

LARISSA LOPES BOMTEMPO

AMINAS BIOATIVAS EM MARACUJÁ:
INFLUÊNCIA DA ESPÉCIE, DAS CONDIÇÕES
CLIMÁTICAS E DO AMADURECIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Beatriz Abreu Glória

Faculdade de Farmácia da UFMG
Belo Horizonte, MG
2011

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Virgílio e Nina, pelo amor, incentivo e por sempre investirem sem dúvidas em minha educação e futuro.

Ao Denis pelo carinho, apoio e por estar ao meu lado em todos os momentos.

À Profa. Dra. Maria Beatriz Abreu Glória pela orientação e grandes esclarecimentos.

Aos membros da banca examinadora Ana Maria Costa (Embrapa Cerrados), Raquel Linhares (FAFAR/UFMG) e Regina Adão (CEFET/MG) pelos conselhos e correções.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

À Embrapa Cerrados, em especial á pesquisadora Ana Maria Costa pelo fornecimento das amostras e pelo apoio constante.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Fernando Lameiras (CDTN/CNEN) e ao Danilo Bastos (Escola de Veterinária) pelo auxílio com as análises estatísticas.

Aos colegas do LBqA Bruno Dala Paula, Caroline Paiva, Cecília Bandeira, Flávia Mendes, Janice Gouvea, Juliana Rigueira, Letícia Guidi, Patrícia Amaral, Patrícia Barros, Pedro Prates, Regina Adão, Regina Carvalho, Rummenigge Oliveira e Warley Evangelista pela ajuda, companhia e pelos ótimos momentos de descontração compartilhados.

Aos amigos pela companhia.

Aos familiares pela presença em todos os momentos.

A todos que contribuíram para a realização desse projeto.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 O maracujá.....	14
2.1.1 Espécies de maracujá.....	17
2.1.1.1 <i>Passiflora alata</i>	18
2.1.1.2 <i>Passiflora edulis</i>	18
2.1.1.3 <i>Passiflora nítida</i>	19
2.1.1.4 <i>Passiflora setacea</i>	20
2.1.1.5 <i>Passiflora tenuifila</i>	21
2.1.2 Propriedades funcionais do maracujá.....	21
2.1.3 Composição do maracujá.....	22
2.2 Aminas bioativas.....	25
2.2.1 Definição e classificação.....	25
2.2.2 Formação.....	27
2.2.3 Funções.....	29
2.2.4 Efeitos tóxicos.....	31
2.3 Aminas bioativas em frutas.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Material.....	34
3.1.1 Amostras.....	34
3.1.2 Reagentes.....	34

3.2 Métodos.....	35
3.2.1 Estudo da influência de diferentes espécies no perfil e teores de amins e nas características físico-químicas em polpa de maracujá.....	35
3.2.2 Estudo da influência da safra no perfil e teores de amins e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie <i>P. setacea</i>	36
3.2.3 Estudo da influência das condições climáticas durante períodos de desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de amins e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie <i>P. setacea</i>	36
3.2.4 Estudo da influência do armazenamento refrigerado da polpa no perfil e teores de amins e nas características físico-químicas em maracujá espécie <i>P. setacea</i>	37
3.2.5 Estudo da influência do estágio de desenvolvimento do fruto no perfil e teores de amins e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie <i>P. setacea</i>	37
3.3 Métodos de análise.....	38
3.3.1 Caracterização física dos frutos de maracujá.....	38
3.3.2 Caracterização físico-química das polpas e extratos.....	38
3.3.2.1 Determinação do potencial hidrogeniônico.....	38
3.3.2.2 Determinação do teor de sólidos solúveis totais.....	39
3.3.2.3 Determinação do percentual de matéria seca.....	39
3.3.2.4 Determinação do teor de umidade.....	39
3.3.3 Determinação de amins bioativas.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Perfil e teores de amins e características físico-químicas em diferentes espécies de maracujá.....	41
4.1.1 Ocorrência de amins bioativas em diferentes espécies de maracujá.....	41
4.1.2 Teores totais de amins bioativas nas diferentes espécies de maracujá...	43
4.1.3 Perfil de amins nas diferentes espécies de maracujá.....	45
4.1.4 Influência das espécies nos teores de amins bioativas.....	46
4.1.5 Características físico-químicas nas diferentes espécies.....	48

4.2	Perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas da espécie <i>P. tenuifila</i>	50
4.2.1	Perfil e teores de aminos bioativas em <i>Passiflora tenuifila</i>	50
4.2.2	Características físico-químicas da espécie <i>P. tenuifila</i>	52
4.3	Influência de fatores climáticos e armazenamento no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá <i>P. setacea</i>	52
4.3.1	Condições climáticas características de cada safra.....	52
4.3.2	Influência da safra no perfil de aminos bioativas.....	53
4.3.3	Influência da safra nos teores de aminos bioativas.....	53
4.3.4	Influência da safra nas características físico-químicas.....	55
4.3.5	Influência das condições climáticas no período de desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas.....	57
4.3.6	Influência do armazenamento no perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas.....	58
4.4	Influência do estágio de desenvolvimento no perfil e teores de aminos bioativas e nas características físicas e físico-químicas em maracujá <i>P. setacea</i>	58
4.4.1	Influência do estágio de desenvolvimento nas características físicas do maracujá <i>P. setacea</i>	58
4.4.2	Influência do estágio de desenvolvimento nas características físico-químicas em polpa de maracujá <i>P. setacea</i>	62
4.4.3	Influência do estágio de desenvolvimento no perfil e teores de aminos bioativas na polpa de maracujá <i>P. setacea</i>	63
5	CONCLUSÕES.....	68
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

LISTA DE TABELAS

1.	Composição da polpa do maracujá-amarelo em cada 100 g	23
2.	Características físico-químicas da polpa de diferentes espécies de maracujá .	23
3.	Parâmetros físico-químicos em diferentes safras de maracujá <i>P. edulis</i>	24
4.	Perfil e teores de amins bioativas em maracujá <i>P. edulis</i> adquiridos do mercado consumidor de Belo Horizonte, MG	25
5.	Descrição dos estádios de desenvolvimento dos frutos obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados no período de junho de 2011	38
6.	Teores totais de amins bioativas nas diferentes espécies analisadas obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	43
7.	Percentual médio de matéria seca nas diferentes espécies analisadas obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	44
8.	Teores médios de amins bioativas em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	47
9.	Características físico-químicas e comparação entre polpas de maracujá de diferentes espécies obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	48
10.	Teores médios de amins bioativas em amostras de <i>P. tenuifila</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009	50
11.	Características físico-químicas das amostras de <i>P. tenuifila</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009	52
12.	Características edafoclimáticas da região que compreende área experimental da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, em que foram obtidas as amostras para análise	53
13.	Teores de amins bioativas em diferentes safras de maracujá espécie <i>P. setacea</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados	54
14.	Características físico-químicas e comparação entre safras de maracujá da espécie <i>P. setacea</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados	56

15.	Influência do período de desenvolvimento dos frutos de maracujá da espécie <i>P. setacea</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados, em algumas características da polpa	57
16.	Influência do tempo de armazenamento das polpas de maracujá da espécie <i>P. setacea</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados em algumas características	58
17.	Teores de aminos bioativas em maracujá espécie <i>P. setacea</i> ao longo do desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	65

LISTA DE FIGURAS

1.	Fruto de maracujá	14
2.	Quantidade de maracujá produzida no Brasil nos anos de 2001 a 2009	15
3.	Quantidade de maracujá produzida em cada região do Brasil no ano de 2009	16
4.	Flor do maracujá	16
5.	Estrutura química de algumas aminas bioativas	26
6.	Via para síntese de poliaminas	28
7.	Percentual de ocorrência de aminas em amostras de quatro espécies de maracujá obtidas na área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	42
8.	Teores totais de aminas em base seca em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	44
9.	Contribuição de cada amina ao teor total em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	45
10.	Teores totais de poliaminas (espermidina + espermina) em base seca em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007	48
11.	Percentual de contribuição de cada amina ao valor total em amostras de <i>P. tenuifila</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009	51
12.	Contribuição de cada amina ao teor total em diferentes safras de maracujá (<i>P. setacea</i>) obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados	53
13.	Variação dos teores de poliaminas em diferentes safras de maracujá da espécie <i>P. setacea</i> obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados	55
14.	Diferença no teor de sólidos solúveis em polpa de diferentes períodos de desenvolvimento do maracujá (<i>P. setacea</i>) obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados	57
15.	Parte interna dos frutos de maracujá <i>P. setacea</i> nos diferentes estádios de desenvolvimento, de (a) a (g) (em dias após a antese), obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	59

16.	Diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de maracujá espécie <i>P. setacea</i> nos diferentes estádios de desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	60
17.	Frutos de maracujá espécie <i>P. setacea</i> nos diferentes estádios de desenvolvimento (em dias após a antese), obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	61
18.	Peso dos frutos de maracujá espécie <i>P. setacea</i> durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.....	61
19.	Percentual de matéria seca dos frutos de maracujá <i>P. setacea</i> durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	62
20.	Teores de sólidos solúveis e pH dos frutos de maracujá espécie <i>P. setacea</i> durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em de junho de 2011	63
21.	Percentual de contribuição de cada amina ao teor total em maracujá espécie <i>P. setacea</i> , nos diferentes estádios de desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	64
22.	Teores de poliaminas em base seca dos frutos de maracujá espécie <i>P. setacea</i> durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	66
23.	Teores totais em base seca de aminas bioativas em maracujá espécie <i>P. setacea</i> ao longo do desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011	67

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar o perfil e os teores de aminas bioativas em polpa do maracujá produzido no Cerrado e verificar a influência de fatores como diferentes espécies, condições climáticas, tempo de armazenamento, e diferentes estádios de maturação. Dez aminas foram pesquisadas por CLAE-par iônico, derivação pós-coluna com *orto*-ftalaldeído e detecção fluorimétrica. Em todas as amostras avaliadas foram encontradas espermina, espermidina e putrescina. Algumas amostras continham também agmatina e triptamina. Putrescina foi a amina predominante em *Passiflora setacea* e *Passiflora nítida*; porém, a amina predominante em *Passiflora alata*, *Passiflora edulis* e *Passiflora tenuifila* foi a espermidina. Teores totais significativamente menores de aminas foram encontrados em *Passiflora edulis*. *Passiflora alata* apresentou maiores teores de poliaminas. *Passiflora tenuifila*, destacou-se também pelos teores de poliaminas. Os teores totais de aminas em *Passiflora setacea* variaram significativamente entre safras, sendo maior na safra de janeiro a março de 2009. Os teores de aminas não variaram com as condições pluviométricas durante o período de desenvolvimento dos frutos e durante o armazenamento sob congelamento por até 120 dias. Os teores de putrescina, espermidina e agmatina diferiram estatisticamente ao longo do desenvolvimento de *Passiflora setacea*, diminuindo de forma significativa. Putrescina foi a amina predominante em todos os estádios de desenvolvimento e os teores de poliaminas foram maiores nas primeiras etapas do desenvolvimento do fruto. Houve um decréscimo significativo dos teores totais de aminas nas fases de crescimento, mantendo-se constante nas fases de maturação e senescência.

Palavras-chave: poliaminas; maracujá; cerrado; espermidina; espermina, putrescina.

