**SELEÇÃO DE CARAMBOLEIRAS (*Averrhoa carambola* L.)
RELACIONADA ÀS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E
FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS**

PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **KEIGO MINAMI**

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz”, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de
concentração: Fitotecnia

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro - 2000

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Araújo, Paulo Sérgio Rodrigues de

Seleção de caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) relacionada às características biométricas e físico-químicas dos frutos / Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo. - Piracicaba, 2000.

59 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Biométrica 2. Carambola 3. Fruta tropical 4. Propriedade físico-química 5. Seleção vegetal 6. Variedade I. Título

CDD 634.6

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

ERRATAS

- No SUMÁRIO como na Revisão Bibliográfica os itens 3; 4; 5; 6; 7; 8; leia-se 2.5; 2.6; 3; 4; 5; 6; respectivamente;
- Na LISTA DE FIGURAS página vii, as Figuras 2, 3, 4, 5, e 6 está escrito e intervalos de confiança (95%); nos Resultados nas respectivas figuras não consta o referido intervalo de confiança, portanto não vale o escrito;
- Na linha 13 página 4 está escrito no CEAGESP, leia-se na CEAGESP;
- Na página 4 leia-se como título da Tabela. Comercialização de carambolas no período de 1992-1999, na CEAGESP, São Paulo. Piracicaba-SP, 1999;
- Na página 5 leia-se como título do Gráfico. Sazonalidade de carambolas no período de 1992-1999, na CEAGESP, São Paulo. Piracicaba-SP, 1999;
- Na linha 11 página 8 está escrito arbotivas, leia-se abortivas;
- Na linha 11 página 23 está escrito adotar um espaçamento entre 5-7 m, leia-se adotar um espaçamento de 7,0 x 5,0 m (ruas x plantas, respectivamente);
- Na linha 8 página 24 está escrito 15 caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) de pomar comercial, leia-se 15 caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) com 12 anos de idade, oriundas de sementes, em pomar comercial;
- Na linha 14 página 24 está escrito constando 50 frutos por planta, leia-se constando 50 frutos por planta em cada coleta.

AO ÚNICO DEUS, MINHA GRATIDÃO.

“...Mas onde se achará a sabedoria? E onde está o lugar do entendimento? O homem não conhece o valor dela, nem se acha ela na terra dos viventes. O Abismo diz: não está em mim; e o mar: não está comigo. Não se dá por ela ouro fino, nem se pesa prata em câmbio dela. O seu valor não se pode avaliar pelo ouro de Ofir, nem pelo precioso ônix, nem pela safira. O ouro não se iguala a ela, nem o cristal, ela não se trocará por jóia de ouro fino; faz esquecer o coral e o cristal; a aquisição da sabedoria é melhor que a de pérolas... Donde vem pois a sabedoria, e onde está o lugar do entendimento? Está encoberta aos olhos de todo vivente e oculta as aves do céu. O Abismo e a morte dizem: ouvimos com os nossos ouvidos a sua fama. Deus lhe entende o caminho, e ela é quem sabe o seu lugar. Porque ele perscruta até as extremidades da terra, vê tudo o que há debaixo dos céus. Quando regulou o peso do vento, e fixou a medida das águas; quando determinou leis para a chuva, o caminho para o relâmpago dos trovões; então viu ele a sabedoria e a manifestou; estabeleceu-a, e também a esquadrinhou....E disse ao homem: eis que o temor do Senhor é o princípio da sabedoria, revelam prudência todos os que a praticam, e o apartar-se do mal é o entendimento. O seu louvor permanece para sempre...”

Jó 28:12-28; Sl. 111:10

“Tenho admiração aos horizontes largos do campo, ao cheiro da terra, ao cair da chuva, a alegria do sol, as carícias do vento, ao cântico das aves e ao barulho das folhas causado pelo vento.

Tenho admiração ao crescer das plantas, ao marulhar das searas, às ondas de ouro dos trigais maduros, ao desabrochar dos flocos de algodão, ao cheiro dos frutos maduros e ao brilho colorido da erva ondulante.

Tenho admiração a todos os animais, grandes e pequenos, criados por Deus para auxiliar o homem; entenece-me a dedicação dos cavalos, a índole confiante dos carneiros, a docilidade das vacas e a serenidade dos porcos nos cevados; É a forma como agradecem o carinho e o cuidado com que são tratados.

Por admirar estas coisas; Creio na terra e na vida da gente do campo, nos seus anseios, nas suas aspirações e nas suas crenças ingênuas, nas suas faculdades e força para melhorar as condições de vida e criar um ambiente agradável para aqueles que lhes são queridos.

Creio nos lavradores como sólido esteio da Nação, reservatório inesgotável da sua prosperidade, a mais firme defesa contra os que, de dentro ou de fora, pretendem despojá-la.

Creio no direito do agricultor a um maior bem-estar, a um nível de vida que recompense seu capital, o seu trabalho e a sua perícia e o coloquem em situação idêntica à dos que trabalham no comércio e na indústria.

Creio no seu direito a colaborar com os vizinhos para a defesa de interesses comuns e creio nos benefícios da ciência posta a serviço do seu bom senso.

Creio na integridade dos lares rurais, na pureza do amor das moças do campo e na influência que o lar deve ter sobre a cultura, a arte e a energia. Creio nos jovens do campo, no seu anseio por se tornarem alguém, no seu direito a receberem preparação intelectual, física e moral, e a responderem ao apelo da terra que reclama os seus braços.

Creio no meu trabalho, na oportunidade que me dá para ser útil, no que encerra do espírito de humanidade e de fraternidade. Creio nos serviços ao público de que faço parte, no direito que tem de contar com minha lealdade e o meu entusiasmo para propagar nos seus estabelecidos e os ideais dos que buscam e encontram a verdade.

Creio em mim mesmo e humildemente, mas com toda a sinceridade, ofereço-me para auxiliar os homens, as mulheres e as crianças do campo a tornarem prósperas as suas terras, confortáveis e belos os seus lares, harmonioso o ambiente da comunidade rural e assim, tornar útil a minha própria vida.”

(Adaptado de um relatório de viagens de agrônomos portugueses – Publicado em 1954. Extensão Agrícola de Miguel Bechara)

“Tudo é loucura ou sonho no começo. Nada do que o homem fez no mundo teve início de outra maneira – mas já tantos sonhos se realizaram que não temos o direito de duvidar de nenhum” (Monteiro Lobato)

“Quando sonhamos sozinho é só um sonho. Se sonhamos juntos é o início de uma nova realidade” (D. Hélder Câmara)

“Se levássemos realmente a sério a idéia de que cada indivíduo tem um papel na tomada de decisões, isso mudaria os conceitos de educação e governo” (Karl Rogers)

Alguns homens vêem as coisas como elas são e perguntam: Por que? Eu vejo as coisas como não são e pergunto: Por que não? (Bernard Shaw)

“Ninguém educa ninguém, ninguém se educa sozinho, os homens se educam em comunhão” (Paulo Freire)

DEDICAÇÃO

A Eneida, minha esposa, pelo amor e partilha no dia a dia;

A Luisa: filha, agradeço a Deus pela dádiva da sua existência;

À Papai '*in memorian*', pela resistência em vida e pela honradez;

**A Mamãe, Pr. Samuel e D. Edla (sogros), pela referência de fé e prática
cristã, pelo exemplo de vida, pela dedicação e apoio;**

A Andréa, Sandia e Suely (irmã e cunhadas), pelo incentivo;

**A Aline, Camilla, Gabriela e Giovana (sobrinhas), pela alegria da
convivência.**

AGRADECIMENTOS

- À Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ao Departamento de Produção Vegetal, ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Laboratório de Entomologia, pelo lastro e amizade dos Professores, Pesquisadores e Funcionários;
- À Divisão de Biblioteca e Divulgação pela amizade, colaboração e eficiência, representada pelas bibliotecárias Eliana M. G. Sabino e Kátia M. de A. Ferraz;
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro na realização deste trabalho;
- À família Shimasaki, pela dedicação, pela prestimosidade da experiência e seção do pomar para realização dos experimentos;
- Ao Prof. Dr. Keigo Minami, pela orientação e sinceridade;
- Ao Prof. Dr. Salim Simão, pelo exemplo, apoio e estímulo;
- Ao Prof. Dr. Francisco de A. A. Mourão Filho, pela confiança e respeito;
- Aos amigos e colegas, por reconhecer o quanto foram importantes na realização deste curso; pela cooperação, companheirismo, paciência e estímulo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Importância econômica.....	2
2.2. Histórico.....	5
2.3. Valor nutricional e uso.....	7
2.4. Taxonomia e fisiologia.....	8
2.4.1. Descrição da planta.....	9
2.4.2. Aspectos ecofisiológicos.....	13
2.4.2.1. Temperatura.....	16
2.4.2.2. Precipitação e umidade.....	17
2.4.2.3. Luminosidade e ventos.....	17
2.4.3. Ação do clima sobre o desenvolvimento reprodutivo.....	18
2.4.4. Influência do solo.....	18
3. Genética e cultivares.....	19
4. Cultivo.....	23
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
6. RESULTADOS.....	27
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	47
8. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Frequência observada do número de gomos de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	29
2. Médias e intervalos de confiança (95%) para o comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	30
3. Médias e intervalos de confiança (95%) para o diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	32
4. Médias e intervalos de confiança (95%) para a massa de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	33
5. Médias e intervalos de confiança (95%) para o número de sementes de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	34
6. Médias e intervalos de confiança (95%) para a relação comprimento/diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas, isoladas e conjuntamente, nos seis períodos avaliados.....	36
7. Médias e intervalos de confiança (95%) para sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT), “ratio” (SST/ATT), firmeza de polpa e coloração externa (L C e h ⁰) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	41
8. Diagrama de dispersão das médias de comprimento versus diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	42
9. Diagrama de dispersão das médias da massa versus comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	42
10. Diagrama de dispersão das médias da massa versus diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	43

	Página
11. Diagrama de dispersão das médias de número de sementes versus sólidos solúveis totais (SST) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	44
12. Diagrama de dispersão das médias de sólidos solúveis totais (SST) versus acidez total titulável de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	45
13. Dendograma relacionando as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e “ratio” (SST/ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	45
14. Referência para o modelo “sun ray plot”	46
15. “Sun ray plot” relacionando as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, SST, ATT e “ratio” (SST/ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	46

LISTA DE TABELAS

	Páginas
1. Frequências observadas e referentes percentuais para o número de gomos de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	28
2. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para o comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	30
3. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para o diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	31
4. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para a massa de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	33
5. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para o número de sementes de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	34
6. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para a relação comprimento/diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	35
7. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e “ratio” (SST/ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	37
8. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para firmeza de polpa e coloração externa (L C e h ⁰) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados.....	38

SELEÇÃO DE CARAMBOLEIRAS (*Averrhoa carambola* L.) RELACIONADA ÀS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS

Autor: PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

Orientador: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

RESUMO

Neste trabalho caracterizou-se caramboleiras, relacionando-se as características biométricas e físico-químicas dos frutos, com potencialidade de utilização para consumo fresco e processamento agroindustrial. O experimento foi avaliado na Universidade de São Paulo, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no Departamento de Produção Vegetal e no Centro de Energia Nuclear de Agricultura-Laboratório de Entomologia, no município de Piracicaba, SP. Os frutos foram coletados de 15 caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) de pomar comercial, no município de Mirandópolis-SP. Realizou-se seis coletas de 50 frutos por planta, no período entre os 1^{os} semestres de 1997 e 1999, para avaliações biométricas de comprimento, diâmetro, massa, número de gomos e sementes. À avaliação dos parâmetros físico-químicos, procedeu-se amostragens aleatórias, constando três frutos nas referidas coletas, sendo analisadas a acidez total titulável, sólidos solúveis totais, firmeza de polpa, pH e coloração externa. Observou-se que a planta C1 e C3 foram superiores as demais em relação ao comprimento e massa dos frutos, apresentando elevados teores de sólidos solúveis totais, "ratio" e baixa acidez total titulável, características estas, interessantes para o consumo fresco, sendo limitante o grande número de sementes da planta C1 em relação a C3. Como opção para porta enxerto, devido ao elevado número de sementes nos frutos, destacaram-se três plantas: C1C, C1 e C1A. Para processamento, decorrente da elevada acidez total titulável, baixo número de sementes e tamanho entre médio e grande, destacou-se a planta C2C.

BIOMETRICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE STAR FRUIT (*Averrhoa carambola* L.) SELECTIONS

Author: PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

Adviser: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

SUMMARY

This research aimed to evaluate biometrical and physicochemical characteristics of star fruit selections. The experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Produção Vegetal and Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Entomologia, of the Universidade de São Paulo, from Piracicaba, São Paulo state, Brazil. The fruits were collected from 15 star fruit trees (*Averrhoa carambola* L.) of a commercial orchard, in Mirandópolis, São Paulo state, Brazil. Six harvests collections of 50 fruits for plant each, were made in the period between among the first semester of 1997 and first semester of 1999 for biometric evaluations: length, diameter, mass, corners and seeds numbers. The evaluation of the physical-chemical parameters was accomplished by aleatory sampling consisting three fruits per plant, being analyzed the total titratable acidity, total soluble solids, firmness, pH and skin color. It was observed that the two plants produced the largest fruit, with high total soluble solids content, low number of seeds, only differing with relationship to the number of seeds. Those plants are interesting for grafting as new scion clones due to the quality of the fruits for fresh consumption. As an option for rootstock, three plants were selected, due to the great number of seeds and high total titratable acidity. Another plant was selected for the industry, due to good fruit size, high total titratable acidity and low number of seeds.

