.0001

Temp	Dose	Prata LSMEAN	Number	
T 1	1	0.36053315	1	CD
T 1	2	0.39626650	2	C
T 1	3	0.68800000	3	A
T 1	4	0.56800000	4	B
T 2	1	0.58880000	5	AB
T 2	2	0.51573350	6	B
T 2	3	0.49973300	7	BC
T 2	4	0.51360000	8	B
T 3	1	0.55360000	9	B
T 3	2	0.54666650	10	B
T 3	3	0.59786700	11	AB
T 3	4	0.56480000	12	B

The GLM Procedure

Dependent Variable: Grande Naine

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.04845508	0.00440501	20.45	<.0001
Error	12	0.00258448	0.00021537		
Corrected Total	23	0.05103957			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Grande Naine Mean
0.949363	4.448357	0.014676	0.329911

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.00039604	0.00019802	0.92	0.4251
Dose	3	0.00959737	0.00319912	14.85	0.0002
Temp*Dose	6	0.03846168	0.00641028	29.76	<.0001

Temp	Dose	LSMEAN	Number
T 1	1	0.29706650	1 AB
T 1	2	0.24906650	2 B
T 1	3	0.39893300	3 A
T 1	4	0.36853300	4 A
T 2	1	0.35520000	5 A
T 2	2	0.32693300	6 AB
T 2	3	0.33173300	7 AB
T 2	4	0.32800000	8 AB
T 3	1	0.36160000	9 A
T 3	2	0.32586650	10 AB
T 3	3	0.24586650	11 B
T 3	4	0.37013350	12 A

APÊNDICE 7. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de verão (valores de firmeza de polpa em Newtons).

Dependent Variable: Prata Anã

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	4291.885583	390.171417	21.05	<.0001
Error	48	889.593750	18.533203		
Corrected Total	59	5181.479333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prata Mean
0.828313	15.55750	4.305021	27.67167

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	3682.006521	1841.003260	99.34	<.0001
Dose	3	114.524333	38.174778	2.06	0.1180
Temp*Dose	6	495.354729	82.559122	4.45	0.0012

Temp	Dose	Prata LSMEAN	Number	
T 1	1	20.3400000	1	FG
T 1	2	15.4200000	2	G
T 1	3	15.1200000	3	G
T 1	4	21.9350000	4	EFG
T 2	1	30.7200000	5	BCDE
T 2	2	31.2300000	6	BCD
T 2	3	22.4700000	7	DEFG
T 2	4	25.2750000	8	CDEF
T 3	1	38.2250000	9	AB
T 3	2	37.4050000	10	AB
T 3	3	40.8750000	11	A
T 3	4	33.0450000	12	ABC

The GLM Procedure

Dependent Variable: Grande Naine

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	5630.866375	511.896943	32.32	<.0001
Error	48	760.339030	15.840396		
Corrected Total	59	6391.205405			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Grande Naine Mean
0.881034	16.82063	3.980000	23.66142

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	5024.637216	2512.318608	158.60	<.0001
Dose	3	44.508795	14.836265	0.94	0.4303
Temp*Dose	6	561.720364	93.620061	5.91	0.0001

Least Squares Means

Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Temp	Dose	LSMEAN	Number
T 1	1	9.6150000	1 GH
T 1	2	7.2400000	2 H
T 1	3	13.2150000	3 FGH
T 1	4	16.9250000	4 EFG
T 2	1	26.9900000	5 BCD
T 2	2	29.8950000	6 ABC
T 2	3	20.1920000	7 DEF
T 2	4	23.8750000	8 CDE
T 3	1	32.5650000	9 AB
T 3	2	37.0200000	10 A
T 3	3	34.4050000	11 AB
T 3	4	32.0000000	12 ABC

APÊNDICE 8. Análise estatística para as cultivares Prata Anã e Grande Naine, colhidas no ciclo de inverno (valores de firmeza de polpa em Newtons).

Dependent Variable: Prata Anã

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	1369.870500	124.533682	14.50	<.0001
Error	48	412.348500	8.590594		
Corrected Total	59	1782.219000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prata Mean
0.768632	9.444084	2.930971	31.03500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	921.0979375	460.5489688	53.61	<.0001
Dose	3	187.3801667	62.4600556	7.27	0.0004
Temp*Dose	6	261.3923958	43.5653993	5.07	0.0004

Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey

Temp	Dose	Prata LSMEAN	LSMEAN Number	
T 1	1	22.3950000	1	E
T 1	2	29.9550000	2	CD
T 1	3	28.4250000	3	DE
T 1	4	26.6950000	4	DE
T 2	1	30.3150000	5	CD
T 2	2	31.6950000	6	CD
T 2	3	28.8500000	7	CD
T 2	4	28.9650000	8	CD
T 3	1	34.2100000	9	CD
T 3	2	35.1200000	10	AB
T 3	3	42.4550000	11	A
T 3	4	33.3400000	12	CD

The GLM Procedure

Dependent Variable: Grande Naine

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	2000.090125	181.826375	30.66	<.0001
Error	48	284.676750	5.930766		
Corrected Total	59	2284.766875			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Grande Naine Mean
0.875402	9.299537	2.435316	26.18750

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	1754.381687	877.190844	147.91	<.0001
Dose	3	79.078208	26.359403	4.44	0.0078
Temp*Dose	6	166.630229	27.771705	4.68	0.0008

Temp	Dose	LSMEAN	Number	
T 1	1	20.8650000	1	DE
T 1	2	22.2850000	2	DE
T 1	3	18.3300000	3	E
T 1	4	17.7750000	4	E
T 2	1	29.8950000	5	BC
T 2	2	25.0300000	6	CD
T 2	3	24.2700000	7	D
T 2	4	23.6650000	8	D
T 3	1	32.5650000	9	AB
T 3	2	31.5350000	10	AB
T 3	3	35.8800000	11	A
T 3	4	32.1550000	12	AB