ABSTRACT

Bioactive amines in passion fruit: influence of the specie, climatic conditions and ripening stage. The objective of this study was to investigate the profile and levels of bioactive amines in the pulp of passion fruit cultivated in the Brazilian Cerrado and to investigate the influence of different *Passiflora* species, climatic conditions, frozen storage time, and different stages of fruit development on amines levels and profile. Ten amines were analyzed by ion pair HPLC, post column derivatization with *o*-phthalaldehyde and fluorimetric detection. Spermine, spermidine and putrescine were present in every sample analyzed, whereas agmatine and tryptamine were present in some samples. Putrescine was the prevalent amine in *Passiflora setacea* and *Passiflora nítida*; however spermidine was the predominant amine in *Passiflora alata*, *Passiflora edulis* and *Passiflora tenuifila*. Total amine levels were significantly lower in *Passiflora edulis*. *Passiflora alata* contained higher polyamine levels. This specie contained the highest levels of polyamines. The total levels of amines in *Passiflora setacea* varied significantly among planting seasons, with higher levels found in January – March of 2009. The levels of amines were not affected by rain fall conditions prevalent during the development of the fruit. Frozen storage for up to 120 days did not affect amines levels. The levels of putrescine, spermidine and agmatine decreased significantly throughout fruit development of *Passiflora setacea*. Putrescine was the predominant amine in every developmental stage and the levels of polyamines were higher in the early stages. There was a significant decrease in total amine levels during fruit growth; however it remained constant during maturation and senescence.

Key words: polyamines; passion fruit; *cerrado*; spermidine; spermine; putrescine.

1 INTRODUÇÃO

O maracujá é um fruto originário de regiões tropicais e, assim, encontra no Brasil excelentes condições para seu cultivo. O Brasil é o principal produtor mundial do maracujá, possuindo, em 2009, uma produção total de 713.515 toneladas (IBGE, 2009). Atualmente o maracujá é plantado em quase todos os estados brasileiros, proporcionando economia e renda em inúmeros municípios, com forte apelo social, já que se destaca como cultura que requer uso intensivo de mão-de-obra. Além disso, a popularidade dos produtos do maracujá está crescendo no mercado externo, devido principalmente ao sabor exótico e marcante que oferece aos consumidores. (AMARAL et al., 1999; FALEIRO et al., 2005).

O maracujá é utilizado principalmente para consumo *in natura* e na fabricação de sucos. É rico em minerais e vitaminas, principalmente as A e C, e é muito apreciado pela qualidade de seu suco, de aroma e sabor agradáveis (PEREIRA et al., 2006).

Recentemente, a Embrapa Cerrados criou a Rede Passitec, com a finalidade de gerar informações e tecnologias para o uso das passifloras silvestres como ingrediente e/ou matéria prima das indústrias de alimentos, condimentos, cosmética e farmacêutica. Esse projeto propõe aprofundar os estudos das substâncias benéficas à saúde nos frutos/folhas, adequar a tecnologia de cultivo, produção, processamento e armazenamento das passifloras, agregar propriedades funcionais aos alimentos pelo desenvolvimento de produtos com ingredientes à base de passiflora, determinar parâmetros de sabor e aceitação, validar os benefícios na saúde humana, identificar, conhecer e agregar a cadeia produtiva ao processo de desenvolvimento e finalização das tecnologias para viabilização do setor (COSTA, 2008).

Estudos relatam a presença de vários componentes funcionais no maracujá, como, principalmente, alcalóides, flavonóides e carotenóides. Assim, além da valorização pelos aspectos sensoriais, recentemente o maracujá tem sido valorizado pelas suas propriedades funcionais, dentre elas, controle de alterações nervosas, efeito antibiótico e hipotensor, efeito contra ansiedade, atividade anticonvulsivante e, principalmente, atividade antioxidante (CASIMIR et al., 1981; SUNTORNSUK et al., 2002; COSTA & TUPINAMBÁ, 2005). Dentre os componentes do maracujá com atividade antioxidante destacam-se as vitaminas A e C, as substâncias fenólicas e as poliaminas. De acordo com SANTIAGO-SILVA et al. (2011), o maracujá se destaca

entre diversas frutas tradicionalmente consumidas no Brasil pelos elevados teores de poliaminas.

As poliaminas pertencem a um grupo maior de aminas biologicamente ativas. Estas são bases orgânicas alifáticas, alicíclicas ou heterocíclicas de baixo peso molecular as quais são formadas por processos bioquímicos e participam de funções metabólicas e fisiológicas importantes nos organismos vivos, desempenhando papéis importantes no metabolismo, crescimento e diferenciação celular. Nas plantas têm sido associadas a inúmeros processos de desenvolvimento, como seu envolvimento na síntese de DNA, RNA e proteínas, sendo essenciais para a multiplicação e crescimento celular. Além disso, estabilizam a membrana celular e retardam a senescência. As poliaminas são formadas *in situ* nas células à medida que são requeridas (BARDÓCZ, 1995; LÖSER, 2000; GLÓRIA, 2005). Existem também as aminas biogênicas, algumas das quais são inerentes ao vegetal ou são sintetizadas pela planta como resposta ao estresse ou como proteção contra predadores. Outras são essenciais como precursoras de componentes biológicos importantes, como o hormônio de plantas ácido indol-3-acético, e o ácido fenilacético. As aminas mais presentes nas frutas são as poliaminas espermina e espermidina, assim como sua precursora putrescina (GLÓRIA, 2005). Estudos recentes demonstraram o potencial antioxidante das poliaminas. De acordo com MENDONÇA (2009), as poliaminas espermina e espermidina possuem grande potencial antioxidante, principalmente a espermina, mostrando-se mais efetivas que alguns antioxidantes tradicionalmente utilizados em alimentos e como extratos naturais.

São escassos os estudos investigando os tipos e teores de aminas bioativas no gênero *Passiflora*. Desta forma, este trabalho teve como objetivo determinar o perfil e teores de aminas bioativas nas diferentes espécies e as influências das condições de cultivo e estádios de amadurecimento nos teores de aminas bioativas em *Passiflora setacea*.

Os objetivos específicos foram avaliar o perfil e teores de aminas bioativas (i) em frutos de diferentes espécies de passifloras nativas; e (ii) em diferentes safras de *P. setacea*; e verificar a influência (iii) das condições pluviométricas na expressão das aminas bioativas em *P. setacea*, (iv) do armazenamento congelado e (v) do estágio de maturação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O maracujá

Maracujá é uma denominação genérica indígena, de origem tupi, que significa “alimento em forma de cuia”. É também conhecido como “flor-da-paixão”, nome popular que tem origem na correlação da morfologia da flor com os símbolos da Paixão de Cristo (FALEIRO et al., 2005). Os frutos (Figura 1) são bagas variáveis nas formas (globosa, ovóide, elipsóide e suas variantes), no tamanho e nas cores dependendo da espécie. Em geral, o fruto possui uma polpa ácida ou doce, mucilaginosa ou aquosa, em forma de arilo que recobre as sementes (CERVI, 1997).



Figura 1: Fruto de maracujá.

O maracujazeiro-azedo ou maracujazeiro-amarelo é o mais cultivado no Brasil e pertence à espécie *Passiflora edulis* Sims. Por ter frutos de casca amarela, recebe também a denominação de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener. Atualmente é plantado em quase todos os estados brasileiros, proporcionando economia e renda em inúmeros municípios, com forte apelo social, já que se destaca como cultura que requer uso intensivo de mão-de-obra. Além disso, a popularidade dos produtos do maracujá está crescendo no mercado externo, devido, principalmente, ao sabor exótico e marcante que oferece aos consumidores. O maracujá-roxo, também pertencente à espécie *Passiflora edulis* Sims, é muito cultivado na Austrália, África e Sudeste

Asiático. Estima-se que, juntos, o maracujá-azedo e o maracujá-roxo ocupem mais de 90% da área cultivada no mundo (AMARAL et al., 1999; FALEIRO et al., 2005).

A produção de maracujá vem ganhando importância no Brasil, notadamente, a partir das últimas três décadas, o que coloca o país em uma situação de destaque no *ranking* mundial (FALEIRO et al., 2005). De acordo com o Banco de Dados do IBGE, o Brasil apresentou, em 2009, uma produção total de maracujá de 713.515 toneladas, sendo que essa produção vem aumentando ao longo dos anos (Figura 2). A principal região produtora (Figura 3) foi o Nordeste, com 37.037 ha colhidos e uma produção de 523.822 t de frutos (produtividade de 14,14 t/ha), o que corresponde a 44,5% da produção nacional. O estado da Bahia destacou-se com uma produção de 317.475 t em uma área produtiva equivalente a 23.227 ha. A área plantada no Distrito Federal foi de apenas 187 ha, resultando em uma produção de 3.513 t de frutos (18,79 t/ha), representando pouco mais de 0,49% da produção nacional (IBGE, 2009).

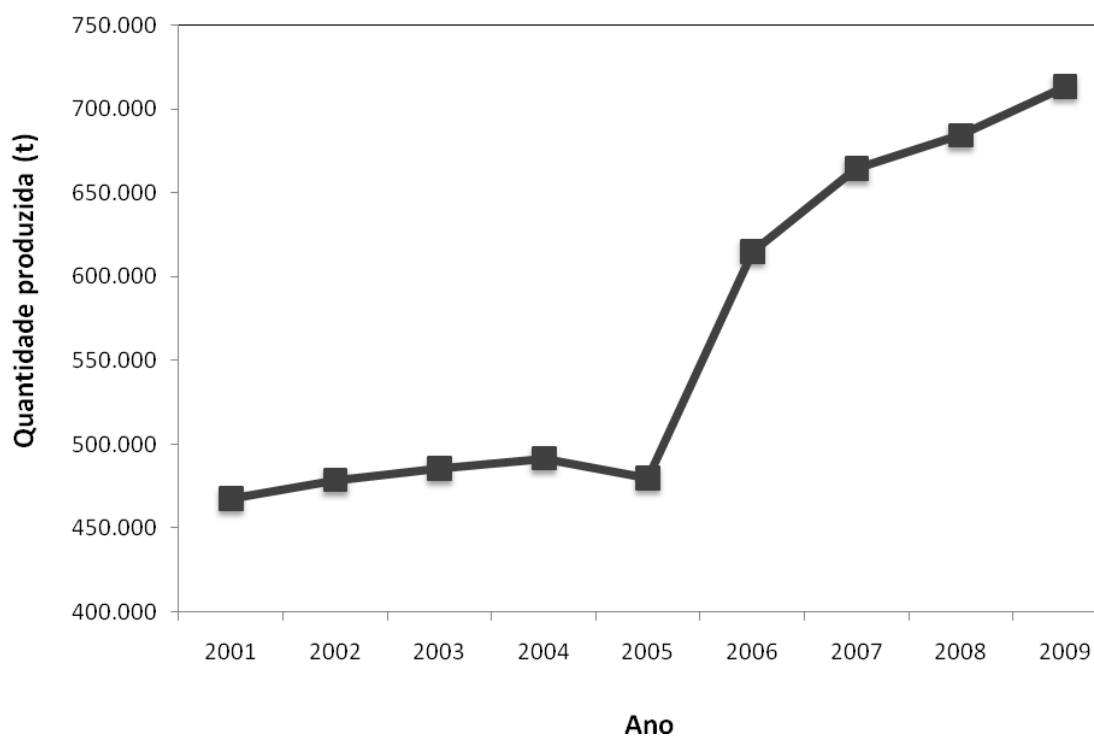


Figura 2: Quantidade de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) produzida no Brasil entre os anos 2001 a 2009.
FONTE: IBGE (2009).