1. INTRODUÇÃO

Decorrente da necessidade da conservação e exploração dos recursos de valor econômico atual e potencial, com um incremento contínuo da busca racional qualitativa e uso eficaz, deveria haver um esforço no sentido de minorar a erosão de fruteiras nativas e exóticas com características tropicais (Ferreira & Donadio, 1988; Ferreira *et al.*, 1987).

Saúco (1994) adotou o termo tropical referindo-se aos cultivos de fruteiras perenes - afora os citros - inseridos entre os paralelos 35º Norte e Sul, abrangendo em sua maioria, as regiões do sudeste asiático, África Tropical e Américas Central e do Sul - que apresentam uma baixa ou nenhuma tolerância a geadas. Reporta que em decorrência do crescimento do transporte intercontinental, algumas frutas tropicais tornaram-se rotineiramente viáveis aos consumidores de regiões distantes.

Proctor (1990) e Janick (1991) reportaram que o mercado frutícola caracteriza-se intrinsecamente pela gama de produtos ofertados, devido ao: (i) sabor agradável; (ii) versatilidade quanto ao consumo; (iii) tamanho e peso entre pequeno a médio; (iv) longo período de oferta; (v) textura variando desde cremosa a encrespada; (vi) apelo visual; (vii) oferta de alto teor de vitaminas e fibras naturais, baixo em calorias e gorduras. Extrinsicamente, decorrente de(a): (1) novos sabores e inovação alimentar; (2) expansão do conhecimento e de mercado; (3) atividades promocionais; (4) influência do hábito de minorias étnicas.

Janick (1991) relatou da necessidade de estratégias viáveis no desenvolvimento de novas cultivares, conjecturando ser melhor, àquela que atrela pelo menos 30% dos recursos da pesquisa com frutíferas, à exploração séria daquelas frutas denominadas "exóticas", restritas ao cultivo local, que por razões de adaptabilidade ou mercado preferencial, não são valorizadas.

Saúco (1994) referiu-se a caramboleira como uma das fruteiras com grande potencial, devido à capacidade de rápido desenvolvimento, alta produtividade, seleção de novos tipos doces, possibilidade de cultivo em

sistemas baixos (latada, casa de vegetação), fruto com aparência e sabor únicos e a possibilidade em contornar fatores limitantes de cultivo.

Na cidade de Georgetown (Guiana) em 1989, ocorreu um "workshop" que reuniu especialistas de 16 países para discutirem as atualidades e perspectivas desta espécie, assim justificando sua potencialidade e necessidades inerentes (Saúco & Menini, 1991).

A escassez de trabalhos sobre a caramboleira no Brasil, a crescente demanda de informações, o apelo mercadológico quanto ao formato e sabor exóticos, as possibilidades quanto à utilização do fruto, a adaptabilidade da planta às condições edafoclimáticas brasileira, a precocidade, a quantidade, regularidade e vida útil de produção, são parâmetros que induzem a viabilidade de cultivo na maioria do território nacional, exceto nas regiões submetidas a geadas e baixas temperaturas durante longo período.

Neste trabalho caracterizou-se caramboleiras oriundas de pomar comercial em relação às características biométricas e físico-químicas dos frutos, com potencialidade de utilização para consumo fresco e processamento agroindustrial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A caramboleira foi cultivada inicialmente na Ásia, parecendo ser mais apreciada no Oriente que no Ocidente. O principal produtor é Taiwan, com o Condado de Tainan representando 1/3 do cultivo, mantendo 3.100 ha com produção em 1986 de 38.270 t, oriunda de plantas entre 9-12 anos de idade, com a maioria da produção destinada ao consumo interno, exportando-se o excedente para o Japão, Hong-Kong, Singapura e Canadá (Green, 1987).

Em segundo lugar encontra-se a Malásia (destacando-se Selangor), com 896 ha cultivados, representando uma produção de 24.000 t (Wahab Ngah et

al., 1989), considerado o maior exportador, comercializando em 1988, cerca de 13.000 t para mais de quinze países, destacando-se Hong-Kong (50%) e a Unidade Européia (32%). O consumo local *per capita* alcançou nesse ano 0,441 Kg, prevendo-se que o consumo interno no ano 2.000 alcance a 42.200 t. Em 1992, a exportação estimada foi de 20.000 t.

Nos Estados Unidos destaca-se a Flórida (Condado de Dade, Lee, Glades e Palm Beach), que mantinha 176 ha cultivados, com 90% das plantas com idade menor que cinco anos. A produção em 1989-1990 foi de 590 t (Saúco & Menini, 1991). A passagem do furacão “Andrés” causou uma redução em 35 % da área total cultivada no Condado de Dade, ressaltando que 90% das caramboleiras sobreviveram, em relação aos 162 ha de cultivo (Schaffer & Crane, 1996).

Outras regiões com cultivos comerciais encontram-se nas áreas costeiras da Guiana (Pomeroom) com 150 ha, na Austrália - há mais de cem anos (Darwin, Queensland e Nova Gales do Sul), Tailândia, Israel, Trinidad-Tobago, Suriname e Sul da Nicarágua (Rivas, Buenos Aires e Potosi).

Na América do Sul destaca-se como exportador a Colômbia, comercializando principalmente com a Inglaterra, Holanda e Canadá (Ito & Hamilton, 1990; Barbeau, 1994; Lennox & Regoonath, 1990; Saúco & Menini, 1991).

A Unidade Européia tem apresentado um considerável aumento na demanda, sendo suprida pela importação da Malásia. Em Trinidad-Tobago, o valor unitário do fruto fresco alcançou US\$ 0.18 ou US\$ 0.71-0.94/Kg, sendo que na época natalina atingiu US\$ 6.60/Kg, estimando-se que o mercado local tenha capacidade de consumir, após processamento, até 10,0 t por mês. No mercado internacional, o preço tem variado entre US\$ 3.76-5.65/Kg (Lennox & Ragoonath, 1990). Em 1989, nos mercados especializados em Londres, o preço alcançou 15\$/unidade (Saúco & Menini, 1991; citando Anon.¹). Miller & McDonald (1990) afirmaram que existe um mercado para carambolas em franca expansão.

¹ ANON. Carambola's potential as a true star fruit. **Fruit Trades Journal**. n.20, p.14, 1988.

No Brasil, há pelo menos dez anos, a caramboleira não era considerada como uma fruteira comercial (Narain *et al.*, 1988; Donadio, 1989). Encontrava-se em terceiro lugar, com produção anual em torno de 3.000 t, provenientes na sua maioria de pomares domésticos (Donadio, 1989). Araújo *et al.* (2000) reportaram que o principal consumidor é o estado de São Paulo, destacando-se as regiões produtoras de Campinas e Araçatuba, com sazonalidade e oferta estimadas, com base nos dados originais obtidos no CEAGESP-SP, apresentadas na seqüência.

Observa-se que a menor oferta e preço da caixa (15,0 Kg) nos meses de setembro, outubro e novembro, pode ser decorrente da diminuição da demanda e oferta, após o período invernal. Ressalta-se uma menor oferta da caixeta em 1999, embora tenha havido um incremento de valorização no mercado, pela suposta diminuição da oferta no CEAGESP-SP, possivelmente em decorrência da comercialização do produtor diretamente com as grandes redes de supermercados. Ressalta-se a baixa qualidade das plantas e a desuniformidade de produção, pela falta de material vegetal selecionado e da propagação deste ser preponderantemente através de sementes (Araújo *et al.*, 2000).

Oferta/Ano	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999*
Caixa (15,0 Kg)	8.239	65.321	95.800	92.250	72.704	84.031	73.307	122.345
Caixeta (6,0 Kg)	65.118	24.749	14.228	30.301	59.315	85.106	95.737	29.504

(*) Dados inclusos até o mês de setembro.

2.2. HISTÓRICO

A caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) é considerada originária do sudeste da Ásia, possivelmente da Indonésia ou Malásia (Popenoe, 1924; Litz & Griffis, 1989 citando Burkill²). Considera-se ainda que o gênero seja oriundo da Índia e Molucas (Saúco & Menini, 1991; citando Chandler³).

A caramboleira cultivada - são desconhecidas populações silvestres, atestando sua antiga utilização pelo homem - tem como principal centro de origem a região Indochina-Indonésia. Aparece como centro secundário o norte da América do Sul, a Guiana e áreas próximas, sendo encontrada quase co-

² BURKILL, I. H. *A dictionary of the economic products of the Malay peninsula*. Min. Agric. Coop., Kuala Lumpur, 1966.

³ CHANDLER, W. H. *Evergreen orchard*. Lea and Febiger. Philadelphia. 1958. 535p.

naturalizada há 150-200 anos. (Narain *et al.*, 1988; citando Hayes⁴; Miller & McDonald, 1990; Nagy *et al.*, 1990; Saúco & Menini, 1991).

Sua introdução no continente americano reporta ao final do século XVII (Rios-Castaño & Vasquez, 1972). Foi introduzida no Brasil, juntamente com o limão caiano (*Averrhoa bilimbi* L.) e outras plantas de origem asiática, com a chegada em 01 de maio de 1811 do agrônomo francês Paul Germain, que as trouxe de cultivos em Cayenna para o extinto jardim da Aclimação em Olinda, em Pernambuco, de onde se espalhou para todo o litoral do país (Granato, 1919).

Foi encontrada em 1856, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (Knight, 1989); em 1887, na Flórida (Saúco & Menini, 1991; citando Knight⁵); em 1889, em Trinidad-Tobago (Andrews, 1989) e provavelmente em todo o Caribe. Foi citada, em 1930, na Colômbia e mais recentemente noutras regiões a oeste da América Tropical. No Havaí, não documentado, foi introduzida por comerciantes de sândalo e poderia estar presente antes de 1789, segundo Nakasone (Saúco & Menini, 1991).

Salakpetch *et al.* (1990) citando Veldkamp⁶ e Mitcham & McDonald (1991) afirmaram que pouco se conhece sobre o desenvolvimento anatômico, morfologia, fisiologia do desenvolvimento e frutificação da caramboleira. Excetuando a Malásia, Taiwan, Austrália, Guiana e Flórida, seria praticamente desconhecida nos trópicos.

⁴ HAYES, H.B. Fruit growing in India. **Allahabad**, Kitabistan, p. 392-3, 1960.

⁵ KNIGHT, R.J. The carambola: a fruit for South Florida. **Muse News**, v. 1, n.3, p. 60-1, 1969.

⁶ VELDKAMP, F. Oxalidaceae. In: Van Steenis C.G. (Editor). **Flora Malesiana** Series 1. Leyden: Boorddhoff International Publishing, v.7, p.151-178, 1976.

2.3. VALOR NUTRICIONAL E USO

O teor de água no fruto corresponde entre 90,4-94,1% do seu peso seco. O conteúdo de açúcares (frutose e galactose) varia entre 3,5-15,0%, tendo os cultivares selecionados entre 7-13 °Brix. O teor de ácido oxálico varia entre 0,04-0,7 mg/100 g de suco, sendo uma boa fonte de ácido ascórbico, que varia entre 14-100 mg/100 g de polpa e de vitamina A (560 unidades/100 g). O conteúdo de fibra bruta varia entre 0,7-1,0%. Foram isolados 17 aminoácidos, sendo os principais a serina, ácido glutâmico, alanina e niacina (35 mg/100 g de polpa). Possui elevado teor calórico ($\cong$ 35 cal/100 g suco).

Apresenta-se como importante fonte de potássio (200 mg/100 g de polpa) contendo em menor proporção cálcio (4,0-9,0 mg), ferro (0,8-2,0 mg) sódio e fósforo. Constatou-se nos frutos verdes uma grande quantidade de ácido tartárico que praticamente desaparece com a maturação (Vines & Grierson, 1966; Campbell & Koch, 1989; Lennox & Regoonath, 1990; Saúco & Menini, 1991).

As carambolas são classificadas em dois grupos, o tipo ácido que deve ser consumido após um processo de transformação e o doce, oriundo de seleção recente, que se destina ao consumo fresco, que não deve ser processado, já que perde sua identidade após a cocção. Há uma publicação na Flórida que descreve 45 receitas diferentes que empregam carambolas, constando sete pratos principais, quatro biscoitos, 26 sobremesas e oito marmeladas, gelatinas ou similares (Saúco & Menini, 1991).

A polpa pode ser envasada em calda, para preparação de sucos, picles e licor (Ramsammy, 1989). Pode ser confeccionada a passa, com ou sem adição de açúcar (Watson *et al.*, 1988) ou no preparo de vinhos doces (Lewis & Groeizam, 1989). Há possibilidade do envasamento de rodela fresca a vácuo, que permitiria o uso de frutos de segunda e o aproveitamento em restaurantes. A forma típica de estrela em seção transversal dos frutos, é ideal para decorar saladas, bebidas e pratos, dentre outros usos. Além disso, o ciclo produtivo ao longo do ano, torna a oferta sempre disponível para consumo, que unido ao

longo período produtivo outorga uma larga vantagem de comercialização (Saúco & Menini, 1991).