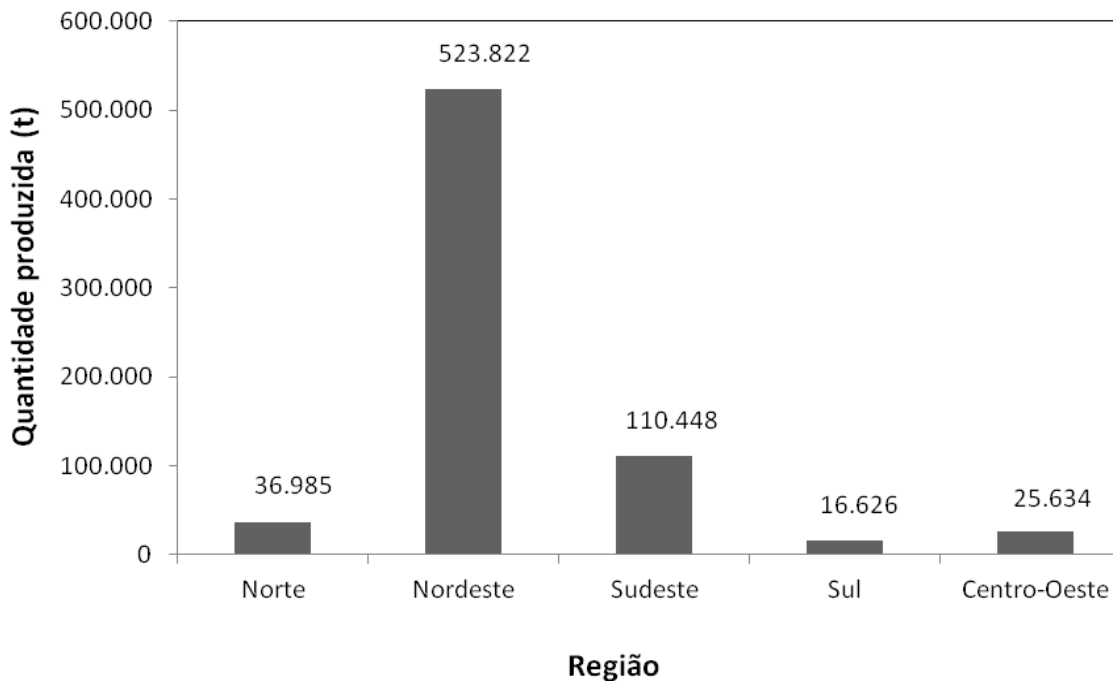


Figura 3: Quantidade de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) produzida em cada região do Brasil no ano de 2009.
 FONTE: IBGE (2009).

Além da *P. edulis*, outras espécies também apresentam grande potencial para o mercado de consumo *in natura*, de suco concentrado, ornamental e medicinal. O valor ornamental é conferido pelas belas flores que a planta produz (Figura 4) as quais exercem atração pelo seu tamanho, pela exuberância de suas cores e pela originalidade de suas formas (SOUZA & MELLETTI, 1997; FALEIRO et al., 2006).



Figura 4: Flor do maracujá.

O uso medicinal do maracujá, bastante difundido, baseia-se nas propriedades calmantes das folhas, sendo um sedativo natural. Além disso, são fontes de genes para o melhoramento genético do maracujazeiro-amarelo, como porta-enxertos, no desenvolvimento de híbridos de maracujazeiro-doce e na obtenção de híbridos de maracujazeiro-ornamental. Considerando-se este grande potencial, existem grandes demandas para pesquisas nas áreas de recursos genéticos, melhoramento genético, além da exploração diversificada de espécies do gênero *Passiflora* (SOUZA & MELLETTI, 1997; FALEIRO et al., 2006).

2.1.1 Espécies de maracujá

O maracujazeiro pertence à ordem *Passiflorales*, que possui três famílias, sendo que a família *Passifloraceae* é a que possui maior interesse comercial. Essa família possui 14 gêneros, dos quais o de maior importância econômica é o *Passiflora*. As espécies silvestres são encontradas em ambientes, climas e solos extremamente diversificados que compreendem as regiões tropicais e subtropicais americanas. (MANICA, 1981; MARTIN & NAKASONE, 1970). Com relação à quantidade de espécies existentes desse gênero existem vários dados na literatura. De acordo com MARTIN & NAKASONE (1970) afirmaram que são conhecidas 400 espécies de *Passiflora*, que cerca de 50 a 60 produzem frutos comestíveis e que, dessas, provavelmente, todas são originárias dos trópicos americanos. MANICA (1981), por sua vez, afirma que esse gênero possui 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais mais de 150 são indígenas do Brasil. Já SOUZA & MELLETTI (1997) afirmaram que há mais de 580 espécies, a maioria procedente da América tropical e, principalmente, do Brasil.

Apesar da grande diversidade, apenas um pequeno número de espécies ocupam espaço nos grandes mercados fruteiros nacionais e internacionais. No Brasil são produzidas comercialmente somente as *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener e *P. alata*, enquanto que, em outros países da América Latina, cultiva-se, também, as espécies *P. ligularis* Juss, *P. mollissima* Bailey, *P. edulis* Sims, *P. maliformis*, *P. quadrangularis*, entre outras (FALEIRO et al., 2005; MIRANDA et al., 2009). Apesar da imensa variedade e delicadeza de sabores e aromas, a maioria dos frutos comestíveis de maracujá são desconhecidas fora das áreas onde crescem, de forma selvagem, ou são pouco cultivados. Algumas das espécies, inclusive, são cultivadas exclusivamente

em pomares caseiros e em estações experimentais (MARTIN & NAKASONE, 1970; AMARAL et al., 1999).

O gênero *Passiflora* ainda é pouco estudado em termos de composição química e variabilidade genética. Assim, a realização de estudos de caracterização de espécies de *Passiflora* é imprescindível para subsidiar o uso econômico dessas espécies, contribuindo para a sua conservação (FALEIRO et al., 2005).

No presente trabalho foram estudadas algumas importantes espécies de maracujá, caracterizadas a seguir.

2.1.1.1 *Passiflora edulis*

Na opinião de FALEIRO et al. (2005), o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) e o maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims) pertencem à mesma espécie de maracujazeiro, pois os descendentes híbridos entre as duas formas são férteis e normais. O maracujá de casca roxa e o de casca amarela ocorrem em boa parte do Brasil. São encontradas formas silvestres nas margens de leito de rios, em grotões e em locais não desmatados. No litoral norte de São Paulo, o fruto é bastante apreciado e consumido pelos caiçaras (FALEIRO et al., 2005).

Entretanto, são descritas algumas diferenças entre o maracujá-amarelo e o maracujá-roxo, além da cor da casca. Em resumo, o maracujá-amarelo é uma planta mais vigorosa, possui melhor adaptação aos dias quentes, maior produtividade, maior acidez total, e maior rendimento em suco, e os frutos são maiores. A polpa é mais ácida e as sementes têm coloração pardo-escuras. Por outro lado, o maracujá-roxo possui sabor e aroma mais intensos, maior percentagem de açúcares, elevado teor de sólidos solúveis (°Brix) além de sementes pretas. Por essas características, o maracujá-amarelo é a espécie mais cultivada. O maracujá-roxo é mais indicado para locais de maior altitude e clima mais frios (MANICA, 1981; PEREIRA et al., 2006).

Segundo AMARAL et al. (1999), o maracujá-amarelo ou maracujá-azedo é o mais conhecido pelos brasileiros. Seus frutos podem ser obtidos quase o ano inteiro, principalmente no norte e no nordeste do país, e é a variedade que apresenta maior produtividade, sendo ideal para doces, geléias, batidas, sucos, refrescos e sorvetes. O maracujá-roxo, bem redondo, é muito apreciado para o consumo *in natura*. Desenvolve-se melhor em climas subtropicais como os da África do Sul, Austrália e do sul do Brasil.

Os constituintes mais importantes da espécie *P. edulis* são os glicosídeos, fenóis e alcalóides. Entretanto, também estão presentes os carotenóides, ácido L-ascórbico,

antocianinas, lactonas, óleos voláteis, aminoácidos, carboidratos e enzimas citoplasmáticas. Além disso, foram identificados 66 compostos responsáveis pelo aroma (FALEIRO et al., 2005).

2.1.1.2 *Passiflora alata*

Essa espécie recebe o nome comum de maracujá-grande (MANICA, 1981) ou maracujá-doce (MELETTI et al., 2003). É um fruto perfumado, com sabor doce-acidulado. Na agroindústria, *P. alata* não é utilizada como matéria-prima fornecedora de frutos, devido à sua polpa excessivamente adocicada, que produz um suco de sabor enjoativo (MANICA, 1981; MELETTI et al., 2003).

Segundo PEREIRA et al. (2006), o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) é uma espécie brasileira consumida como fruta fresca, ao contrário do maracujá-amarelo ou azedo. Seus frutos são amarelados, com polpa doce, aroma e paladar atraentes e agradáveis, pesam de 80 a 300 g e apresentam teor de sólidos solúveis acima de 15 °Brix.

O cultivo comercial do maracujá doce tem se expandido em função dos elevados preços do produto no mercado. Apresenta grande potencial de comercialização, tanto no mercado interno como para exportação, devido às suas boas características de tamanho, coloração externa, aroma e qualidades gustativas. É encontrado no Pará e do Centro-Oeste e Bahia até o Rio Grande do Sul. Apesar de ser a segunda espécie mais cultivada no Brasil, ainda é desconhecido da maioria da população (LIMA & FANCELLI, 2003; MELETTI et al., 2003; FALEIRO et al., 2005).

A *P. alata* é a espécie oficial da Farmacopéia Brasileira (1977), sendo usada para a elaboração de medicamentos fitoterápicos a base de maracujá (ZERAİK et al., 2010). É uma espécie adequada para caramanchões e cercas-vivas, de crescimento vigoroso, cujo valor ornamental se distingue pelas flores vistosas, coloridas e perfumadas (MELETTI et al., 2003).

2.1.1.3 *Passiflora nítida*

A espécie *Passiflora nítida* é conhecida no Brasil como maracujá-do-mato ou maracujá-suspiro. Nativa das terras baixas do trópico úmido da América do Sul, essa espécie parece estar adaptada ao clima tropical e a solos ácidos da Amazônia, mas em zonas onde há períodos secos bem definidos. É uma espécie silvestre, comestível, tendo por *habitat* ideal as capoeiras ou vegetação baixa de estradas com suficiente luz solar (FALEIRO et al., 2005).

Os frutos dessa espécie são comumente encontrados para comercialização em mercados, feiras livres, quitandas, vendedores ambulantes ocasionais, em Belém do Pará, Manaus e outras localidades do Norte (FALEIRO et al., 2005).

Essa espécie de maracujazeiro apresenta grande potencial para ser usada tanto em cultura para produção de frutas quanto como trepadeira ornamental ou, ainda, como material genético para trabalhos de transferência de genes e como porta-enxerto (FALEIRO et al., 2005).

2.1.1.4 *Passiflora setacea*

A espécie *Passiflora setacea* foi descrita em 1828. O epíteto específico *setacea* vem do latim porque as plantas dessa espécie apresentam estípulas setáceas, ou seja, em forma de seta (CERVI, 1997).

Essa espécie é conhecida como maracujá-do-sono, maracujá-sururuca, passiflorácea brasileira ou, mais precisamente, fluminense. No sul da Bahia e no semi-árido mineiro é conhecido como maracujá-de-cobra. O nome “maracujá-do-sono” vem de um conhecimento popular de que folhas e frutos desta planta apresentariam também propriedades tranqüilizantes. É nativa do Cerrado brasileiro, apresenta grande potencial para consumo *in natura* em virtude do aroma agradável e adocicado dos frutos. É uma fruta de antiga popularidade e muito apreciada para a fabricação de doces (FALEIRO et al., 2005; SANTOS et al., 2005; CAMPOS, 2010).

Os frutos são ovóides e globosos com cerca de 5 cm de comprimento por 4 cm de diâmetro e o suco doce-acidulado. Quando maduros, os frutos caem da planta, semelhante ao maracujá-amarelo. A casca dos frutos é de coloração verde-clara com listras verde-escuro em sentido longitudinal e a polpa apresenta cor amarelo-clara ou creme (CERVI, 1997).

Há pouca exploração do seu potencial como alternativa para a indústria de sucos, tendo em vista o sabor exótico de sua polpa. Entretanto, SANTOS et al. (2005) concluíram que essa espécie apresenta valores relacionados às características físicas, físico-químicas e químicas adequadas às exigências das indústrias, que preferem frutos de alto rendimento em suco, maior teor de sólidos solúveis totais e acidez elevada. A dificuldade na produção de mudas e a falta de uniformidade no tamanho dos frutos desta espécie tem restringido seu cultivo comercial, existindo poucos estudos sobre propagação, germinação e condições de armazenamento das sementes. Entretanto, é uma espécie interessante, tanto para ser incorporada a programas de melhoramento em função da resistência a doenças do maracujazeiro azedo e doce,

quanto para a utilização do fruto propriamente dito, devido às suas propriedades sensoriais e de sabor dos frutos podendo, portanto, ser utilizada para fins de consumo *in natura* ou industrial (SANTOS et al., 2005).

Com a finalidade de gerar variedades mais produtivas com padrão de aceitação de mercado, a *P. setacea* atualmente faz parte dos programas de melhoramento genético da Embrapa Cerrados. O acompanhamento das características físicas e físico-químicas dos frutos, portanto, é fundamental para a seleção dos genótipos com maior potencial (CAMPOS, 2010).

2.1.1.5 *Passiflora tenuifila*

Conhecida como maracujá-alho, a *P. tenuifila* é uma espécie nativa do Brasil, podendo ser encontrada em estado silvestre no estado de Minas Gerais e no Distrito Federal e de Goiás até o norte do Rio Grande do Sul (BRAGA et al.; 2005).

BRAGA et al. (2005) analisaram alguns frutos desta espécie quanto às suas características agrônômicas, químicas e físicas. A acidez encontrada foi baixa quando comparada ao maracujá-amarelo, entretanto, o teor de sólidos solúveis, expressos em °Brix foi muito alto em relação a outras espécies do gênero *Passiflora*. Os frutos também apresentaram alto valor de pH. A casca foi caracterizada como amarelo-alaranjado e a polpa amarela. A conclusão a que se chegou foi que a espécie apresenta a maioria das características químicas favoráveis a sua aceitação para a indústria, mas suas características físicas e sensoriais ainda são inferiores às do maracujá-amarelo.

2.1.2 Propriedades funcionais do maracujá

Apesar das propriedades medicinais do maracujá serem conhecidas mundialmente, ainda são escassas as informações científicas sobre o assunto. Pouco se sabe, ainda, a respeito da composição bioquímica, princípios ativos e efeitos sobre a saúde humana da maioria das espécies usadas como medicinais (COSTA & TUPINAMBÁ, 2005). Entretanto, ao investigar o perfil de utilização de fitoterápicos pela população brasileira, alguns autores evidenciaram que espécies do gênero *Passiflora* estão entre os mais utilizados (RIBEIRO et al., 2005; SILVA et al., 2006; MALIÈRE et al., 2008).

Várias pesquisas têm sido conduzidas mostrando o potencial do maracujá (fruto, casca e semente) a ser empregado em várias finalidades. Entretanto, a atividade

biológica mais estudada com relação aos frutos do maracujá é sua ação antioxidante. Esta atividade em sucos tem sido atribuída aos polifenóis, principalmente aos flavonóides (HEIM et al., 2002; ZERAIK et al., 2010). Entretanto, estudos recentes indicaram que as poliaminas são potentes antioxidantes e que o maracujá é rico nestas substâncias (MENDONÇA, 2009; SANTIAGO-SILVA et al., 2011).

Verificou-se o efeito dos extratos de folhas de maracujás das espécies *P. alata*, *P. caerulea*, *P. edulis* e *P. incarnata* sobre o sistema nervoso central, confirmando o conhecimento tradicional que indica plantas desse gênero para controle de alterações nervosas. Constatou-se, também, o efeito antibiótico de *P. edulis*. Além disso, frutos de maracujá do gênero *Passiflora* apresentam efeito contra ansiedade, atribuído principalmente aos flavonóides crisina e benzoflavona, e efeito hipotensor por vasodilatação periférica, atribuído aos cianoglicosídeos. A crisina apresentou também atividade anticonvulsivante relacionada com os receptores cerebrais benzodiazepínicos (COSTA & TUPINAMBÁ, 2005).

2.1.3 Composição do maracujá

Em termos nutricionais, os maracujás comerciais apresentam excelentes qualidades nutritivas (Tabela 1). Estes são ricos em minerais (potássio, fósforo, cálcio, sódio e ferro) e vitaminas, principalmente A e C e também em alcalóides, flavonóides e carotenóides (CASIMIR et al., 1981; SUNTORNSUK et al., 2002).

De acordo com estudos apresentados por SANTIAGO-SILVA (2011), BATISTA et al. (2005), MEDEIROS et al. (2005), SANTOS et al. (2005) e CAMPOS (2010), com relação às características físico-químicas, o maracujá é considerado uma fruta ácida, apresentando baixo pH, que varia entre 2,90 a 3,23. Em relação aos sólidos solúveis, variam de acordo com a espécie, assim como as demais características físico-químicas, conforme apresentado na Tabela 2.

Os teores de nutrientes, a coloração, o teor de sólidos solúveis totais, o pH e o peso e tamanho são características atribuídas à qualidade dos frutos. Essas características, além de serem afetadas pela não uniformidade genética dos pomares, sofrem influência de vários outros fatores, como precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação e ocorrência de pragas e doenças (CAMPOS, 2010). Assim, a composição físico-química do maracujá também varia dentro de uma mesma espécie e entre as regiões onde são cultivadas (BRUCKNER & PICANÇO, 2001). De

acordo com resultados obtidos por MEDEIROS et al. (2005), os parâmetros físico-químicos também variam entre as épocas de colheita (Tabela 3).

Tabela 1: Composição da polpa do maracujá-amarelo em cada 100 g

Composição	Unidade	Maracujá-amarelo
Calorias	Kcal	68 *
Proteínas	g	2,0 *
Lipídeos	g	2,1 *
Carboidratos	g	12,3 *
Fibra alimentar	g	1,1 *
Cinzas	g	0,8 *
Cálcio	mg	5 *
Fósforo	mg	51 *
Ferro	mg	0,6 *
Sódio	mg	2 *
Potássio	mg	338 *
Vitamina B1	mg	0,03 **
Vitamina B2	mg	0,05 *
Vitamina B3	mg	1,5 **
Vitamina B6	mg	0,05 *
Vitamina C	mg	19,8 *
Vitamina A	mmg	70 **

FONTES: * NEPA/UNICAMP (2006) e ** IBGE (1999).

Tabela 2: Características físico-químicas da polpa de diferentes espécies de maracujá

<i>Passiflora</i> / Espécie	pH	Acidez (% ác. cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)
<i>P. alata</i> Dryand ⁽¹⁾	2,90	4,15	13,7
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ⁽³⁾	2,91	3,24	14,5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ⁽²⁾	2,83	4,57	13,6
<i>P. edulis</i> Sims ⁽²⁾	3,23	2,26	15,1
<i>P. setacea</i> ⁽⁴⁾	3,15	2,67	16,4

FONTE: ⁽¹⁾ SANTIAGO-SILVA et al. (2011); ⁽²⁾ MEDEIROS et al. (2005); ⁽³⁾ SANTOS et al. (2005); ⁽⁴⁾ CAMPOS (2010).

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos em diferentes safras de maracujá *P. edulis*

Época de colheita	Características físico-químicas da polpa		
	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)
01 a 21/02/05	3,17	2,84	15,07
01 a 29/03/05	3,11	2,71	14,51

FONTE: MEDEIROS et al. (2005).

PEREIRA et al. (2000) verificaram que as espécies *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata* são ricas em alcalóides indólicos (passiflorina, harmina, harmanol, harmalina), flavonóides (vitexina, isovitexina, neohesperidina, saponarina, crisina, benzoflavona), esteróis (estigmasterol, sitosterol), lignanos (ácido caféico e ferrúlico), cianoglicosídeos, entre outros, havendo diferenças quantitativas de espécie para espécie.

De acordo com estudos realizados por SANTIAGO-SILVA et al. (2011), o maracujá é também uma fruta rica em poliaminas. A espécie de maracujá investigada por esses autores foi a *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, conhecido como maracujá-amarelo ou maracujá azedo, disponível no mercado consumidor de Belo Horizonte, MG. Além do maracujá, foram estudados também os teores de aminas bioativas em outras frutas tradicionalmente consumidas no Brasil, como manga, abacaxi, mamão e goiaba. Foram detectadas cinco aminas nas frutas pesquisadas, sendo elas espermidina, espermina, putrescina, agmatina e serotonina. O maracujá se destacou por apresentar teores totais de aminas mais elevados quando comparado às outras frutas. O teor total médio de aminas foi de 7,53 mg/100 g. A poliamina espermidina foi a amina predominante (Tabela 4), correspondendo a ~41% do teor total de aminas. As poliaminas espermidina, espermina e a diamina putrescina foram detectadas em 100% das amostras, sugerindo serem estas inerentes a espécie de maracujá investigada. A presença de agmatina sugere que, além da síntese de poliaminas via ornitina, o maracujá pode ter a formação de poliaminas via agmatina.

Tabela 4: Perfil e teores de aminos bioativas em maracujá *P. edulis* adquiridos do mercado consumidor de Belo Horizonte, MG

Amina	Teor médio (mg/100 g)	% Contribuição	% Ocorrência
Espermidina	3,05	40,6	100
Espermina	2,43	32,2	100
Putrescina	1,79	23,7	100
Agmatina	0,08	1,1	86
Serotonina	0,18	2,4	57
Total	7,53	-	-

FONTES: SANTIAGO-SILVA et al. (2011).

2.2 Aminos bioativas

2.2.1 Definição e classificação

Aminos bioativas ou biologicamente ativas são bases orgânicas alifáticas, cíclicas ou heterocíclicas de baixo peso molecular (Figura 5). Essas substâncias são formadas durante processos metabólicos normais e desempenham várias funções biológicas em organismos vivos, estando, assim, presentes nos alimentos (BARDÓCZ, 1995; GLÓRIA, 2005).

As aminos bioativas podem ser classificadas baseando-se no número de grupamentos amina, na estrutura química, na via biossintética ou nas funções fisiológicas que desempenham. De acordo com o número de grupamentos amina, podem ser monoaminas (tiramina, feniletilamina), diaminas (histamina, serotonina, triptamina, putrescina, cadaverina) ou poliaminas (espermina, espermidina e agmatina). De acordo com a estrutura química as aminos podem ser alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina, agmatina) ou aromáticas (tiramina, feniletilamina, histamina, triptamina, serotonina). Também podem ser classificadas em função do grupo químico como indolaminas (serotonina) e imidazolaminas (histamina). De acordo com a via biossintética, as aminos podem ser naturais (putrescina, espermidina, espermina e histamina) ou biogênicas. E de acordo com as funções fisiológicas, as aminos são classificadas em aminos biogênicas ou poliaminas. As aminos biogênicas são psico- ou vasoativas enquanto as poliaminas desempenham papel importante no crescimento (GLÓRIA, 2005).