Na Guiana, os tipos ácidos, ricos em oxalato de potássio, são utilizados na eliminação de manchas de ferrugem, produtos de limpeza e vinagre. Nas Filipinas, as folhas e brotos moídos são usados para varicela, como anti-helmínticos e para dores de cabeça. Os indianos consideram os frutos estimulantes do apetite (Saúco & Menini, 1991).

O fruto é considerado laxante, refrigerante, antiescorbuto, antitérmico e antidisentérico. As sementes descascadas e preparadas por infusão são indicadas como possuidoras de propriedades emenagogas, lactogogas, arbotivas em doses elevadas e abrandadora de asma e de cólicas diversas (Saúco & Menini, 1991; citando Coronel⁷).

2.4. TAXONOMIA E FISIOLOGIA

A família *Oxalidaceae* tem 6-8 gêneros e cerca de 575-900 espécies (Saúco & Menini, 1991; Hong *et al.*, 1996), disseminadas nas regiões tropical e subtropical, em muitos casos numa altitude elevada e com representantes escassos nas zonas temperadas. Esta família contém fundamentalmente plantas herbáceas, em menor número tubérculos e bulbos, alguns arbustos e somente dois gêneros arbóreos (*Averrhoa* e *Sarcotheca*). O gênero mais importante *Oxalis* contém cerca de 800 espécies, na sua maioria consideradas plantas invasoras de jardins nas zonas temperadas (Hemisfério Norte) ou são cultivadas como ornamentais em jardins ou ambientes interiores (Saúco & Menini, 1991; citando Cronquist⁸).

A mais importante espécie dessa família é a *Oxalis tuberosa* Mel., cultivada nos Andes em grandes altitudes desde a Colômbia até a Bolívia,

⁷ CORONEL, R. E. **Balimbing and kamias. Promissing fruits of the Philippines.** College of Agriculture University of the Philippines at Los Baños. 1983. 508p.

⁸ CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants.** Columbia United Press, New York. 1981.

donde sua importância como tubérculo é superada apenas pela batata (Saúco & Menini, 1991; citando Chandler,⁹).

Dentre as plantas lenhosas, apenas outra espécie originária do Sudeste da Ásia tem despertado interesse como fruta, o limão caiano (*Averrhoa bilimbi*), que além de fornecer uma madeira vermelho-clara, bonita e durável, para confecção de utensílios domésticos, apresenta frutos ricos em ácido oxálico, de excelente sabor quando maduros, sendo utilizados na fabricação de geléias, compotas, xaropes, bebidas fermentadas, algumas vezes são consumidos de forma natural ou em preparados para uso medicinal (Silva, 1995).

O gênero *Averrhoa* foi dedicado ao médico e filósofo muçulmano Averroes, que viveu na Espanha no século XII (Saúco & Menini, 1991). Segundo Popenoe (1924) o nome carambola provém da costa de Malabar (oeste da Índia), sendo adotado por marinheiros portugueses. Recebe outras denominações como "karmara" (sânscrito) - indicação de que era conhecida antes da colonização europeia - "yongt'o", "wou-lien tsen" (chinês); "kâykhe" (Indochina); "belibing bing", "b. batu", "kambola", "caramba" (Malásia); "vinagrillo" (República Dominicana); "mamocillo chino" (Panamá); "zimblime" (Haiti); "Pommier de Goa", "carambolier", "carambole" (francês); "star fruit" (inglês), dentre outros (Saúco & Menini, 1991).

2.4.1. DESCRIÇÃO DA PLANTA

A caramboleira caracteriza-se como uma pequena árvore tropical, perene, de crescimento lento, alcançando até 15,0 m de altura aos 25 anos de idade, que é considerado o período de vida útil para esta espécie (Saúco & Menini, 1991; citando Ostes & Martin-Prevel¹⁰). Possui porte piramidal quando jovem, copa densa arredondada, simétrica ou irregular, com 6,0-7,5 m de diâmetro, apresentando ramos abertos, facilmente conformados por meio de

⁹ CHANDLER. W.H. **Evergreen orchard**. Lea and Febiger, Philadelphia, 1958. 535p.

¹⁰ OSTES, E.; MARTIN-PREVEL, P. **Rapport de Mission Prospection Litchis du 5 mars on 4 avril 1987**. CIRAD-IRFA. Montpellier. 1987. 46p.

podas. O tronco é encurtado, torcido, áspero, de coloração marrom-café, tendendo a produzir ramos baixeiros. Os ramos jovens estão recobertos com pelos curtos suaves de coloração amarela (Lennox & Regoonath, 1990; Saúco & Menini, 1991).

A planta se mantém sempre verde, com rápida entrada em produção e um número variável de florações ao longo do ano, encontrando-se concomitantemente folhas verdes, flores rosas ou roxas, frutos verdes e maduros (Saúco & Menini, 1991).

As folhas são compostas (2-5 pares), geralmente imparimpenadas, completas, ovaladas ou oval-lanceoladas, dispostas alternadamente, pecioladas e pinadas, de coloração roxa bronzeada quando jovem e verde pálido a escuro quando adultas. O pecíolo e a ráquis podem atingir 20 cm.

A ráquis de cor café ou púrpura esverdeada é triangular, larga na base e arredondada no ápice, recoberta com pelos curtos de coloração café ou roxa. Possui número variável de pares de folíolos (2-11), usualmente 3-6, que se dispõem alternos ou parcialmente opostos ao longo da ráquis em peciolíolos arredondados, cor violeta, pubescentes, com 2-4 mm de comprimento.

Os folíolos têm forma ovalada, oval-lanceolada ou elíptico-oblonga sendo oblíquos ou arredondados e cuneiforme na base e acuminado, curto e inteiro no ápice. O limbo mede 2,5-7,5 cm de comprimento, sendo pubescentes na face superior e lisa ou quase lisa na inferior. O comprimento do pecíolo e ráquis, a disposição, número, forma e dimensão dos folíolos variam intraespecificamente e são utilizados dentre outros caracteres, para identificação e classificação de cultivares. Os folíolos são sensíveis à luz e se fecham quando golpeados fortemente (Hubert, 1912; Popenoe, 1924; Watson *et al.*, 1988; Saúco & Menini, 1991).

As flores surgem em panículas suportadas por ramos delgados, ramificados desde a base, com 1,0-8,0 cm de comprimento, com ráquis arroxado e pubescente, em sua maioria, situado nas axilas das folhas, embora também se desenvolvam em ramos velhos sem folhas e naqueles terminais. Grande parte das flores se encontra na periferia da copa, donde se destacam

pelo seu colorido rosa-arroxeadado. As flores são perfeitas, com 5,0-12,0 mm de comprimento, acampanuladas, descansando em pedicelos curtos (cerca de 1,0 mm), articulados redondos, lisos e de cor roxo escuro.

A heterostilia (distilia) é uma característica da espécie, existindo plantas cujas flores apresentam estilo longo e estame curto e vice-e-versa. Apresenta cinco sépalas, de coloração roxa escura, comprimento entre 3,0-4,0 mm (quase o dobro da largura), eretas, ovaladas, lisas ou quase lisas. As pétalas também são em número de cinco, forma obovada-oblonga, lisas no dorso e pubescentes no interior. Apresentam 10 estames, cinco epipétalos reduzidos a estaminóides, carecendo de anteras ou possuindo anteras abortivas sem pólen. Os estames episépalos são lisos e variam em tamanho de acordo com o tipo de flor, entre 3,0-4,0 e 5,0-6,0 mm para aqueles de estilo longo e curto, respectivamente, possuindo anteras de coloração branca amarelada.

O ovário é sulcado, branco esverdeado, comprimento entre 15,0-25,0 mm, apresentando 4-5 lóculos que contém em cada um, 2-4 óvulos superpostos. Existem 4-5 estilos que saem do tubo da corola, conformando-se em estilo único com 2,0 e 0,5-1,0 mm de comprimento para aqueles com estilo longo e curto, respectivamente. A superfície estigmática apresenta numerosas papilas (Saúco & Menini, 1991).

A maioria dos frutos é produzida nas partes expostas à insolação indireta. O fruto é uma baga carnosa, com forma ovóide ou elipsoidal, variando no tamanho entre 50-250 mm de comprimento e 30-100 mm de diâmetro, com peso comercial entre 100-250 g. Apresenta cinco costelas ou asas longitudinais, raramente 4-6, ainda que haja citação com duas e oito (Saúco & Menini, 1991; citando Nand¹¹), que torna os frutos, quando seccionados longitudinalmente, com um aspecto único, no formato de estrela com cinco pontas. A configuração das asas pode ser aguda ou plana, com bordas arredondadas ou afiladas, estas últimas pouco desejáveis, já que são mais susceptíveis a danos por atritos.

¹¹ NAND, D. Floral morphology and abnormalities in carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit (cause unknown). *Science and Culture*. v.33, n.5, p.240, 1967.

A carambola madura tem coloração verde ou amarela, alguns tipos apresentando uma coloração esbranquiçada, marrom pálida ou laranja. A epiderme, consumida junto com a polpa, é translúcida, delgada, possuindo ou não uma cutícula cerosa. A polpa é translúcida, bastante sucosa, sem fibras, com textura variando desde branda a firme e crocante. Quando amadurecem na planta têm o sabor mais agradável, embora sejam mais susceptíveis a danos. Os frutos devem ser manipulados cuidadosamente. Sob condições tropicais ou nos meses de verão nos subtrópicos, os frutos alcançam a maturidade em 2-3 meses a partir da floração, aumentando esse período em 3-4,5 meses, nas condições de clima subtropical.

As sementes são brilhantes, delgadas, de coloração marrom (café) claro, forma ovóide e aplainada, com 6,0-13,0 mm de comprimento, envolvidas por um arilo gelatinoso. O peso médio de 1.000 sementes é cerca de 66,0 g, que contém o teor médio e crítico à viabilidade de água em sementes inteiras de 55 e 12,3 %, respectivamente (Hong *et al.*, 1996). O número varia segundo cultivares, presença de polinizadores e condições ecológicas. Podem chegar ao número de 15 (0-3 por lóculo), sendo melhor quanto menor essa quantidade. Perdem rapidamente a viabilidade após separadas dos frutos (Saúco & Menini, 1991).

2.4.2. ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS

Pouco se conhece da fisiologia da caramboleira, ainda que seja semelhante a outras fruteiras tropicais arbóreas, em relação ao seu metabolismo (C₃) que corresponde a sua assimilação de carbono anidro atmosférico por carboxilação diurna de ribulose fosfato. Devido ao recente interesse de cultivo comercial iniciou-se o estudo das fases de desenvolvimento reprodutivo, esquematizados como segue: (1) diferenciação floral (iniciação→emergência); (2) crescimento de panículas; (3) floração (antese, deiscências de anteras, polinização); (4) frutificação (Saúco & Menini, 1991).

Ocorrem diversas floradas, dependendo da cultivar e das condições ecológicas (quanto mais tropical mais contínua a floração), em áreas distintas da árvore e de acordo com os métodos reprodutivos. Uma das características mais importantes para exploração comercial desta espécie é sua alta produtividade, motivada principalmente pela facilidade em que ocorre a iniciação floral nas gemas. Teoricamente, existem gemas em todo o caule capazes de produzir flores. As plantas enxertadas podem produzir flores em nove meses (Watson *et al.*, 1988). Entretanto, plântulas oriundas de sementes, usualmente, entram em floração entre 4-6 anos, nos climas tropicais (Saúco & Menini, 1991).

É necessário conhecer a influência dos processos fisiológicos e do meio ambiente na iniciação floral. Nem a mudança do fotoperíodo de 8 para 16 horas, tampouco a variação de temperatura dia/noite em intervalos de 30/25, 25/20, 30/15, e 34/20 °C, influenciam na redução da iniciação floral, como a resposta ao estresse hídrico (Green, 1987; Salakpetch *et al.*, 1990); não descartando-se a nutrição, fitohormônios, dentre outros. A temperatura influencia o florescimento, sendo difícil explicar, como na Austrália, há épocas distintas da floração em diversas condições de cultivos comerciais com baixa precipitação (Watson *et al.*, 1988).

A floração ocorre aproximadamente duas semanas e meia após a iniciação floral, sendo que em cada inflorescência desenvolvem-se flores

durante 2-4 semanas, período em que pode ocorrer a abertura de mais de 50 flores por inflorescência. As temperaturas elevadas, dentro das faixas não danosas, aceleram não somente a fase de crescimento da inflorescência como também todo o processo reprodutivo. Entretanto, as temperaturas abaixo de 0 °C e os ventos destroem as inflorescências.

A antese floral ocorre durante o dia, produzindo-se a abertura entre 8:00 e 10:00 h e fechamento entre 14:00 e 18:00 h. Na manhã seguinte as pétalas caem e expõe o ovário branco esverdeado. Após sua abertura, as flores ainda não estão receptivas, podendo permanecer na planta por 16 dias. O esquema de crescimento das flores dentro da inflorescência é basipétalo, desenvolvendo-se as flores terminais dos eixos secundários, seguindo-se as do eixo terciário (Salakpetch *et al.*, 1990).