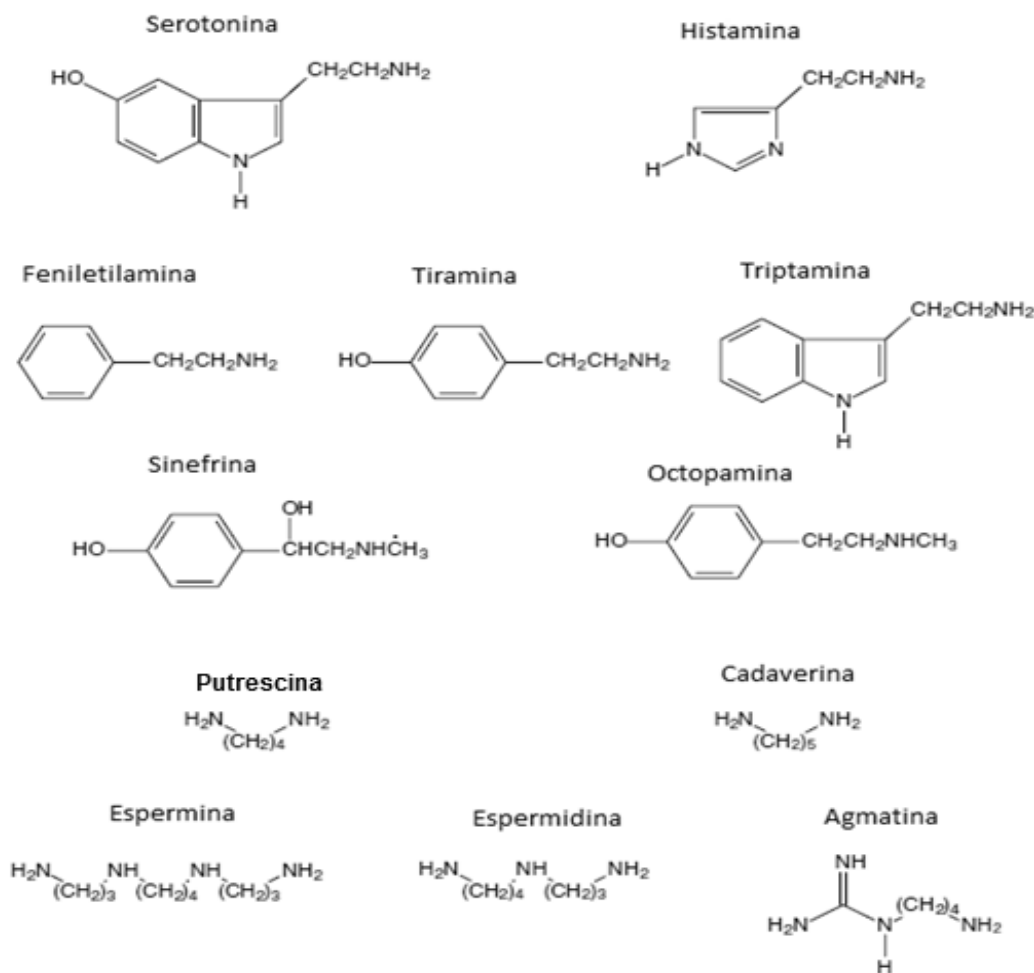


Figura 5: Estrutura química de algumas aminas bioativas.
 FONTE: GLÓRIA (2005).

Segundo BARDÓCZ (1995), o termo “aminas biogênicas” é usado para produtos de descarboxilação de aminoácidos formando as aminas histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, assim como para putrescina e cadaverina.

O termo poliamina é utilizado para designar dois compostos derivados da ornitina após uma descarboxilação inicial, sendo eles espermidina [*N*-(3-aminopropil)-1,4-butano diamina] e espermina [*N,N'*-bis-(3-aminopropil)1,4-butano diamina]. Uma nova molécula, a agmatina, foi identificada também como uma poliamina. Entretanto, essa molécula possui baixo poder antioxidante e não possui efeito no crescimento. A agmatina é derivada da arginina por descarboxilação (KUMAR et al., 1997; GLÓRIA, 2005; MOINARD et al., 2005; MENDONÇA, 2009).

As poliaminas são aminas alifáticas de baixo peso molecular, solúveis em água, com valores de pKa em torno de 10, e estão completamente protonadas em pH

corporal. Estas foram identificadas pela primeira vez no líquido seminal. As poliaminas ocorrem em concentrações que variam em todos os tipos de células, os níveis mais elevados sendo encontrados em tecidos com altas taxa de crescimento (MOINARD et al., 2005).

2.2.2 Formação

As aminas são geralmente formadas pela descarboxilação de aminoácidos. Esse processo consiste na remoção de um grupo α -carboxil do aminoácido para dar origem à amina correspondente. Entretanto, sabe-se que algumas aminas alifáticas também podem ser formadas *in vivo* pela aminação de determinados aldeídos (SHALABY, 1996; SILA-SANTOS, 1996).

Os fatores que interferem no acúmulo de aminas nos alimentos incluem a disponibilidade de aminoácidos livres, a presença de microrganismos com atividade descarboxilase sobre os aminoácidos, a existência de condições favoráveis para o crescimento de microrganismos, produção e ação de enzimas descarboxilantes. Os aminoácidos livres podem ocorrer normalmente ou serem liberados de proteínas, como resultado da atividade de microrganismos proteolíticos, os quais podem fazer parte da microbiota associada ao alimento, serem introduzidos para obter produtos fermentados ou ainda desenvolver em alimentos devido a contaminações antes, durante ou depois do processamento (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005).

De acordo com GLÓRIA (2005), a putrescina é um intermediário obrigatório da síntese de poliaminas (Figura 6). A putrescina, por sua vez, tem os aminoácidos ornitina e arginina como precursores. A síntese de poliaminas é um processo que inclui, nos primeiros passos, reações de descarboxilação, que podem ocorrer via ornitina, pela ação da ornitina descarboxilase (ODC), assim como via arginina, citrulina ou metionina. A agmatina é metabolizada em putrescina por uma conversão em dois passos. A agmatina imuno hidrolase (AIH) catalisa a formação de N-carbamoilputrescina que é convertido em putrescina pela ação da N-carbamoilputrescina amido hidrolase (NCPAH). A N-carbamoilputrescina também pode ser formada pela citrulina através da citrulina descarboxilase (CDC) (BARDÓCZ, 1995; GLÓRIA, 2005).

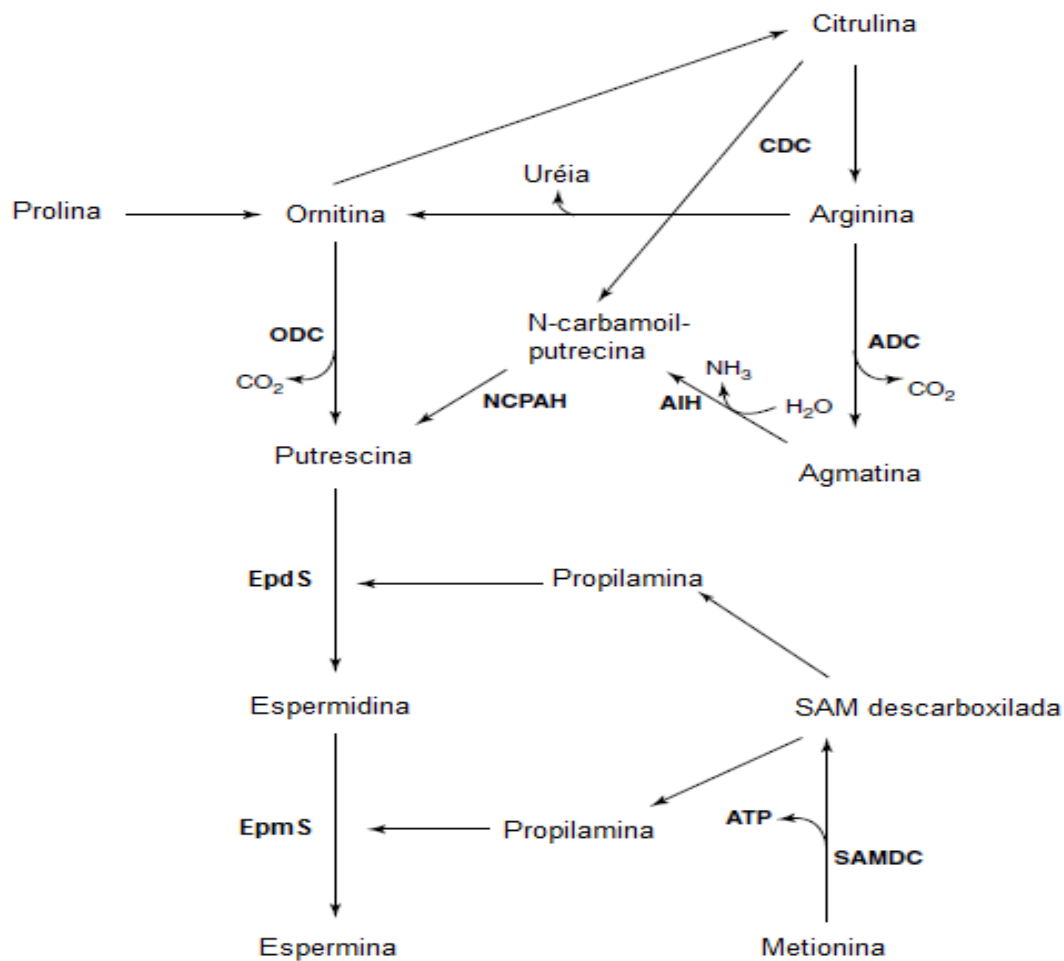


Figura 6: Via para síntese de poliaminas.
 FONTE: GLÓRIA (2005).

Para a formação de espermina e espermidina, a metionina é convertida em S-adenosilmetionina (SAM) e, pela ação da S-adenosilmetionina descarboxilase (SAMDC), forma adenosilmetionina descarboxilada, fornecendo um grupo propilamina à putrescina formando a espermidina, pela espermidina sintase (EpdS), e outro grupo à esta última formando a espermina, pela espermina sintase (EpmS) (GLÓRIA, 2005).

Três fontes formadoras de poliaminas são identificadas: a biossíntese *in situ* de aminoácidos, a ingestão direta através da dieta e a síntese e liberação pela microbiota bacteriana residente no trato gastrointestinal. Sabe-se que a dieta é uma fonte importante, e é susceptível de fornecer, pelo menos, uma parte das amins necessárias para manter o metabolismo normal (BARDÓCZ, 1995). Além disso, essas poliaminas exógenas podem ser preferencialmente dirigidas para tecidos cujo crescimento tenha sido estimulado (MOINARD et al., 2005). A importância da ingestão

de poliaminas na dieta, para os processos de crescimento, reparação e metabolismo, depende do estado fisiológico e/ou patológico do indivíduo. A necessidade é maior nos jovens durante períodos de crescimento e desenvolvimento intensivo (BARDÓCZ, 1995).

De acordo com BARDÓCZ et al. (1995), em adultos britânicos, o consumo médio diário de poliaminas foi calculado como sendo de 350-500 μmol por pessoa. As principais fontes de putrescina foram frutas, queijo e legumes de coloração não verde. Todos os alimentos contribuíram com quantidades semelhantes de espermidina à dieta, embora os níveis mais elevados foram, geralmente, em vegetais de coloração verde, sendo a carne a mais rica fonte de espermina. No entanto, os níveis ótimos de ingestão de poliaminas não são conhecidos.

2.2.3 Funções

As aminas, em baixas concentrações são essenciais ao metabolismo, atuam como reservas de nitrogênio, como substâncias naturais de crescimento de microrganismos e de vegetais, como hormônios ou fatores de crescimento. Participam na regulação da secreção gástrica, na contração e relaxamento do músculo liso, são biomoduladoras e estimulam os neurônios sensoriais, motores e cardiovasculares (SMITH, 1980-1981; STRATTON et al., 1991).

As aminas biogênicas podem ser psicoativas ou vasoativas. A histamina, serotonina, dopamina, adrenalina e noradrenalina são psicoativas e atuam como neurotransmissoras do sistema nervoso central. Os neurônios que contêm histamina podem participar na regulação da ingestão de água, da temperatura corporal e da secreção de hormônio antidiurético, bem como no controle da pressão arterial e da percepção da dor. As aminas vasoativas atuam direta ou indiretamente no sistema vascular, podendo ser vasoconstritoras (pressoras) ou vasodilatadoras. Tiramina, feniletilamina, isoamilamina, dopamina, adrenalina, noradrenalina e triptamina causam um aumento da pressão sanguínea por constrição do sistema vascular e aumento da velocidade e da força de contração cardíaca. A serotonina é vaso e bronco-constritora, está envolvida na regulação de inúmeras funções importantes, incluindo sono, sede, fome, humor e atividade sexual (GLÓRIA, 2005).

As poliaminas estão amplamente distribuídas na natureza. Presentes em elevadas concentrações nas células, têm seu conteúdo aumentado em tecidos com altas taxas de crescimento (GLÓRIA, 2005). As poliaminas no leite, por exemplo,

exercem vários efeitos diretos e indiretos no intestino imaturo de recém-nascidos e desempenham um papel importante como fatores de crescimento para a maturação intestinal. O efeito protetor do leite contra alergias em recém-nascidos pode ser explicado pelos altos níveis de poliaminas, o que leva a uma redução na permeabilidade da proteína, diminuindo a quantidade de alérgenos atingindo a submucosa intestinal e, assim, permitindo uma melhor maturação do sistema imunológico (LÖSER, 2000; GLÓRIA, 2005).

Segundo BARDÓCZ (1995), as poliaminas são essenciais ao crescimento, renovação e metabolismo, sendo, portanto, indispensáveis às células vivas. Apresentam diversas funções nas células, dentre elas, aumento da síntese do RNA, DNA e de proteínas, estabilização do RNA transportador e redução da taxa de degradação do RNA (BARDÓCZ, 1995; SILVA-SANTOS, 1996; GLÓRIA, 2005). O aumento da resistência do RNA à ação da ribonuclease deve-se à ligação aos grupamentos fosfato adjacentes ao polinucleotídeo, protegendo as ligações internucleotídeas. Por outro lado, em elevadas concentrações, espermina e espermidina funcionam como inibidores da síntese de RNA, provavelmente devido à precipitação dos ribossomos (BARDÓCZ, 1995; MEDINA et al., 2003).

De acordo com BARDÓCZ (1995), a função mais importante das poliaminas é agir como mensageiro secundário e, assim, mediar a ação de todos os hormônios e fatores de crescimento conhecidos. Os teores de poliaminas na célula afetam diretamente a ocorrência da expressão de genes em resposta à estimulação do crescimento e à inibição de agentes de crescimento. As poliaminas afetam a expressão em nível de transcrição e esse efeito é mais provável devido à interação da poliamina com o DNA e/ou fatores de transcrição das proteínas (LINDEMOSE et al., 2005).

Segundo YUAN et al. (2001), as funções das poliaminas dependem da sua carga elétrica. A energia de ligação é maior para espermina do que para espermidina, que é superior à putrescina. Foi também demonstrado que a espermina é a mais e a putrescina a menos eficaz no controle de processos biológicos diferentes em que as poliaminas estão envolvidas.

De acordo com MOINARD et al. (2005), as poliaminas agem na proliferação celular interagindo com a fosfoproteína nuclear p53, a qual tem papel essencial na regulação de vários genes envolvidos no crescimento e morte celular. Desempenham, também, um papel importante para a migração de células musculares lisas vasculares após lesão endotelial. Além disso, desempenham funções celulares exclusivas, como iniciação e controle da tradução, podendo ainda estimular a associação de

subunidades de ribossomos, estabilizar a estrutura do RNA_t e reduzir a taxa de degradação do RNA (BARDÓCZ, 1995).

Órgãos como o trato gastrointestinal, pâncreas e baço, que têm uma elevada taxa de rotatividade de células, são particularmente dependentes das poliaminas na dieta. Assim, fatores antinutricionais, que aumentam a atividade metabólica do intestino prejudicando seus tecidos, imitando as ações dos hormônios ou fatores de crescimento ou interferindo com a digestão dos alimentos, aumentam a procura de poliaminas. Em adultos saudáveis, a importância das poliaminas não é tão significativa, pois elas só são necessárias para substituir células e mediar a ação dos hormônios e/ou fator de crescimento. No entanto, embora a proliferação das células diminua com a idade, a atividade da ornitina descarboxilase também diminui e, portanto, as poliaminas na dieta tornam-se mais importante com o envelhecimento (BARDÓCZ, 1995).

Segundo MENDONÇA (2009), as poliaminas espermina e espermidina possuem grande potencial antioxidante, principalmente a espermina, mostrando-se mais efetivas que alguns antioxidantes tradicionalmente utilizados em alimentos, como BHA (butil hidroxi anisol), BHT (butil hidroxi tolueno), BHA + BHT e tocoferol, e que extratos naturais de alecrim e chá verde. Assim, as poliaminas mostraram-se efetivos antioxidantes com grande potencial de uso em alimentos.

LØVAAS (1991) propôs que o efeito antioxidante das poliaminas é devido à neutralização de ácidos, os quais são pró-oxidantes por estimular a decomposição de radicais peróxidos ou por promover um aumento na solubilidade de metais traços, estimulando a reação de Fenton. A estabilidade de complexos das poliaminas com íons metálicos correlaciona-se com as posições dos aminogrupos, com a molécula e com o comprimento da cadeia da amina (LØVAAS, 1997).

2.2.4 Efeitos tóxicos

Algumas aminas, em concentrações elevadas, ou quando o sistema de catabolismo das aminas é inibido, podem causar efeitos adversos a saúde humana e a de outros animais. As intoxicações incluem sintomas dependendo da característica de cada amina. Elas podem ser psico ou vasoativas. As aminas psicoativas afetam o sistema nervoso agindo sobre os neurotransmissores no sistema nervoso central. Já as aminas vasoativas agem direta ou indiretamente no sistema vascular, causando aumento ou redução da pressão sanguínea (SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005).

As poliaminas espermidina e espermina podem acelerar o crescimento de tumores. Dessa forma, recomenda-se uma dieta com teores reduzidos destas substâncias para pacientes em tratamentos contra o câncer de forma a diminuir o crescimento e progresso do tumor. Putrescina, cadaverina, agmatina, espermidina e espermina são consideradas como possíveis precursores mutagênicos, uma vez que podem reagir com o nitrito sob condições ácidas formando nitrosaminas, que são cancerígenas para várias espécies de animais (BARDÓCZ, 1995; GLÓRIA, 2005).

2.3 Aminas bioativas em frutas

As aminas bioativas são inerentes à organismos vivos, portanto, estão naturalmente presentes nas frutas, principalmente putrescina, agmatina, espermidina e espermina, com predominância de espermidina. Os perfis e os teores de aminas em frutas e hortaliças variam dependendo da espécie vegetal e do tipo de tecido (STARLING, 1998; GLÓRIA, 2005).

Em vegetais, a síntese de poliaminas pode ocorrer tanto via agmatina, quanto via ornitina. Segundo HILLARY & PEGG (2003), a principal via de formação de putrescina em animais é pela enzima ornitina descarboxilase (ODC), promovendo a descarboxilação da ornitina e, conseqüentemente, formação da putrescina. Contudo, em plantas e microrganismos, a principal via é a da arginina por meio da enzima arginina descarboxilase (ADC), com conseqüente formação de agmatina.

Além das funções básicas de crescimento e diferenciação celular as poliaminas nos vegetais participam da floração e desenvolvimento do fruto e da resposta ao estresse, além de inibirem a produção de etileno e a senescência. Em plantas de grande porte, as poliaminas estão envolvidas em diversos processos fisiológicos, incluindo morfogênese, enraizamento, floração e senescência. As poliaminas podem ser usadas como fonte de nitrogênio orgânico e desempenhar um papel crítico em diversos processos, entre eles, crescimento da raiz, controle do pH intracelular, desenvolvimento de flor e fruto e resposta ao estresse abiótico, como deficiência de potássio, choque osmótico, estiagem e infecção patogênica. Poliaminas são também importantes na síntese de metabólitos secundários de interesse biológico, por exemplo, nicotina e alcalóides (GLÓRIA, 2005). As poliaminas também possuem efeitos no aumento da firmeza, inibição da peroxidação lipídica e retardamento das alterações na cor da fruta (VALERO et al., 2002).

O etileno e as poliaminas são conhecidos por exercerem efeitos opostos no que diz respeito ao amadurecimento dos frutos e senescência. Estes atuam como moduladores da senescência das plantas, pois, o equilíbrio entre os dois reguladores opostos de crescimento é fundamental para retardar ou acelerar os processos. Normalmente, a concentração de poliaminas diminui durante a senescência do tecido, o que seria uma causa provável do início ou aceleração da produção de etileno e/ou aumento da sensibilidade dos tecidos à ação de etileno. Por outro lado, é possível que as poliaminas sejam necessárias para a inibição da produção de etileno no desenvolvimento de tecidos (GLÓRIA, 2005; VALERO et al., 2002).

Um dos principais efeitos da aplicação de poliaminas exógenas na qualidade de frutas consiste em um aumento na firmeza, que pode ser atribuído à ligação cruzada das poliaminas a grupos carboxílicos de substâncias pécticas na parede celular, resultando na rigidez, detectável logo após o tratamento. Esta ligação também bloqueia o acesso de enzimas degradantes, reduzindo a taxa de amaciamento durante a estocagem (VALERO et al., 2002).

Algumas aminas presentes nas frutas podem ter papel protetor, tendo efeito repelente contra insetos roedores e animais predadores. Outras são importantes como precursoras de componentes biológicos importantes, como o hormônio de plantas ácido indol-3-acético, e o ácido fenil acético que são derivados da triptamina e feniletilamina, respectivamente (GLÓRIA, 2005).

O maracujá é um fruto que se destaca pelos elevados teores de poliaminas, substâncias com grande potencial antioxidante e fator de crescimento. Entretanto, ainda são escassos na literatura estudos investigando os tipos e teores de aminas bioativas em maracujá, assim como dados quanto às características físico-químicas e a presença e teores de poliaminas nas diferentes espécies e nos estádios de desenvolvimento do fruto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Amostras

As amostras da polpa e da fruta de maracujá foram cedidas pela Embrapa Cerrados, localizada na cidade de Brasília, DF. As amostras foram obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados (BR – 020; km18; Embrapa Planaltina, DF). O clima da região é do tipo AW, clima tropical caracterizado por chuvas concentradas no verão, de outubro a abril, e invernos secos, de maio a setembro, com temperatura média de 22 °C (MELO, 1999).

Amostras de polpa foram obtidas de diferentes safras. A primeira correspondeu ao período de junho a agosto de 2007; a segunda de outubro a dezembro de 2007; a terceira de janeiro a março de 2008; a quarta de agosto a outubro de 2008; a quinta de janeiro a março de 2009; a sexta de agosto a outubro de 2009; e a sétima de fevereiro a abril de 2010. As frutas em diferentes estádios de desenvolvimento foram obtidas da safra de junho de 2011.

3.1.2 Reagentes

Os reagentes e solventes utilizados foram de grau analítico, exceto aqueles empregados nas análises cromatográficas, que eram de grau cromatográfico.

Os padrões das aminas bioativas histamina (HIM, dicloridrato), putrescina (PUT, dicloridrato), cadaverina (CAD, dicloridrato), tiramina (TIM, cloridrato), serotonina (SRT, cloridrato), agmatina (AGM, sal sulfato), espermidina (EPD, tricloridrato), espermina (EPM, tetracloridrato), 2-feniletilamina (FEM, cloridrato) e triptamina (TRM, cloridrato) foram adquiridas da Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, EUA). Para o preparo da solução padrão de cada amina considerou-se a massa da base livre (sem utilização da massa de cloreto ou sulfato) para resultar numa concentração de 1 mg/mL em ácido clorídrico 0,1 mol/L. A partir de alíquotas de 1 mL de cada uma das soluções individuais, obteve-se 10 mL de solução padrão contando dez aminas.

O reagente de derivação *orto*-ftalaldialdeído (OPA) também foi adquirido da Sigma. Toda a água utilizada era ultrapura obtida do Sistema Mili-Q Plus (Milipore Corp., Miliford, MA, EUA).