O pólen pegajoso indica a necessidade de insetos para uma boa polinização, que pode ser parcialmente anemófila, já que ocorre a expulsão do pólen para o exterior no momento que ocorre a deiscência das anteras. Além da cor brilhante das flores, seu néctar e pólen são atrativos às abelhas *Apis* sp. e *Trigona* sp. Na Malásia há indicações que a *Apis mellifera* é um polinizador eficiente e recomendam a colocação de uma colméia a cada 0,4 ha cultivados (Wahab Ngah *et al.*, 1989). Deve-se evitar na época de floração o uso de pesticidas que podem matar as abelhas ou simplesmente perturbá-las.

Comprovou-se que não se tem problemas de viabilidade de pólen nas 24 horas anteriores ou posteriores à abertura dos sacos polínicos, mesmo em temperaturas superiores a 30-35 °C, não houve redução da germinação do pólen com o crescimento do tubo polínico (Saúco & Menini, 1991; citando Fatt & Hassan¹²), o que pode ser um problema para o início da maturação dos frutos nos meses mais quentes do verão em algumas regiões subtropicais. Entre o surgimento da gema de aproximadamente 1,0 mm de diâmetro (fase descrita como estágio 1) até a abertura total da flor (denominado estágio 9) estima-se

¹² FATT, L.P.; HASSAN, A. Handling and shipping of starfruits. *Teknologi Makanan*. Jil. 3. Bil., n.2, p.39-44. 1984.

duas semanas (Darshana, 1970). Após a antese as pétalas se dobram para dentro, unindo-se pelo ápice, então ocorre o fechamento da flor.

A heterostilia é causa de algumas falhas de polinização e de problemas de auto-incompatibilidade, que chega a ser total no cruzamento estilo curto x curto, tanto para flores da mesma árvore como de outra. A proporção de fruta que inicia a maturação é baixa em cruzamento estilo longo x longo, enquanto que não há ocorrência destes no cruzamento estilo longo x curto e vice-versa. Os estudos efetuados em microscópio de inflorescência, após o tingimento com azul de anilina, apresentam que em todos os casos ocorre a germinação do pólen embora os cruzamentos não sejam compatíveis (curto x curto e longo x longo) os tubos polínicos são geralmente inibidos no estilo (Saúco & Menini, 1991).

Em alguns cultivares, como Golden Star (estilo longo) alguns tubos polínicos penetram também no ovário e ocorre o início da expansão do ovário de um fruto normal. De fato, não se tem efetuado estudos em microscópio, de outros cultivares com estilo longo, em isolamento (Newcomb, Thayer, Arkim e o próprio Golden Star) que nas Canárias produzem bem (Saúco *et al.*, 1989). Na Austrália se tem registro que os cultivares de estilo longo são autoférteis e alguns com estilo curto são incompatíveis (Watson *et al.*, 1988). Ressalta-se nestes casos, um menor número de sementes, embora não comprometam o tamanho do fruto, o que é considerado uma vantagem comercial.

Entre 7-10 dias após a polinização evidenciou-se a iniciação da expansão do ovário, ocorrendo falha pela queda das flores (Knight, 1965). Saúco & Menini (1991) citando Campbell¹³, que define o início da expansão do ovário, como o estado em que as pétalas caem, começando a expansão e mudança da cor do ovário de esbranquiçado a verde brilhante. Posteriormente, ocorre o crescimento do fruto, primeiro por divisão celular até alcançar 12,0-15,0 mm de comprimento, seguindo-se o crescimento por alongamento celular, fundamentalmente no mesocarpo (Kumar, 1975).

¹³ CAMPBELL, C.A. **Carambola fruit development and storage in Florida**. Master of science. Thesis University of Florida. 60p., 1987.

O problema da carambola não é escassez de produção, mas a excessiva carga de frutos, podendo inclusive promover rompimento do limbo e por consequência, menor tamanho do fruto ou atrito entre frutos - um grave problema nesta espécie - que pode ser solucionado por meio de um raleamento de frutos e seleção de cultivares adequados.

A planta apresenta grande plasticidade de adaptação, variando desde Selangor (3^o latitude Norte), Flórida (25-27^o N) até Israel (33^o N), sabendo-se que os fatores edafoclimáticos inerentes aos cultivos comerciais, interferem de forma conjunta, não podendo ser estipulados de forma clara à prática agronômica.

2.4.2.1. TEMPERATURA

A temperatura ideal à cultura varia entre 21-32 °C (Wahab Ngah *et al.*, 1989), sem que haja indicação dos extremos acima ou abaixo que paralise o crescimento, assemelhando-se a outras espécies tropicais de origem similar, com extremos entre 15-40 °C (Saúco & Menini, 1991; citando Alvin & Kozlowski¹⁴). Na Austrália não se recomenda o cultivo em áreas com temperatura mínima média inferior a 8 °C (Watson *et al.*, 1988). Embora a caramboleira tenha se mostrado mais resistente que a mangueira e o abacateiro antilhano durante algumas geadas na Flórida (EUA), tendo no inverno de 1977 suportado algo mais que um dia, temperaturas em torno de -4 °C, sem morrerem (Campbell *et al.*, 1977).

As árvores jovens podem sofrer danos em temperaturas iguais ou superiores a 0 °C podendo morrer entre -1 e 0 °C. Os brotos tenros das árvores adultas têm comportamento semelhante às árvores jovens, havendo desfolhação a -1 °C (Wutscher & Shull, 1974).

¹⁴ ALVIN, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of Tropical Crops**. Academic Press. New York. 502p. 1977

A temperatura exerce importante papel na qualidade do fruto, havendo diferenças de até 6 °Brix entre carambolas da mesma cultivar, colhidas no verão e inverno, em climas subtropicais e de acordo com a latitude (Watson *et al.*, 1988).

2.4.2.2. PRECIPITAÇÃO E UMIDADE

A planta prefere um clima úmido com distribuição uniforme das chuvas durante o ano todo. A precipitação considerada ótima na Malásia e Guiana é de 2.500 mm/ano (Wahab Ngah *et al.*, 1989), ainda que se tenha registrado como adequada entre 1.500-3.000 mm (Saúco & Menini, 1991; citando Parker¹⁵). Há zonas secas de cultivo na Índia, havendo tolerância quanto a período estacional bem definido (Popenoe, 1924; Coronel, *op. cit.* p.8; Saúco & Menini, 1991; citando Martin *et al.*¹⁶), adaptando-se bem a climas monzônicos (Knight, 1983). A qualidade e o sabor da fruta melhoram em regiões com precipitação anual superior a 1800 mm. Na Austrália (Saúco & Menini, 1991; citando Morton¹⁷) se tem obtido uma fruta de boa qualidade. Nas Canárias, para algumas cultivares originárias da Flórida, 800 mm/ano entre precipitação e irrigação têm sido suficientes (Saúco *et al.*, 1989).

2.4.2.3. LUMINOSIDADE E VENTO

Há indicações de requerimento de sombra para um melhor crescimento (Samson, 1986), obtendo-se uma produção ótima em plantas sob pouca irrigação cultivadas à plena luz. São recomendadas zonas com alta insolação, preferencialmente, superior a 2.000 h/ano (Watson *et al.*, 1988).

¹⁵ PARKER, G.H. Carambola. Rare fruit Council of Australia. **Fact Sheet**, n.7, 4p. (Comp.)

¹⁶ MARTIN, F.W.; CAMPBELL, C.W.; RUBERTE, R.M. Perennial edible fruits of the tropics. **Agriculture Handbook**, n.642, 1987. 247p.

¹⁷ MORTON, J.F. Oxalidaceae. Carambola. Fruits of warm climates. **Creative Resource Systems**, Inc. Curtis F. Laurent Jr. (Ed.) Department of Agriculture and Consumer Services:125-9, 1964. 1987.

Os ventos secos e quentes causam danos até a morte destas árvores em alguns vales em Israel onde prevalecem essas condições (Morton, *op. cit.* p. 31). Os ventos frios em torno de 10 °C e superiores a 80 km/h podem causar desfolhamento parciais ou totais, tendo as plantas se recuperado em poucos meses (Saúco *et al.*, 1989), promovendo efeitos traumáticos em ramos, folhas e queda de frutos, além do atrito que deprecia os frutos à colheita. Recomenda-se o uso de quebra-ventos temporários (Watson *et al.*, 1988), embora a preferência seja por cultivos protegidos.

2.4.3. AÇÃO DO CLIMA SOBRE O DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO

O estresse hídrico é um dos fatores climáticos de maior influência sobre a iniciação floral, não excluindo mudanças de temperaturas dia/noite, que nos limites normais dos trópicos (fotoperíodo entre 8-16 h) exerce uma influência notável.

Originada no tropico úmido, não é demasiado exigente em umidade na floração e início da maturação do fruto. A duração do período de floração e/ou de produção é notadamente influenciada pela temperatura, aumentando da zona mais fria a mais quente, para a mesma latitude, da maior para a menor altitude. A duração da fase compreendida entre a antese e a colheita é também influenciada pela temperatura, sendo mais curta quanto maior a faixa de temperatura, podendo estimar entre 15-30 °C. Se tem registrado diferenças no desenvolvimento dos frutos, com menor tamanho e conteúdo de açúcares em épocas com temperaturas baixas (Watson *et al.*, 1988).

2.4.4. INFLUÊNCIA DO SOLO

A carambola é uma planta pouco exigente quanto a solos, havendo diferenças entre plântulas em relação à adaptação em condições adversas. Do

ponto de vista físico, são cultivadas desde solos pouco profundos como os rochosos e calcários da Flórida (0,40 m de profundidade) sem maiores problemas. Embora haja preferência por solos profundos, férteis, textura areno-argilosa ou argilo-arenosa, rico em matéria orgânica. Adapta-se em solos com diferentes texturas, arenosos ou muito argilosos (Popenoe, 1924; Coronel, *op. cit.*, p.8).

É bastante exigente em drenagem (Campbel, 1989; Coronel, *ibid.*; Watson *et al.*, 1988). São indicados solos com pH entre 5,5-6,5, embora tolere condições abaixo de 5,5 em relação ao abacateiro, mangueira e lichia.

Em Selangor, considerada como tendo condições ideais, tem área de cultivo com pH = 4,5 (Green, 1987). Pode ser cultivada em solos alcalinos, tolerando na Flórida pH entre 7,5-7,7 (Knight, 1983). Nas Canárias, plantas jovens estão em áreas com pH= 8,1, sem sintomas de danos. Em qualquer caso, nestes solos com pH elevado há ocorrência de clorose férrica e carência de zinco e manganês (Campbell, 1971; Campbell *et al.*, 1977).

Do ponto de vista químico, é uma planta exigente quanto à fertilidade do solo, apesar de produzir abundantemente em condições adversas. Há pouca informação de resistência à salinidade, ressaltando-se que não produz bem em condições com alta salinidade (Campbell, 1989). Nas Canárias, suporta águas com elevada condutividade elétrica e pH (cerca de 8,5) sem maiores danos em relação a mangueira (Saúco & Menini, 1991).

3. GENÉTICA E CULTIVARES

A espécie *Averrhoa carambola* L. possui um número de cromossomos $2n=22$ ou 24 (Ramsammy, 1989). No sudeste asiático se tem realizado grande número de seleções de árvores procedentes de sementes, que se destacaram por alguma característica desejável sem que houvesse um plano adequado de melhoramento. A maior dificuldade de identificação desse material é a rápida entrada em produção e a ampla heterozigose (Narain *et al.*, 1988; citando

Hayes *op. cit.*, p 6; Miller & McDonald, 1990; Nagy *et al.*, 1990; Saúco & Menini, 1991).

Popenoe (1924) e Stephens (1936) afirmaram que não se tinha estabelecido "variedades hortícolas", apesar de haver a caracterização dos tipos doces e ácidos. Nas Filipinas em 1983, não havia variedades comerciais (Coronel, *op. cit.* p.8). Campbell (1965) reportou que na Flórida obteve-se a cultivar Golden Star através de seleção. Outros países têm selecionado suas próprias cultivares, destacando-se o Departamento de Agricultura da Malásia, com pelo menos 17 cultivares de interesse comercial, as quais são mantidas e reproduzidas através de enxertia nas Coleções do MARDI (Malaysian Agricultural Research and Development Institute).

Não existem publicações, pelo menos em idiomas ocidentais, que indiquem sobre a genética dos caracteres da carambola, embora recentemente Schnell & Knight (1989) tenham iniciado estudos de enzimas e sistemas separadores que podem propiciar as bases para futura análise genética desta espécie. Ainda não se encontrou o cultivar ou grupo de cultivares ideais para o desenvolvimento comercial em grande escala, existindo melhores condições à caramboleira, dentre algumas espécies tropicais, com mercado potencial, para um programa adequado de melhoramento.

Knight (1965) mostrou que se pode obter percentagens em torno de 3% com polinização manual em cruzamentos de cultivares de estilo longo x estilo curto e vice-e-versa e cerca de 0,5% em cruzamentos de estilo longo x longo. o que permite obter um número elevado com origem controlada. A técnica de polinização de alguns destes cruzamentos é relativamente simples, utilizando-se pinças ou instrumento similar, se pode eliminar facilmente as anteras das flores com estilo curto, àquelas em que os estames se sobressaem acima das anteras sem causar danos às flores. A operação não é tão simples nas flores com estilo longo, sendo mais difícil utilizá-las como parental feminino, já que em algumas condições são autoférteis.

A entrada em produção rápida em cerca de dois anos provenientes de "seedlings", permite o cultivo adensado e uma seleção em curto período de tempo (Saúco & Menini, 1991).