3.2 Métodos

3.2.1 Estudo da influência de diferentes espécies no perfil e teores de aminas e nas características físico-químicas em polpa de maracujá

Amostras de polpa ou extrato de maracujá das espécies *P. nitida*, *P. alata*, *P. tenuifila*, *P. setacea* e *P. edulis* foram fornecidas pela Embrapa Cerrados. Para este estudo foram selecionadas amostras da primeira e segunda safras.

Os frutos foram coletados no ponto de maturação fisiológica que, no caso das espécies *P. nitida*, *P. alata* e *P. tenuifila* correspondeu ao ponto no qual os frutos apresentavam a casca amarelada de maneira uniforme. No caso das espécies *P. setacea* e *P. edulis*, os frutos foram coletados do chão após a queda, que é quando são considerados maduros, uma vez por semana (geralmente nas segundas-feiras) entre 9 e 10 horas da manhã. Foi utilizado um mínimo de 12 frutos por amostra de cada espécie. As amostras das espécies *P. alata*, *P. edulis*, *P. nitida* e *P. setacea* foram obtidas pela despulpa manual com auxílio de colher de aço inoxidável, com tritura parcial das sementes de acordo com procedimento operacional padrão estabelecido pela Embrapa Cerrados (metodologia em processo de análise para patenteamento). Essas amostras foram passadas em peneira de malha plástica de 1 mm.

As amostras de *P. tenuifila* foram obtidas na forma de um preparado elaborado a partir da polpa e de outras partes do fruto, segundo metodologia também em análise para patenteamento da Embrapa. Para a análise dessa espécie os dados das aminas e teores de sólidos solúveis foram multiplicados por um fator de correção ($F_c = 4,0$), em virtude da metodologia de processamento utilizada que envolveu diluição da amostra.

As amostras foram homogeneizadas, embaladas em polietileno de primeiro uso e congeladas a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ e enviadas ao laboratório para análise.

Para as análises estatísticas, os teores de aminas foram transformados para \ln (logaritmo neperiano) para que os dados seguissem a distribuição normal. Os dados das aminas agmatina e triptamina e das análises físico-químicas foram transformados para raiz quadrada. As médias foram calculadas de forma ponderada, por falta de

balanceamento dos dados. O delineamento foi feito em blocos ao acaso. Os métodos utilizados para o tratamento estatístico dos resultados foram a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias (MONTGOMERY, 2001).

3.2.2 Estudo da influência da safra no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie *P. setacea*

O estudo da influência da safra no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa foi realizado com amostras da espécie *P. setacea*, obtidos conforme descrito no item 3.2.1. Para este estudo considerou-se como variável cinco diferentes safras: janeiro a março de 2008; agosto a outubro de 2008; janeiro a março de 2009; agosto a outubro de 2009 e fevereiro a abril de 2010.

O delineamento foi feito com blocagem de safra, período de desenvolvimento e tempo de armazenamento dos frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (MONTGOMERY, 2001).

3.2.3 Estudo da influência das condições climáticas durante períodos de desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie *P. setacea*

O estudo da influência das condições climáticas durante períodos de desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá foi realizado com amostras da espécie *P. setacea*, obtidos conforme descrito no item 3.2.1.

Neste estudo pesquisou-se a influência das características pluviométricas na região de cultivo durante o desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de aminos bioativas e nas características físico-químicas da polpa do maracujá. Para esta etapa considerou-se dois períodos de desenvolvimento dos frutos, período chuvoso e período seco.

O delineamento foi feito com blocagem de safra, período de desenvolvimento e tempo de armazenamento dos frutos. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (MONTGOMERY, 2001).

3.2.4 Estudo da influência do armazenamento sob congelamento da polpa no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em maracujá espécie *P. setacea*

O estudo da influência do armazenamento refrigerado da polpa no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas foi realizado com amostras da espécie *P. setacea*. As amostras foram obtidas conforme descrito no item 3.2.1. As amostras de polpa de maracujá foram submetidas a dois períodos de armazenamento em freezer comum (-12 a -20 °C), ou seja, zero e 120 dias. Ao final desses períodos, as amostras foram congeladas a -80 °C e encaminhadas para análise no LBqA.

O delineamento foi feito com blocagem de safra, período de desenvolvimento e tempo de armazenamento dos frutos. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (MONTGOMERY, 2001).

3.2.5 Estudo da influência do estágio de desenvolvimento do fruto no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá espécie *P. setacea*

O estudo da influência do estágio de desenvolvimento do fruto no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá foi realizado com amostras da espécie *P. setacea* colhidos no mês de junho de 2011. Os frutos foram coletados em diferentes estádios de maturação, conforme indicado na Tabela 5. O estágio de desenvolvimento dos frutos foi caracterizado em dias após a antese, definido pelo momento do desabrochar da flor, que dá saída ao pólen. Imediatamente após a colheita os frutos foram selecionados, embalados, congelados e encaminhados ao LBqA para análise.

Os frutos foram caracterizados com relação às características físicas de massa, e diâmetros transversais e longitudinais. Em seguida, as polpas dos frutos foram obtidas por despolpa manual com auxílio de colher de aço inoxidável, com o cuidado para não triturar as sementes. Essas amostras foram passadas em peneira de malha plástica de 1 mm. As amostras foram embaladas e congeladas em freezer comum até a data das análises.

Tabela 5: Descrição dos estádios de desenvolvimento dos frutos obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados no período de junho de 2011

Estádio de desenvolvimento	Descrição	Dias após a antese
1	Crescimento 1	6 a 8
2	Crescimento 2	9 a 11
3	Crescimento 3	12 a 15
4	Transição crescimento/ maturação	25 a 35
5	Fase de maturação – fruto colhido da planta	40 a 45
6	Fruto maduro caído da planta	43 a 50
7	Fruto passado	mais de 50

As análises foram feitas em lotes com três repetições para cada estágio de maturação, sendo que cada lote compreendeu de três a quatro frutos. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Minitab. Os métodos utilizados para o tratamento estatístico dos resultados foram a análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

3.3 Métodos de análise

3.3.1 Caracterização física dos frutos de maracujá

Os frutos foram submetidos à determinação de alguns dados físicos, dentre eles, a massa dos frutos e os diâmetros longitudinal e transversal. Para a determinação da massa utilizou-se balança semi-analítica Marte AS2000 (São Paulo, SP, Brasil). Para determinação dos diâmetros longitudinal e transversal foi utilizado um paquímetro universal analógico Digimess com graduação 0,05 mm/1/128" (Mooca, SP, Brasil) (CAMPOS, 2010).

3.3.2 Caracterização físico-química das polpas e extratos

3.3.2.1 Determinação do potencial hidrogeniônico

O valor de pH foi determinado em potenciômetro, imergindo-se o eletrodo em béquer contendo a amostra à temperatura de aproximadamente 20 °C, após calibração do instrumento com as soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (BRASIL, 1986).

3.3.2.2 Determinação do teor de umidade

O teor de umidade foi determinado por secagem direta em estufa (Quimis, modelo Q-317M22, Diadema, SP, Brasil) a 105 °C até peso constante (IAL, 2005).

3.3.2.3 Determinação do teor de sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado utilizando-se um refratômetro analógico portátil Luca BRIX30 (EUA). Foram colocadas duas gotas de amostra no prisma do aparelho e foi feita a leitura diretamente na escala de graus Brix (BRASIL, 1986).

3.3.2.4 Determinação do percentual de matéria seca

O teor de matéria seca foi obtido por liofilização em liofilizador Terroni LS 6000. Para essa determinação foram congeladas 30 g de amostra a -80 °C em placa de petri e deixadas no liofilizador até massa constante (aproximadamente 24 h). O rendimento de matéria seca foi obtido mediante o peso inicial da amostra e peso final após liofilização. As determinações foram realizadas em triplicata (CAMPOS, 2010).

3.3.3 Determinação de aminas bioativas

Amostras de 5 g da polpa do maracujá foram pesadas em balança analítica Sartorius Basic (Sartorius AG, Goettingen, Alemanha), adicionadas de 7 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e levadas a agitação em mesa agitadora (TECNAL, modelo TE-140, Piracicaba, Brasil) durante 5 minutos. Em seguida, as amostras foram centrifugadas em centrífuga refrigerada Jouan Thermo MR23i (Chateau-Gontier, França) a 11180 g a 4 °C por 10 minutos. O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro qualitativo. Essa etapa de extração foi repetida por mais duas vezes com igual volume da solução de TCA, totalizando 21 mL de ácido adicionado. Os extratos foram combinados e filtrados em membrana HAWP Millipore (São Paulo, SP) de 0,45 µm de tamanho do poro (ADÃO & GLÓRIA, 2005; SANTIAGO-SILVA et al., 2011).

As aminas foram separadas e quantificadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) por pareamento de íons. Foi utilizado um cromatógrafo líquido Shimadzu modelo LC-10AD com câmara de mistura a alta pressão; conjunto de lavagem automática de pistão; injetor automático modelo SIL-10ADvp Shimadzu (Kyoto, Japão); detector espectrofluorimétrico modelo RF-10AXL Shimadzu (Kyoto,

Japão) a 340 e 450 nm de excitação e emissão, respectivamente; e uma unidade de controle CBM-20A conectada a um microcomputador (SANTIAGO-SILVA et al., 2011).

Foram utilizadas as fases móveis: A= solução tampão contendo acetato de sódio 0,2 M e octassulfonato de sódio 15 mM, pH ajustado para 4,9 com ácido acético glacial; e B= acetonitrila, com fluxo de 0,8 mL/min. Estas fases móveis, de grau cromatografia líquida, foram filtradas em membranas de 0,45 µm tipo HAWP para a solução aquosa e HVWP para o solvente orgânico (Milipore Corp., Milford, MA, EUA) (SANTIAGO-SILVA et al., 2011).

A identificação e quantificação das aminas foi feita após derivação pós-coluna realizada por meio de uma câmara de mistura (volume morto igual a zero), instalada entre a saída da coluna e o detector. Um tubo de teflon (sob abrigo da luz) de 2,0 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro foi conectado entre a câmara de mistura e o detector. Uma bomba LC-10AD (Shimadzu, Kyoto, Japão) bombeou a solução derivante à câmara de mistura a um fluxo de 0,3 mL/min (SANTIAGO-SILVA et al., 2011).

A solução derivante foi preparada dissolvendo-se 25 g de ácido bórico e 22 g de hidróxido de potássio em 500 mL de água ultrapura, com pH ajustado para 10,5-11,0 com hidróxido de potássio. Foram adicionados a esta solução 1,5 mL de Brij-35, 1,5 mL de mercaptoetanol (Merck, Darmstadt, Alemanha) e 0,2 g de *o*-ftalaldeído (Sigma, Saint Louis, MO, EUA) dissolvido em 3 mL de metanol. A solução derivante foi preparada diariamente e mantida sob abrigo da luz.

A identificação das aminas foi baseada nos tempos de retenção destas aminas na amostra e também na solução padrão e confirmada pela adição de quantidade conhecida da solução padrão da amina suspeita à amostra. A concentração das aminas nas amostras foi determinada por interpolação em curvas de calibração obtidas para cada amina, sendo os resultados expressos em mg/100 g.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil e teores de aminos e características físico-químicas em diferentes espécies de maracujá

4.1.1 Ocorrência de aminos bioativas em diferentes espécies de maracujá

Dentre as 10 aminos pesquisadas foram encontradas apenas cinco (5) nas amostras de maracujá analisadas. Detectou-se a presença das aminos espermina, espermidina, putrescina, agmatina, e triptamina nas espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007, nos percentuais mostrados na Figura 7. Cadaverina, histamina, tiramina, serotonina e feniletilamina não foram detectadas em nenhuma das amostras analisadas.