A heterostilia é causa de algumas falhas de polinização e de problemas de auto-incompatibilidade, que chega a ser total no cruzamento estilo curto x curto, tanto para flores da mesma árvore como de outra.

Na Austrália, se tem registro que os cultivares de estilo longo são autoférteis e alguns com estilo curto são incompatíveis (Watson *et al.*, 1988). Destaca-se nestes casos que o número de sementes é menor, sem comprometer o tamanho do fruto, o que é considerado uma vantagem comercial.

Knight (1989) relacionou algumas características desejáveis de um cultivar comercial, como segue:

- FRUTOS: peso adequado entre 100-300 g; forma atrativa com cinco asas, cuja relação comprimento:asa seja 2:1; asas largas com ápice arredondado; cor atraente ideal, o amarelo intenso com cerosidade na epiderme; vida de prateleira longa; época de colheita adequada aos picos de preço, como as épocas de Natal e Páscoa na Europa; baixo número de sementes; epiderme tanto adequada ao consumo "in natura" como à proteção dos frutos; relação açúcar/acidez maior que 10 °Brix/menor que 5 meq/100 g, com o teor de ácido oxálico inferior a 0,250 g/100 g de peso de fruto maduro; textura crocante; uso multivariado; resistência a moscas das frutas;
- ÁRVORE: precocidade na produção, máximo de 2 anos; produção abundante e sem alternância; vigor moderado, em função de maior densidade e cultivo; resistência à salinidade e estresse hídrico.

Dentre as cultivares, a mais conhecida é a Star King Sweetie ou Arkim. As cultivares identificadas por B (Belimbing= carabola, em Malayo) foram selecionadas pelo MARDI. Destaca-se na Flórida, a Arkim ou Star King Sweetie, Golden Star, Thayer e Newcomb. Na Indonésia, a Kapuk, Ting Go e Demak; em Singapura, a Leng Bak e Juron. Em Taiwan, a Cheng Tsey ou Chun Choi, Dah Pon, Tean Ma, Mih Tao, Meeshi, Er-Lin e Soft Sih. Na Austrália, a

Arkim, B-1, B-6, B-10, 11-1, 9-4 e Jungle Gold. No Havaí, a Sri Kembangan e Kari. Na Malásia, a B-2, B-10 e B-17; na Tailândia, a Fwang Tung e Thai Night (Saúco & Menini, 1991).

Segue a descrição d'algumas referidas cultivares, a saber:

- ARKIM: selecionada na Flórida (EUA) através de sementes importadas da Tailândia em 1973. Fruto tamanho médio (90-200 g), coloração amarela dourada e amarelo laranja quando totalmente maduro; asas largas, ângulo grande, bordos arredondados. Excelente textura, sabor doce, polpa sucosa, baixa acidez, para consumo fresco ou processado. Apresenta alta resistência a danos mecânicos e ao ataque de insetos do gênero *Othreis* (mariposas picadoras/sugadoras). Pouco sensível a danos por frio durante a armazenagem. Possui o estilo longo.
- Cheng Tsey (Chun Choi): selecionada em Taiwan, apresenta fruto grande podendo alcançar 315 g após raleio; possui alto teor de SST, baixa acidez e boa textura; coloração laranja a plena maturidade.
- B-2: selecionada na Malásia; comprimento entre 8,0-12,0 cm; largura (8,0 cm) e peso (100-200 g); coloração amarela quando totalmente maduro; apresenta relativa resistência ao transporte; tipo doce, polpa sucosa com excelente textura para consumo fresco como para processamento; apresenta crescimento lento, estilo longo (bom polinizador para a cultivar B-10); bastante susceptível a mosca das frutas.
- B-10: selecionada na Austrália; com fruto de até 14,0 x 7,0-8,0 cm de comprimento e diâmetro, após adequado raleio pode alcançar até 315 g; cor varia desde amarela a avermelhada ou laranja; boa textura e SST entre 8-12% com baixa acidez; polpa bastante sucosa para consumo fresco ou processamento; apresenta crescimento vigoroso, estilo curto e moderada resistência a mosca da fruta.
- B-17 (Carambola de Mel ou Cristal Honey): selecionada na Malásia, apresenta fruto cilíndrico, grande, uniforme, asas alongadas e amplas,

coloração amarelo-dourado, boa textura, crocante, bastante doce (15-18% de sólidos solúveis totais)

- GOLDEN STAR: selecionada na Florida, apresenta fruto ovóide a elipsóide, 10-15 cm de comprimento e 100-200 g, considerado o fruto mais atraente com coloração amarelo-dourado brilhante e cutícula grossa e cerosa. Apresenta asas grossas com ângulos grandes, polpa sucosa e crocante, resistência elevada a danos mecânicos e a "chilling injury". É uma árvore pequena e de fácil conformação com poda. Possui estilo longo e um grau elevado de incompatibilidade.

4. CULTIVO

Recomenda-se adotar um espaçamento entre 5,0-7,0 m (Garcia, 1983; Wahab Ngah *et al.*, 1989; Watson *et al.*, 1988), perfazendo 200-400 árvores por hectare. Há diferenças claras entre cultivares, aqueles com crescimento lento (B-2) (Wahab Ngah *et al.*, 1989) ou cultivados em lugares frios e/ou em solos pobres, podem ser plantados numa densidade maior como 7,0 x 3,0 e 6,0 x 3,0 m. O B-10 na Malásia é plantado no espaçamento 4,2 x 3,6 (Ostes & Martin Prevel, 1987) atingindo densidade de 600 plantas/ha (Watson *et al.*, 1988), com eliminação de plantas ou efetuando-se podas laterais ou em altura através de serras rotatórias. Em melhores condições de clima e solo são recomendados os espaçamentos 9,0 x 9,0 ou 10,0 x 10,0 m.

A rápida entrada em produção, talvez possibilite uma maior densidade e posterior retirada de plantas ou consorciação com cultura de ciclo curto, seguindo-se o cultivo de leguminosas em cobertura (Campbell, 1989; Crafton, 1980).

Em Taiwan, utiliza-se o sistema de cultivo em espaldeira com 1,0 m de altura, similar àquele utilizado em maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) com espaçamento de 5,5 x 6,0 m entre plantas e fileiras, respectivamente (Green, 1987).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para seleção de caramboleiras, em relação às características biométricas e físico-químicas, dos tipos doces e ácidos de frutos, de interesse para o consumo fresco e processamento, respectivamente, foi avaliado na Universidade de São Paulo, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no Departamento de Produção Vegetal, no município de Piracicaba, SP.

Foram selecionadas para coleta de frutos, 15 caramboleiras (*Averrhoa carambola* L.) de pomar comercial, no município de Mirandópolis-SP. O solo da área experimental é areno-argiloso, com espaçamento de cultivo de 6,0 x 4,0 m, com as entrelinhas mantidas com roçadeiras, sendo as plantas submetidas a podas de limpeza, raleio de frutos e controle fitossanitário preventivo.

Realizou-se seis coletas (dezembro/1996, fevereiro e agosto/1997, maio/1998, fevereiro e julho/1999), constando 50 frutos por planta, para as avaliações biométricas de comprimento, diâmetro, massa, número de gomos e de sementes. Para a análise dos parâmetros físico-químicos: sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), "ratio" (SST/ATT), pH, firmeza de polpa e cor de epiderme, foram realizadas nos referidos períodos, amostragens aleatórias, constando três frutos por planta, para avaliação no Centro de Energia Nuclear de Agricultura-Laboratório de Entomologia, em Piracicaba-SP.

Para mensuração (mm) do comprimento e diâmetro, em relação aos maiores eixos longitudinal e transversal dos frutos, respectivamente, utilizou-se paquímetro digital (DIGIMESS – 150 mm); para a massa (g), foi usada a balança analítica digital de precisão (METLER – 10 Kg). Quanto às avaliações físico-químicas, foram utilizadas as metodologias, conforme listadas a seguir:

- **coloração externa:** determinada com auxílio do colorímetro Minolta, Modelo CR-300, com sistema colorimétrico L C h; realizando-se duas leituras por fruto na região medial dos gomos, sendo os resultados expressos em ângulo de cor (h^0), acordo com McGuirre (1992);

- **firmeza de polpa**: determinada com auxílio do penetrômetro manual Effegi, modelo FT-327 e ponteira 5/16", realizando-se uma leitura por fruto na região medial dos gomos, sendo os resultados expressos em Kg;

- **teor de sólidos solúveis totais (SST)**: obtido através de leitura direta em refratômetro marca Schmidt-Haensch modelo SR-400, sendo os resultados expressos em °Brix;

- **acidez total titulável (ATT)**: determinada através da metodologia descrita por Carvalho *et al.* (1990) e os resultados expressos em percentual de ácido oxálico;

- **pH**: obtido através de peagâmetro Digimed modelo DMPH-2, segundo metodologia indicada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

O experimento não foi instalado para fins dessa pesquisa, sendo utilizado como área experimental um pomar comercial, impossibilitando a determinação da variação devida ao acaso e testes comparativos entre as plantas. Como consequência, os efeitos que o fator plantas exerceu sobre as variáveis-respostas estão confundidos com a variação do acaso (fatores edafoclimáticos e ecofisiológicos, inerentes à área experimental).

Procedeu-se uma análise descritiva dos dados amostrais, para cada variável estudada em cada planta avaliada, sendo àqueles submetidos à análise estatística conforme suas características inerentes.

Foram obtidos para todas as variáveis, dentro de cada planta, os seguintes procedimentos estatísticos:

a) média aritmética amostral:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

onde x_i denota a i-ésima observação da amostra considerada e n é o número total de observações.

b) desvio padrão amostral: mede a variação das observações em torno da média, utilizado para calcular o intervalo de confiança, sendo calculado pela expressão:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

c) Intervalo de confiança para a média: fornece um intervalo de valores, centrado na média amostral através da média aritmética, no qual se avalia, com um risco conhecido de erro, testar o parâmetro μ da população. A precisão com que essa média foi obtida (medida através do erro padrão da média) é um procedimento estatístico teórico, que incorpora o risco de erro, que neste caso é a estatística “t” de Student. Assim, a expressão para o intervalo de confiança é:

$$IC[\mu]_{95\%} = \bar{x} \pm t_{v,0,95} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

onde $\bar{x}$ é a média aritmética; t é a estatística que define o nível de risco do intervalo, neste caso 5% (95% de confiança), calculado com $n-1 = v$ graus de liberdade; s é o erro padrão da amostra e n é o número de observações. Assim, obtém-se um intervalo de confiança para a média amostral que tem uma probabilidade de 0,95 de conter a verdadeira média populacional. A metodologia de intervalo de confiança pressupõe que os dados são provenientes de uma população com distribuição normal (simétrica).

A análise estatística dos dados amostrais foi complementada com análise de agrupamento e “sun ray plot” (gráfico de raios de sol) às principais variáveis analisadas.

O “sun ray plot” consiste em aplicar um fator de ponderação às médias de cada uma das variáveis estudadas (para transformá-las em uma medida comparável em grandeza) em cada uma das plantas, e plotar em cada eixo as distâncias (médias ponderadas) referentes a cada variável considerada.

Utilizou-se ainda a análise de agrupamento (“cluster analysis”) que é uma técnica com uma variedade de algoritmos para agrupar indivíduos ou objetos dentro de grupos desconhecidos, porém similares. Nesse caso, nenhuma suposição é feita quanto ao número de grupos ou estrutura de agrupamento. O

agrupamento é feito com base na similaridade (quanto maior ou menor o valor observado, mais semelhantes são os objetos) ou distância (distância euclidiana, distância estatística ou de Mahalanobis e métrica de Minkowski).

O método aglomerativo utilizado nesse trabalho foi o hierárquico de ligação pelas médias. Neste método, inicialmente existem tantos grupos quanto objetos. Posteriormente diversos objetos semelhantes são agrupados de acordo com suas similaridades, e os subgrupos vão se unindo a outros subgrupos até formar um grupo único. O resultado dessa análise foi ilustrado na forma de um gráfico denominado fenograma ou dendograma, que representa uma síntese dos resultados.

6. RESULTADOS

Na Tabela 1 (Figura 1) constam as frequências observadas para o número de gomos durante os seis períodos de colheita. Pelo teste de χ^2 rejeita-se a hipótese de independência ao nível de 1% de significância, isto é, o número de gomos das carambolas é dependente das plantas, sendo comparada as plantas duas a duas, com os valores de χ^2 ilustrados na coluna “Comparação” da referida Tabela.

Observa-se na referida Tabela que a planta C1 apresentou frutos com 5 gomos (54,00 %) e com 6 e 7 gomos (46,00 %), sendo significativamente diferente das outras plantas avaliadas. A planta C3 ocupou uma posição intermediária, com 74,00% de frutos com 5 gomos e 26,00 % de frutos com 6 ou 7 gomos, diferindo significativamente de todas as plantas estudadas. A planta C2A apresentou a maior porcentagem de frutos com 5 gomos (94,67%).

Tabela 1. Frequências observadas e referentes percentuais para número de gomos de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Número de Gomos			Total	Comparação
	5	6	7		
C1	162 (54,00%)	117 (39,00%)	21 (7,00%)	300	a
C1A	268 (89,33%)	30 (10,00%)	2 (0,67%)	300	cd
C1B	279 (93,00%)	20 (6,67%)	1 (0,33%)	300	cd
C1C	274 (91,33%)	26 (8,67%)	0 (0,00%)	300	cd
C1D	278 (92,67%)	21 (7,00%)	1 (0,33%)	300	cd
C2	265 (88,33%)	31 (10,33%)	4 (1,33%)	300	c
C2A	284 (94,67%)	15 (5,00%)	1 (0,33%)	300	d
C2B	278 (92,67%)	22 (7,33%)	0 (0,00%)	300	cd
C2C	264 (88,00%)	36 (12,00%)	0 (0,00%)	300	c
C2D	266 (88,67%)	33 (11,00%)	1 (0,33%)	300	c
C3	222 (74,00%)	69 (23,00%)	9 (3,00%)	300	b
C3A	268 (89,33%)	32 (10,67%)	0 (0,00%)	300	c
C3B	265 (88,33%)	31 (10,33%)	4 (1,33%)	300	c
C3C	277 (92,33%)	23 (7,67%)	0 (0,00%)	300	Cd
C3D	272 (90,67%)	27 (9,00%)	1 (0,33%)	300	Cd
Total	3922 (87,16%)	533 (11,84%)	45 (1,00%)	4500	

Plantas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de χ^2 com $\alpha \leq 0,05$.

Figura 1. Frequência observada do número de gomos de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Tabela 2 (Figura 2) são apresentados os resultados obtidos para o comprimento do fruto, considerando-se conjuntamente os seis períodos de colheita. Observa-se que a planta C1 obteve a maior média (116,61, com IC de 115,02 a 118,21), sendo superior a todas as plantas analisadas; seguida pela planta C3 (104,81, com IC de 103,58 a 106,04), que somente não diferiu da planta C2C. A menor média foi obtida pela planta C3D (86,43, com IC de 85,25 a 87,60), diferindo das demais plantas avaliadas.

Tabela 2. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para o comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Média	Intervalo de Confiança (95%)		Desvio Padrão
		LIC ¹	LSC ²	
C1	116,61	115,02	118,21	14,05
C1A	92,18	91,35	93,01	7,30
C1B	94,17	93,23	95,11	8,27
C1C	99,66	98,28	101,04	12,14
C1D	97,96	96,79	99,13	10,28
C2	102,39	101,37	103,41	8,95
C2A	93,08	92,11	94,04	8,48
C2B	93,76	92,91	94,60	7,46
C2C	103,94	102,78	105,10	10,22
C2D	100,05	98,85	101,25	10,57
C3	104,81	103,58	106,04	10,83
C3A	90,53	89,38	91,68	10,12
C3B	94,40	93,12	95,68	11,25
C3C	94,03	92,71	95,34	11,55
C3D	86,43	85,25	87,60	10,36

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Figura 2. Médias e intervalos de confiança (95%) para comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Tabela 3 (Figura 3) constam os resultados obtidos para o diâmetro dos frutos nas 15 caramboleiras estudadas, considerando-se conjuntamente os

seis períodos de colheita. Nota-se que a planta C1 obteve a maior média (65,22; com IC de 64,31 a 66,13), diferindo das demais plantas estudadas; seguida da C3 (58,10; com IC de 57,13 a 59,07), que não diferiu somente das plantas C1C, C2, C2C e C2D. A menor média foi obtida pela planta C3D (47,30; com IC de 46,52 a 48,07), diferindo estatisticamente de todas as outras plantas analisadas.

Tabela 3. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para o diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Média	Intervalo de Confiança (95%)		Desvio Padrão
		LIC ¹	LSC ²	
C1	65,22	64,31	66,13	8,00
C1A	52,75	52,13	53,37	5,45
C1B	51,55	50,96	52,15	5,22
C1C	57,31	56,43	58,19	7,71
C1D	55,17	54,42	55,92	6,60
C2	57,40	56,60	58,19	7,00
C2A	51,40	50,83	51,98	5,07
C2B	52,92	52,42	53,41	4,33
C2C	57,66	56,88	58,45	6,91
C2D	57,18	56,33	58,04	7,55
C3	58,10	57,13	59,07	8,57
C3A	50,08	49,30	50,85	6,83
C3B	51,78	50,91	52,64	7,63
C3C	50,79	50,02	51,56	6,79
C3D	47,30	46,52	48,07	6,79

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Figura 3. Médias e intervalos de confiança (95%) para o diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Tabela 4 (Figura 4) são apresentados os resultados obtidos para a massa dos frutos de caramboleiras, avaliadas conjuntamente em relação aos seis períodos de colheita. Verifica-se que a planta C1 obteve a maior média (127,13; com IC de 122,42 a 131,84), diferindo de todas as outras plantas, seguida da planta C2C (91,12; com IC de 88,19 a 94,06), que não diferiu somente das plantas C2D e C3. A menor média foi obtida pela planta C3D (64,88; com IC de 63,29 a 66,47), somente não diferindo da planta C2A.

Na Tabela 5 (Figura 5) são apresentados os resultados obtidos para o número de sementes nos frutos de 15 caramboleiras, considerando-se conjuntamente os seis períodos de colheita. Percebe-se que a planta C1C obteve a maior média (12,89; com IC de 12,24 a 13,54), não diferindo estatisticamente das plantas C1 (12,73; com IC de 12,10 a 13,37), C1A, C1B e C1D. A menor média foi obtida pela planta C3 (5,83; com IC de 5,42 a 6,23), diferindo das demais plantas avaliadas.

Tabela 4. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para a massa de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Média	Intervalo de Confiança (95%)		Desvio Padrão
		LIC ¹	LSC ²	
C1	127,13	122,42	131,84	41,42
C1A	69,84	67,95	71,72	16,55
C1B	72,03	70,31	73,75	15,15
C1C	85,12	82,24	88,00	25,34
C1D	79,91	77,28	82,54	23,12
C2	84,93	82,69	87,17	19,74
C2A	67,01	65,51	68,50	13,13
C2B	70,49	69,03	71,95	12,88
C2C	91,12	88,19	94,06	25,83
C2D	88,77	86,25	91,29	22,17
C3	90,45	86,39	94,52	35,78
C3A	69,29	67,20	71,37	18,32
C3B	73,59	71,19	75,98	21,07
C3C	77,45	74,80	80,10	23,30
C3D	64,88	63,29	66,47	14,00

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Figura 4. Médias e intervalos de confiança (95%) para massa de carambolas, relacionadas às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Tabela 5. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para número de sementes de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba, -SP, 1999.

Plantas	Média	Intervalo de Confiança (95%)		Desvio Padrão
		LIC ¹	LSC ²	
C1	12,73	12,10	13,37	5,61
C1A	12,27	11,79	12,76	4,25
C1B	12,09	11,48	12,70	5,38
C1C	12,89	12,24	13,54	5,68
C1D	11,96	11,43	12,50	4,73
C2	10,95	10,42	11,48	4,67
C2A	10,16	9,67	10,65	4,27
C2B	10,24	9,82	10,67	3,74
C2C	6,62	6,24	7,01	3,37
C2D	8,21	7,75	8,68	4,09
C3	5,83	5,42	6,23	3,54
C3A	8,85	8,47	9,22	3,33
C3B	9,56	9,15	9,98	3,67
C3C	9,56	9,07	10,04	4,28
C3D	8,49	8,10	8,88	3,44

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Figura 5. Médias e intervalos de confiança (95%) para número de sementes de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Tabela 6 (Figura 6) constam os resultados obtidos para a relação comprimento/diâmetro de carambolas, considerando-se conjuntamente os seis

períodos de colheita. Observa-se que a planta C3C obteve a maior média (1,86; com IC de 1,84 a 1,88), não diferindo somente das plantas C1B, C2A, C3, C3B e C3D, que diferiram das demais plantas estudadas. A menor média foi obtida pela planta C1C (1,75; com IC de 1,73 a 1,77), que não diferiu somente das plantas C1A, C1D, C2B e C2D, diferindo das demais quanto aos intervalos de confiança para essa variável.

Provavelmente, existe uma interação entre plantas e épocas de colheita, pois algumas plantas passam da maior média em uma época para a menor média na época posterior e vice-versa (Figura 6).

Tabela 6. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para a relação comprimento/diâmetro de carambolas, relacionada às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Média	Intervalo de Confiança (95%)		Desvio Padrão
		LIC	LSC	
C1	1,80	1,78	1,82	0,17
C1A	1,76	1,74	1,78	0,17
C1B	1,84	1,82	1,86	0,19
C1C	1,75	1,73	1,77	0,19
C1D	1,78	1,77	1,80	0,15
C2	1,80	1,78	1,83	0,21
C2A	1,82	1,80	1,84	0,16
C2B	1,78	1,76	1,80	0,16
C2C	1,81	1,80	1,83	0,17
C2D	1,77	1,74	1,79	0,20
C3	1,82	1,80	1,84	0,18
C3A	1,82	1,80	1,83	0,14
C3B	1,84	1,82	1,86	0,18
C3C	1,86	1,84	1,88	0,16
C3D	1,84	1,82	1,86	0,18

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Nas Tabelas 7 e 8 (Figura 7) constam os resultados obtidos para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT), "ratio" (SST/ATT), firmeza de polpa e coloração de epiderme (L, C e h^0), nos frutos de 15 caramboleiras avaliadas.

Figura 6. Médias e intervalos de confiança (95%) para a relação comprimento/diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas, isoladas e conjuntamente, nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Tabela 7. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e "ratio" (SST/ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	SST				pH			
	Intervalo de Confiança (95%)				Intervalo de Confiança (95%)			
	Média	LIC ¹	LSC ²	D. Padrão	Média	LIC	LSC	D. Padrão
C1	5,99	5,13	6,84	0,82	3,32	3,22	3,42	0,09
C1A	5,98	4,98	6,98	0,96	3,03	2,30	3,75	0,69
C1B	5,65	4,59	6,70	1,00	2,03	1,43	2,64	0,58
C1C	5,31	4,63	5,98	0,64	1,80	1,63	1,97	0,16
C1D	4,97	4,18	5,76	0,75	1,67	1,57	1,77	0,09
C2	6,40	5,71	7,09	0,65	3,32	3,12	3,52	0,19
C2A	5,09	4,35	5,83	0,70	1,74	1,59	1,89	0,14
C2B	4,91	4,16	5,66	0,71	1,71	1,59	1,83	0,11
C2C	5,27	4,62	5,93	0,63	1,89	1,28	2,50	0,58
C2D	5,75	5,10	6,41	0,63	2,79	2,20	3,37	0,56
C3	6,57	6,28	6,86	0,28	3,23	2,93	3,52	0,28
C3A	4,99	4,52	5,46	0,45	1,84	1,67	2,01	0,16
C3B	5,01	4,65	5,38	0,35	1,70	1,61	1,78	0,08
C3C	5,20	4,62	5,78	0,55	1,57	1,38	1,76	0,18
C3D	5,19	4,75	5,62	0,41	1,79	1,69	1,90	0,10
Plantas	ATT				Ratio			
	Int. de Confiança				Int. de Confiança			
	Média	LIC	LSC	D. Padrão	Média	LIC	LSC	D. Padrão
C1	0,56	0,35	0,77	0,20	11,78	7,07	16,50	4,49
C1A	0,80	0,40	1,21	0,39	9,53	3,81	15,25	5,45
C1B	1,14	0,67	1,61	0,45	5,88	2,53	9,22	3,19
C1C	1,19	0,76	1,62	0,41	5,00	2,75	7,25	2,15
C1D	1,28	0,80	1,76	0,46	4,32	2,37	6,28	1,87
C2	0,59	0,38	0,81	0,20	11,81	7,64	15,98	3,97
C2A	1,22	0,81	1,62	0,39	4,51	3,00	6,02	1,44
C2B	1,25	0,85	1,65	0,38	4,18	2,90	5,47	1,23
C2C	1,16	0,66	1,66	0,48	5,50	2,08	8,91	3,25
C2D	0,68	0,40	0,95	0,26	9,84	5,18	14,49	4,44
C3	0,68	0,38	0,97	0,28	11,16	6,53	15,80	4,42
C3A	1,25	0,79	1,71	0,44	4,39	2,77	6,01	1,54
C3B	1,41	0,80	2,01	0,58	4,02	2,59	5,45	1,36
C3C	1,33	0,85	1,80	0,45	4,33	2,67	5,99	1,58
C3D	1,30	0,87	1,73	0,41	4,30	2,99	5,61	1,25

(1) limite inferior de confiança; (2) limite superior de confiança.

Tabela 8. Média, desvio padrão e intervalo de confiança (95%) para firmeza de polpa e coloração externa (L, C e h°) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Plantas	Firmeza de polpa				L			
	Intervalo de Confiança (95%)				Intervalo de Confiança (95%)			
	Média	LIC ¹	LSC ²	Desvio Padrão	Média	LIC	LSC	Desvio Padrão
C1	4,87	3,47	6,26	1,33	46,78	45,09	48,47	1,61
C1A	5,81	4,52	7,11	1,23	47,89	45,82	49,97	1,98
C1B	5,97	4,63	7,30	1,27	46,43	44,43	48,43	1,90
C1C	5,78	4,35	7,22	1,37	48,69	45,49	51,89	3,05
C1D	5,45	4,14	6,76	1,25	46,79	44,99	48,60	1,72
C2	5,44	4,35	6,54	1,04	49,46	46,35	52,58	2,97
C2A	6,11	4,72	7,50	1,32	47,24	45,26	49,22	1,88
C2B	6,94	5,79	8,08	1,09	48,67	44,87	52,47	3,62
C2C	6,01	5,00	7,02	0,96	47,55	44,09	51,01	3,30
C2D	5,94	4,85	7,04	1,04	47,69	43,48	51,89	4,01
C3	5,81	4,93	6,69	0,84	46,47	43,77	49,17	2,57
C3A	5,28	4,69	5,88	0,57	48,73	45,04	52,43	3,52
C3B	5,49	4,99	6,00	0,48	50,88	47,63	54,13	3,10
C3C	5,87	4,56	7,18	1,25	49,06	45,55	52,57	3,34
C3D	5,95	4,63	7,27	1,26	50,35	46,73	53,97	3,45
Plantas	C				h°			
	Intervalo de Confiança (95%)				Intervalo de Confiança (95%)			
	Média	LIC	LSC	Desvio Padrão	Média	LIC	LSC	Desvio Padrão
C1	25,22	21,73	28,72	3,33	109,84	106,75	112,93	2,94
C1A	25,99	24,00	27,97	1,89	109,48	104,94	114,02	4,33
C1B	25,82	23,14	28,50	2,55	111,21	107,33	115,09	3,70
C1C	22,81	18,21	27,41	4,38	108,68	102,47	114,89	5,92
C1D	22,55	20,87	24,23	1,60	110,32	105,26	115,37	4,82
C2	25,26	21,81	28,70	3,28	107,82	102,26	113,38	5,30
C2A	20,60	17,43	23,77	3,02	112,23	109,71	114,75	2,40
C2B	23,00	19,57	26,42	3,26	113,03	110,83	115,24	2,10
C2C	23,63	21,45	25,82	2,09	110,41	106,35	114,47	3,87
C2D	24,50	19,99	29,00	4,29	113,34	110,46	116,22	2,75
C3	25,29	23,40	27,18	1,80	107,12	103,32	110,92	3,62
C3A	23,19	20,61	25,78	2,46	109,02	105,74	112,31	3,13
C3B	28,89	26,65	31,13	2,13	107,63	104,13	111,13	3,34
C3C	22,52	18,79	26,26	3,56	107,26	101,19	113,32	5,78
C3D	21,94	19,33	24,55	2,49	109,98	107,11	112,84	2,73

(1) Limite inferior de confiança; (2) Limite superior de confiança.

Observa-se para SST, que a planta C3 obteve a maior média (6,57; com IC de 6,28 a 6,86), não diferindo das plantas C1, C1A, C1B, C2 e C2D, que diferiram das demais plantas. A menor média foi observada na planta C2B (4,91; com IC de 4,16 a 5,66), que diferiu somente das plantas C2 e C3.

Quanto ao pH, verifica-se que as plantas C1 e C2 (3,32; com IC de 3,22 a 3,42 e 3,32; com IC de 3,12 a 3,52, respectivamente) obtiveram as maiores médias, sendo consideradas estatisticamente iguais às plantas C1A, C2D e C3, que diferiram das demais plantas estudadas. Observa-se a menor média (1,57; com IC de 1,38 a 1,76) na planta C3C, que diferiu das plantas C1, C1A, C2, C2D e C3, não diferindo das demais plantas avaliadas.

Em relação a ATT, nota-se que a planta C3B alcançou a maior média (1,41; com IC de 0,80 a 2,01), diferindo somente da planta C1, não diferindo das demais plantas avaliadas. A menor média foi obtida pela planta C1 (0,56; com IC de 0,35 a 0,77), diferindo das plantas C1D, C2A, C2B, C3A, C3B, C3C e C3D, que não diferiram das demais caramboleiras avaliadas.

Em relação ao "ratio", percebe-se que a maior média foi obtida pela planta C2 (11,81; com IC de 7,64 a 15,98), embora não tenha sido superior às plantas C1, C1A, C1B, C2C, C2D e C3, que diferiram das demais. A menor média foi observada na planta C3B (4,02; com IC de 2,59 a 5,45), diferindo somente das plantas C1, C2 e C3.

Quanto à firmeza de polpa, nota-se que a planta C2B obteve a maior média (6,94; com IC de 5,79 a 8,08) embora não tenha sido superior as demais. Detectou-se menor média (4,87; com IC de 3,47 a 6,26) na planta C1.

Na coloração de epiderme, através do parâmetro L, que indica brilho, verifica-se que a planta C3B obteve a maior média (50,88, com IC de 47,63 a 54,13), sendo estatisticamente semelhantes às demais plantas estudadas. Como a escala de L vai a 0 a 100, pode-se afirmar que os frutos de todas as caramboleiras avaliadas encontraram-se numa faixa intermediária, nem muito brilhantes, tampouco opacos.

Em relação ao C ("Chroma"), que indica intensidade de cor, observa-se que a planta C3B obteve a maior média (28,89; com IC de 26,65 a 31,13),

diferindo das plantas C1D, C2A, C2B, C2C, C3A, C3C e C3D, não diferindo das demais. A menor média foi obtida pela planta C2A (20,60; com IC de 17,43 a 23,77), diferindo somente das plantas C1A e C3B.

Quanto ao h° ("hue angle"), que indica matiz da cor, verifica-se que a planta C2D obteve a maior média (113,34; com IC de 110,46 a 116,22), não diferindo das demais. Ressalta-se que o valor médio obtido para h° encontra-se próximo a 110, o que corresponde a uma cor amarela esverdeada para as carambolas avaliadas, considerando-se visualmente no estado de maturação "de vez", que é o ponto de colheita adotado para o produtor, para entrega no entreposto do CEAGESP, em São Paulo-SP, distando cerca de 600 km.

A coloração de epiderme das carambolas avaliada através dos parâmetros (L, C e h°), somente diferiu quanto à intensidade da cor (C), tendo os frutos da planta C3B apresentado maior intensidade de cor.

Na Figura 8 consta o diagrama de dispersão das médias de comprimento *versus* diâmetro dos frutos de caramboleiras relacionados conjuntamente nos seis períodos de colheita. Observa-se que a planta C1 está isolada das demais, apresentando a maior média em ambos as variáveis, o que já havia sido verificado pelos intervalos de confiança.

Nota-se um grupamento com médias intermediárias, em ordem decrescente composto pelas plantas C3, C2C, C2, C2D, C1C e C1D. As demais plantas podem ser consideradas inferiores em relação a essas variáveis. Percebe-se que há uma relação linear entre essas variáveis (com coeficiente de correlação igual a 0,977, significativo a 0,01 pelo teste "t"), implicando que à medida que aumenta o comprimento ocorre o mesmo em relação ao diâmetro e vice-versa.

Na Figura 9 é apresentado o diagrama de dispersão para as médias de massa *versus* comprimento dos frutos de caramboleiras. Observa-se que a planta C1 apresentou a maior média para essas duas variáveis, colocando-se isolada no diagrama, com frutos mais graúdos. Verifica-se que existe uma relação linear entre a massa e o comprimento dos frutos, atribuindo-se que quanto maior a massa, conseqüentemente maior o comprimento e vice-versa.

Figura 7. Médias e intervalos de confiança (95%) para sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT), "ratio" (SST/ATT), firmeza de polpa e coloração externa (L, C e h°) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Figura 8. Diagrama de dispersão das médias de comprimento *versus* diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Figura 9. Diagrama de dispersão das médias de massa *versus* comprimento de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

O diagrama de dispersão das médias da massa *versus* diâmetro do fruto é mostrado na Figura 10. Verifica-se que existe uma relação linear positiva entre essas variáveis (com coeficiente de correlação igual a 0,938, significativo a 0,01 pelo teste “t”). A planta C1 apresenta-se isolada das demais, apresentando a maior média em ambas as variáveis.

Figura 10. Diagrama de dispersão das médias de massa *versus* diâmetro de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Figura 11 consta o diagrama de dispersão das médias de número de sementes *versus* sólidos solúveis totais (SST) de frutos de caramboleiras relacionados conjuntamente nos seis períodos de colheita. Observa-se não ocorrer nenhuma tendência de correlação. Nota-se, porém, que a planta C3 encontra-se isolada no diagrama, com um SST elevado em relação às demais, e também com um pequeno número de sementes, característica interessante para frutos comercializados para consumo fresco. Verifica-se, também que a plantas C1, C1A e C2 têm médias de SST próximos a C3, contudo apresentam elevado número de sementes.

Figura 11. Diagrama de dispersão das médias de número de sementes *versus* sólidos solúveis totais (SST) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

O diagrama de dispersão das médias de sólidos solúveis totais (SST) *versus* acidez total titulável (ATT) é apresentado na Figura 12. Observa-se que cinco plantas apresentaram médias baixas de ATT e altas de SST, formando assim um grupo composto pelas plantas C1, C1A, C2, C2D e C3 e outro pelas demais plantas, com características inversas. Observou-se também uma relação linear negativa entre as duas variáveis.

Para melhor selecionar as plantas, relacionou-se as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, "ratio", SST e ATT dos frutos de caramboleiras; consideradas de maior importância, para estabelecimento de plantas com características superiores de frutos para consumo fresco, processamento e porta-enxerto. Para avaliar esta referida relação foi utilizada a análise multivariada, representada através de dois métodos gráficos: a análise de agrupamento e o modelo "sun ray plot"; que melhor ilustram os resultados obtidos. Na Figura 13 consta o dendograma da análise de agrupamento, considerando-se as 15 plantas estudadas em relação às referidas variáveis.

Figura 12. Diagrama de dispersão das médias de sólidos solúveis totais (SST) *versus* acidez total titulável (ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Figura 13. Dendrograma relacionando as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e "ratio" (SST/ATT) de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

Na Figura 14 são apresentadas as referências para o modelo “sun ray plots”, enquanto na Figura 15 são apresentados os diagramas das plantas estudadas, considerando-se as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, “ratio”, SST e ATT de frutos de caramboleiras.

Figura 14. Referência para o modelo “sun ray plot”.

Figura 15. “Sun ray plot” relacionando as variáveis: comprimento, massa, número de sementes, SST, ATT e “ratio” de carambolas, em relação às plantas estudadas nos seis períodos avaliados. Piracicaba-SP, 1999.

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em se tratando de uma cultura comercialmente recente no Brasil e no hemisfério ocidental, com poucos trabalhos que avaliem matrizes com qualidade de produção comercial, em relação às cultivares ou tipos de interesse agrônomo e de acordo com o perfil de preferência de consumo de carambolas frescas ou para processamento, seguem algumas considerações concernentes aos dados obtidos em comparação àqueles referendados na literatura.

Campbell (1965) descrevendo a cultivar Golden Star, dimensionou seus frutos com cinco ou seis gomos, comprimento de 91,6-127,0 mm e massa entre 113,4-226,8 g.

Wagner *et al.* (1975) reportaram sobre algumas cultivares de caramboleiras, selecionadas para produção comercial de frutos, que apresentaram valores médios de: comprimento (6,1-10,0 cm), massa (54,0-111,0 g), número de sementes (2-9), pH (2,3-4,9), sólidos solúveis totais (5,0-9,9 °Brix), acidez (2,02-13,1 meq/100 g) e ácido oxálico (0,039-0,679 meq/100 g).

Narain *et al.* (1988) avaliaram 143 frutos, oriundos de caramboleiras comuns existentes no trópico semi-árido na Paraíba, obtendo valores médios para comprimento (6,80 cm), diâmetro (4,73 cm), razão comprimento/diâmetro (1,44), número de gomos (5) e número de sementes (4), que representaram em média 0,01% da massa (46,14 g) dos frutos.

Tidbury (1988) reportando sobre a seleção de caramboleiras em Palmira, na Colômbia, comparou os frutos da cultivar Icampola com um tipo comum local, observando as seguintes variações quanto ao comprimento: 7,31 e 7,64 cm; diâmetro: 4,09 e 4,14 cm; massa: 58,1 e 49,9 g; sólidos solúveis (SS): 8,9 e 7,9 %; SS/ácidos: 1,85 e 3,99 e pH: 4,2 e 4,0, respectivamente.

Oliveira *et al.* (1989a) determinaram as características físicas de 100 frutos de caramboleiras comuns no Ceará, encontrando valores médios para

comprimento e diâmetro de 7,74 e 4,51 cm, respectivamente; massa de 56,75 g e refugo em escala piloto de 21,82 %.

Oliveira *et al.* (1989b) utilizando 2,0 Kg de frutos, caracterizaram os aspectos físico-químicos de carambolas do tipo comum, encontrando pH = 3,33, SST = 5,10 °Brix, ATT = 0,37 % de ácido cítrico e “ratio” = 13,78.

Andrews (1989) reportou comparativamente algumas características de frutos de diferentes cultivares de caramboleiras em Trinidad, encontrando valores para massa entre 58,2-259,5 g; pH = 1,25-3,51 e SST = 4,9-11,8 °Brix, nos diferentes padrões de tamanho.

Neog & Mohan (1991) avaliando a curva de maturação de carambolas, encontraram aos 45 dias após o pegamento (frutos ‘de vez’) valores médios de massa (47,5 g), comprimento (7,59 cm), diâmetro (4,40 cm), sólidos solúveis totais (SST, 6,5 °Brix), pH (2,9), acidez total titulável (ATT, 0,61 % de ácido anídrico) e “ratio” (SST/ATT, 10,8).

As médias e os intervalos médios de máxima e mínima para as variáveis: comprimento (C, mm); diâmetro (D, mm); massa (M, g); número de sementes (S); comprimento/diâmetro (C/D); sólidos solúveis totais (SST, °Brix); acidez titulável total (ATT, % ácido oxálico); “ratio” (R, SST/ATT); firmeza de polpa (F); pH e o percentual de frutos com cinco, seis e sete gomos (G, %); encontradas neste trabalho constam na Tabela abaixo:

Variáveis	C (mm)	D (mm)	M (g)	S	C/D	SST (°Brix)	ATT (%)	R	F	pH	G (%)
Média	97,6	54,44	80,80	10	1,81	5,49	1,06	6,37	5,78	2,23	11,84 (6)
Máxima	116,61	65,22	127,13	13	1,86	6,57	1,41	11,81	6,94	3,32	87,16 (5)
Mínima	86,43	47,30	64,88	6	1,75	4,91	0,56	4,02	4,87	1,57	1,00 (7)

As médias obtidas nas carambolas referentes às plantas C1 e C3, para comprimento (116,61 e 104,81 mm), diâmetro (65,22 e 58,10 mm), relação comprimento/diâmetro (1,80 e 1,82), massa (127,13 e 90,45 g), SST (5,99 e

ratificado pelos resultados médios obtidos para $h^0 = 110$, o que corresponde na escala de matiz a uma cor amarela esverdeada, ponto de colheita visual do produtor para envio ao CEAGESP-SP.

Ressalta-se que algumas plantas apresentaram percentuais altos de ATT e baixos teores de SST, formando assim um grupo composto pelas plantas C3B, C1D, C2C, C3C e C3D, destacando-se a planta C2C pelo baixo número de sementes, sendo inviáveis ao consumo fresco, contudo interessante ao processamento agroindustrial.

Dentre os resultados médios obtidos, aquele que apresentou maior desvantagem em relação aos padrões e tendência de consumo tanto fresco como processado e literatura consultada, foi a quantidade média de sementes, destacando-se a planta C1 (12,73), tanto em relação à planta C3 (5,83) quanto àqueles valores médios encontrados (2-9 e 4) por Wagner *et al.* (1975) e Narain *et al.* (1988), respectivamente.

Do ponto de vista de tendência de mercado para frutos menores, em virtude de economicidade de energia e custo, em função do volume para conservação em frio, transporte e embalagem; além do interesse do consumidor em utilizar todo o fruto de uma única vez, se atribui vantagem àqueles com dimensões menores daquelas recomendadas na literatura internacional.

Seria interessante proceder uma análise sensorial, pelo menos dos frutos das caramboleiras C1 e C3, consideradas neste trabalho, como pertencentes ao tipo doce, para assegurar se as características químicas encontradas, principalmente a relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável, que influencia diretamente o sabor dos frutos, corresponde ao padrão de exigência do mercado para consumo fresco.

7. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais e no período em que os dados foram obtidos, relacionando-se as principais características dos frutos das caramboleiras avaliadas no dendograma e no “sun ray plot”, pode-se evidenciar que:

1. a planta C1 destaca-se das demais em relação ao comprimento e massa dos frutos, apresentando elevados “ratio” e sólidos solúveis totais e baixa acidez total titulável, em relação à maioria dos frutos analisados, apresentando características interessantes para consumo fresco, sendo limitante o grande número de sementes;
2. a planta C3 apresentou baixa quantidade de sementes nos frutos e valores médios próximos ou superior àqueles obtidos na planta C1, em relação aos teores de acidez total titulável, sólidos solúveis totais e “ratio”, que mesmo apresentando frutos graúdos foi inferior a planta C1, quando considerados os intervalos de confiança para o comprimento e massa dos frutos;
3. devido ao elevado número de sementes nos frutos, como opção para porta enxerto, destacaram-se três plantas: C1C, C1 e C1A;
4. para processamento, pelos frutos apresentarem elevada acidez total titulável, baixo número de sementes e tamanho entre médio e grande, a planta C2C apresentou-se superior em relação aos demais frutos das caramboleiras estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, L. Prospects for carambola production in Trinidad and Tobago. **Proceedings of Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v.33, p.44-46, 1989.
- ARAÚJO, P.S.R. de; SCARPARE FILHO, J.A.; MINANI, K. **Carambola: fruto com formato e sabor únicos**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2000. 34p. (Série Produtor Rural, 12) /No prelo/
- BARBEAU, G. Inventory of tropical fruit trees in Central America and The West Indias. **Fruits**, v.4, n.5/6, p.383-389, 1994.
- CAMPBELL, C.A.; KOCH, K.E. Weight, color and composition of developing carambola fruit. In: AMERICAN SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE, 84.; INTERNATIONAL SOCIETY OF TROPICAL HORTICULTURE, 34., Orlando, 1987. Program & abstracts. **Hortscience**, v.22, n.5, pt.2, p. 1124, Oct. 1987.
- CAMPBELL, C.W. **The golden star carambola**. Gainesville: University of Florida, Florida Experiment Station, 1965. 6p. (Circular, S-173).
- CAMPBELL, C.W. Carambola production in the United States **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.66-71, 1989.
- CAMPBELL, C.W; KNIGHT, R.J.; OLSZACK, R. Carambola production in Florida tropical fruits in southern Florida in 1977. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 98, p.145-149, 1985.

- CAMPBELL, C.W.; KNIGHT, R.J.; ZARESKI, N.L. Freeze damage to tropical fruits in southern Florida in 1977. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 90, p.254-257, 1977.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análise químicas dos alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).
- CRAFTON, C. Effect of time of day scions are cut on longevity of scions in polyethylene bags. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.93, p.161, 1980.
- DARSHANA, N. Flowering and bearing behaviour of carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v.27, n.3/4, p.147-152, 1970.
- DONADIO, L.C. Carambola growing in Brazil. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.26-29, 1989.
- FERREIRA, F.R.; DONADIO, L.C. Banco ativo de germoplasma de fruteiras tropicais e subtropicais da UNESP/FCAVJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Fortaleza, 1988. **Anais**. Fortaleza: SBF, 1988. p. 770-771.
- FERREIRA, F.R.; FERREIRA, S.A.N.; CARVALHO, J.E.V. Espécies frutíferas pouco exploradas com potencial econômico e social para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.9, p.11-22, 1987.
- GARCIA, J.E.G. *Averrhoa carambola* L. uma especie frutal com gran potencial de comercialización. **Tecnologia y Agricultura**, n. 26, p.39-41, 1983.

GRANATO, L. **Cultura da caramboleira**. São Paulo: Poci & Companhia, 1919. 10p. (Biblioteca Agrícola Granato).

GREEN, J.G. Carambola production in Malaysia and Taiwan. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 100, p.275-278, 1987.

HUBERT, P. **Fruits des pays chauds**. Paris: H. Dunod, 1912. p.465-470: Caraboliér.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 3.ed. São Paulo, 1985. 533p.

ITO, P.I.; HAMILTON, R.A. Fruits and nuts for tropics with potential for improvement and increased importance. **Acta Horticulturae**, n.269, p.113-117, 1990.

JANICK, J. New fruits from old genes. **Acta Horticulturae**, n.297, p.25-42, 1991.

JOSEPH, J.; MEDONÇA, G. Chemical characteristics of *Averrhoa carambola* L. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.121-126, 1989.

KENNY, P.; HULL, D. Effects of storage condition on carambola quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.99, p.222-224, 1988.

KNIGHT, R.J. Heterostyly and pollination in carambola. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.78, p.375-378, 1965.

- KNIGHT, R.J. Carambola cultivars and improvement programmes **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.72-78, 1989.
- KNIGHT Jr., R.J. Tropical fruits of Asia with potential for expanded world production. **Proceedings of the America Society for Horticultural Science for Tropical Region**, v.27, n.1, p.71-95 1983.
- KUMAR, A. Studies in Geraniales. III. The structure and the development of the fruit wall in *Averrhoa carambola* L. **Current Science**, v.44, p. 204-205, 1975.
- LENNOX, A.;REGOONATH, J. Carambola and bilimbi. **Fruits**, v.45, n.5, p.497-501, 1990.
- LEWIS, D.; GROEIZAM, M. The cultivation and utilization of carambola in Suriname. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.59, 1989.
- MATTHEWS, R.F. Processing of carambola. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.83-90, 1989.
- McGUIRRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Hortscience**, v.27, n.12, p. 1254-1255, 1992.
- MILLER, W.R.; McDONALD, R.E. Condition of Florida carambolas after hot-air treatment and storage. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.103, p. 238-241, 1990.

- MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Characterization of the ripening of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.104, p.104-108, 1991.
- NAGY, S.; BARROS, S.; CARTER, R. Production and characterization of carambola essence. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.103, p.277-279, 1990.
- NARAIN, N; BORA, P.S.; HOLSCHUH, H.J.; VASCONCELOS, M.A.S.; SANTOS, C.M.G. dos. Caracterização física dos frutos de caramboleira oriundos do trópico semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Fortaleza, 1988. **Anais**. Fortaleza: SBF, 1988. p.205-208.
- NEOG, M.; MOHAN, N.K. Growth and development of carambola (*Averrhoa carambola* L.) **South Indian Horticulture**, v.39, n.4, p. 174-178, 1991.
- OLIVEIRA, M.N.; MAIA, G.A.; GUEDES, Z.B.L.; GUIMARÃES, A.C.L.; FIGUEIREDO, R.W. de. Estudo das características físicas e do rendimento da carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Ciência Agronômica**, v.20, n.1/2, p.97-99, 1989a.
- OLIVEIRA, M.N.; MAIA, G.A.; GUEDES, Z.B.L.; GUIMARÃES, A.C.L.; FIGUEIREDO, R.W. de. Características químicas e físico-químicas da carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Ciência Agronômica**, v.20, n.1/2, p.129-133, 1989b.
- POPENOE, W. **Manual of tropical and subtropical fruits**. New York: The Macmillan, 1924. p.429-431: Miscellaneous fruits: the carambola.

- PROCTOR, F.J. The european community market for tropical fruit and factors limiting growth. **Acta Horticulturae**, n.269, p.29-39, 1990.
- RAMSAMMY, P. The carambola in Guyana. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.12-25, 1989.
- RIOS-CASTAÑO, D.; VASQUEZ, J.S. "Icambola"um nuevo cultivar de carambola, *Averrhoa carambola* L., em Colombia. **Proceedings of the American Society of the Horticultural Society for Horticultural Science**, v.16, n.20, p. 125-134, 1972.
- ROY, R.S.; MALIK, P.C.; SINHÁ, R.P. Mango breeding in Bihar, India. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.68, p.259-264, 1956.
- SALAKPETCH, S. TURNER, D.W.; DELL, B. Flowering in carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Acta Horticulturae**, n.275, p.123-129, 1990.
- SAMSON, J.A. **Tropical fruits**. 2.ed. Essex: Longman Scientific & Technical, 1986. 330p.
- SAÚCO, V.G. Possibilities of non-citrus tropical fruit in the Mediterranean. **Acta Horticulturae**, n.365, p.25-41, 1994.
- SAÚCO, V.G.; MENINI, U.G. **La carambola y su cultivo**. Roma: FAO, 1991. 96p. (Estudios FAO. Producción y Protección Vegetal, 108).
- SAÚCO, V.G.; DELGADO, V.H.; GALVAN, D.F. Preliminary observations on carambola in the Canary Islands. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.55-58, 1989.

- SCHAFFER, B.; CRANE, J. Producción e investigación em frutas tropicales em el sur de Florida. In: CONGRESO NACIONAL DE FRUTALES, 5., Maracay, 1996. **Revista de la Facultad de Agronomía Maracay, Alcance**, v. 50, p. 1-17, mar. 1996.
- SCHNELL, R.J.; KNIGHT Jr., R.J. Variation in isozyme alleles in *Averrhoa carambola* L. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.127-132, 1989.
- SILVA, C.L.O. da. Germinação de sementes de limão caiano (*Averrhoa bilimbi* L.). Manaus, 1995. 33p. Monografia (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas.
- STEPHENS, S.E. Some tropical fruits. 7. The five corner. **Queensland Agricultural Journal**, v. 45, n.3, p.270-271, 1936.
- TIDBURY, G.E. *Averrhoa* spp.: carambola and bilimbi. In: GARDNER, R.J.; CHAUDRI, A. **The propagation of tropical fruit trees**. Rome: FAO, 1988. p. 291-303.
- VINES, H.M.; GRIERSON, W. Handling and physiological studies with carambola. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.79, p.350-355, 1966.
- WAGNER, C.H.J.; BRYAN, W.L.; BERRY, R.E.; KNIGHT, R.J. Carambola selection for commercial production. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v.88, p.466-469, 1975.

WAHAB NGAH, A.; AHMAD, I.; HASSAN, A. Carambola production, processing and marketing in Malasya. **Proceedings of the Interamerican Society of the Tropical Horticulture**, v. 33, p.30-43, 1989.

WATSON, B.J.; GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J.; BROWN, B.I. Carambola: a star on the horizon. **Queensland Agricultural Journal**, v. 111, n.1, p.45-51, 1988.

WUTSCHER, H.K.; SHULL, A.V. Subtropical fruits in South Texas. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.87, p. 394-400, 1974.