As aminos espermina, espermidina e putrescina foram encontradas em 100% das amostras de todas as espécies analisadas. A agmatina foi encontrada em 50% das amostras de *P. alata*, *P. edulis* e *P. setacea* e em 25% das amostras de *P. nítida*. A triptamina foi encontrada em 50% das amostras de *P. alata* e *P. setacea*, em 33,3% das amostras de *P. edulis* e 25% de *P. nítida* analisadas. Estudos recentes realizados por SANTIAGO-SILVA et al. (2011) em maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) também indicaram 100% de ocorrência das poliaminas espermina e espermidina e da putrescina nas amostras analisadas. A agmatina foi encontrada em percentual menor do que o encontrado por SANTIAGO-SILVA et al. (2011) – 86%. A triptamina não foi encontrada por SANTIAGO-SILVA et al. (2011), no entanto foi detectada a serotonina em 57% das amostras. Essa variação pode ser justificada pela diferença entre as metodologias de extração de aminos. SMITH (1977) registrou a presença de serotonina e triptamina em folha de maracujá *Passiflora quadrangularis* L. e *Passiflora edulis* Sims, respectivamente.

A presença de espermidina, espermina e putrescina em frutas é esperada, pois as poliaminas espermidina e espermina estão presentes em todos os tecidos e a putrescina é um intermediário obrigatório na síntese das poliaminas (GLÓRIA, 2005). A presença de agmatina em algumas amostras pode ser um indício de que a produção

de poliaminas pode também ocorrer via agmatina, apesar de ser mais comum por via ornitina (GLÓRIA, 2005).

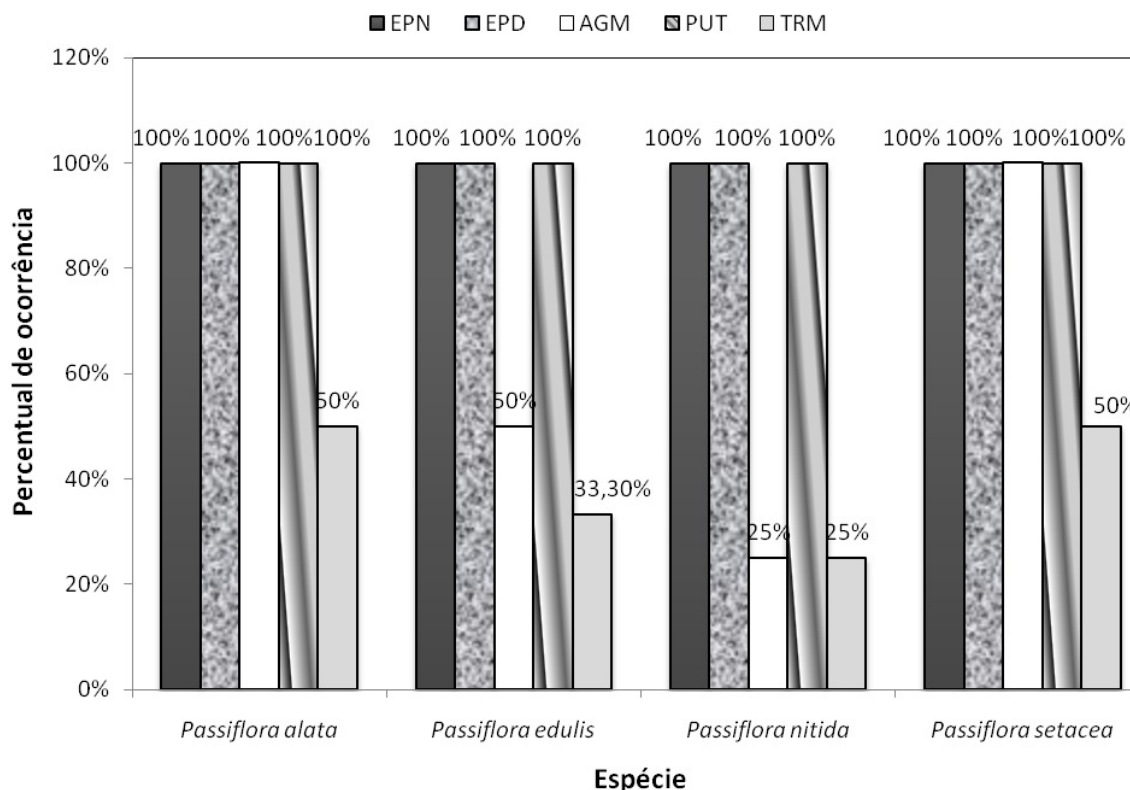


Figura 7: Percentual de ocorrência de aminas em amostras de quatro espécies de maracujá obtidas na área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007 [EPN: espermina; EDP: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina, n (*P. alata*) = 4; n (*P. edulis*) = 6; n (*P. nitida*) = 4; n (*P. setacea*) = 4].

A presença de triptamina em algumas amostras pode indicar a presença do aminoácido precursor triptofano no maracujá. Pode estar naturalmente presente em algumas frutas ou pode ser formada em resposta a algum tipo de estresse ocasionado ao fruto. Essa amina pode fazer parte do metabolismo da planta, sendo a precursora do hormônio de crescimento vegetal ácido indol acético (SMITH, 1977; GLÓRIA, 2005).

Concentrações elevadas de putrescina no fruto podem indicar que os maracujazeiros foram cultivados sob condições inadequadas (deficiência mineral, estresse hídrico, grandes variações de temperatura, etc) o que pode favorecer a formação e acúmulo de putrescina e a respectiva diminuição dos níveis das poliaminas, com possível reflexo no desenvolvimento da planta (GLÓRIA, 2005).

4.1.2 Teores totais de aminos bioativas nas diferentes espécies de maracujá

Na Tabela 6 estão apresentados os teores totais de aminos bioativas nas diferentes espécies de maracujá. As espécies *P. alata*, *P. nítida* e *P. setacea* apresentaram maiores teores totais de aminos bioativas comparado à *P. edulis*, que apresentou baixos teores.

Tabela 6: Teores totais de aminos bioativas nas diferentes espécies analisadas obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007

Espécie	Teor total de aminos bioativas (mg/100 g)
<i>Passiflora alata</i>	11,53
<i>Passiflora edulis</i>	3,64
<i>Passiflora nítida</i>	11,42
<i>Passiflora setacea</i>	11,11

Ao analisar amostras de polpa de maracujá da espécie *P. edulis*, SANTIAGO-SILVA et al. (2011) encontraram teores totais mais elevados de aminos - 7,53 mg/100 g, com uma variação de 3,66 a 19,9 mg/100 g. Essa variação pode estar associada a diferenças nas condições climáticas durante o cultivo, formas de armazenamento, etc. Essas hipóteses serão estudadas em capítulos posteriores. Além disso, as amostras analisadas por SANTIAGO-SILVA et al. (2011) foram coletadas no mercado consumidor, sendo obtidas de plantações provenientes de diferentes regiões produtivas do país, e não apenas da região do Distrito Federal.

Para as comparações entre as espécies foram utilizados os teores em base seca (Tabela 7) devido a diferenças entre a composição de matéria seca de cada uma. Na Figura 8 estão apresentados os teores totais de aminos bioativas em base seca nas diferentes espécies de maracujá analisadas. Houve diferença significativa entre *P. edulis* e as demais espécies. As amostras das espécies *P. alata*, *P. nítida* e *P. setacea* apresentaram teores estatisticamente iguais e maiores nos teores totais de aminos em relação à *P. edulis*, a qual apresentou valores mais baixos.

Outro fator significativo é que as espécies *P. alata*, *P. nítida* e *P. setacea*, classificadas como maracujá-doce, apresentaram teores mais elevados de poliaminas do que a *P. edulis*, classificada como maracujá-azedo. Assim, essa classificação

também seria significativa para os teores de poliaminas, sendo a categoria doce mais rica em poliaminas do que a categoria azeda.

Tabela 7: Percentual médio de matéria seca nas diferentes espécies analisadas obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007

Espécie	Percentual médio de matéria seca (%)
<i>Passiflora alata</i>	17,7
<i>Passiflora edulis</i>	15,2
<i>Passiflora nitida</i>	18,5
<i>Passiflora setacea</i>	18,5

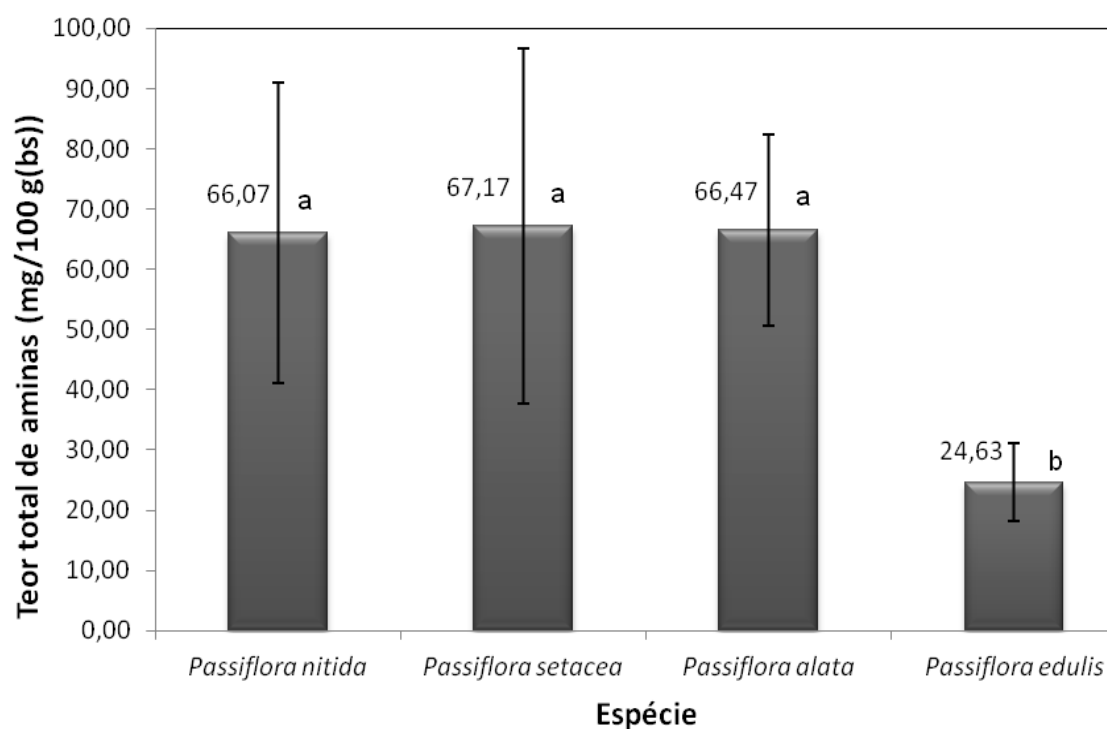


Figura 8: Teores totais de aminas em base seca em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007 (bs: base seca; médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

4.1.3 Perfil de aminos nas diferentes espécies de maracujá

Dentre as espécies estudadas, *P. alata* e *P. edulis* apresentaram características similares sendo a espermidina a amina predominante (54,61 a 58,86%), seguida da putrescina (24,01 a 26,41%), da espermina (11,77 a 15,65%), e da agmatina (0,26 a 0,98%) como pode ser observado na Figura 9.

Já as espécies *P. nítida* e *P. setacea*, a predominância foi de putrescina, contribuindo com mais de 59% do teor total de aminos. A espermidina foi a segunda amina predominante, contribuindo com percentuais que variaram de 19 a 31%. A predominância da putrescina nestas duas espécies, e não da espermidina, como ocorreu nas outras, pode ser inerente a espécie ou pode ser um indicativo de que o fruto sofreu algum estresse ou, ainda, que as condições de cultivo eram adversas, causando o acúmulo de putrescina (GLÓRIA, 2005). Estudos são necessários para investigar qual destas hipóteses é verdadeira. A prevalência de putrescina na espécie *P. setacea* pode ser verificada se é verdadeira ou não em estudo posterior de teores de aminos bioativas em diferentes estádios de maturação, onde foi estudada essa espécie.

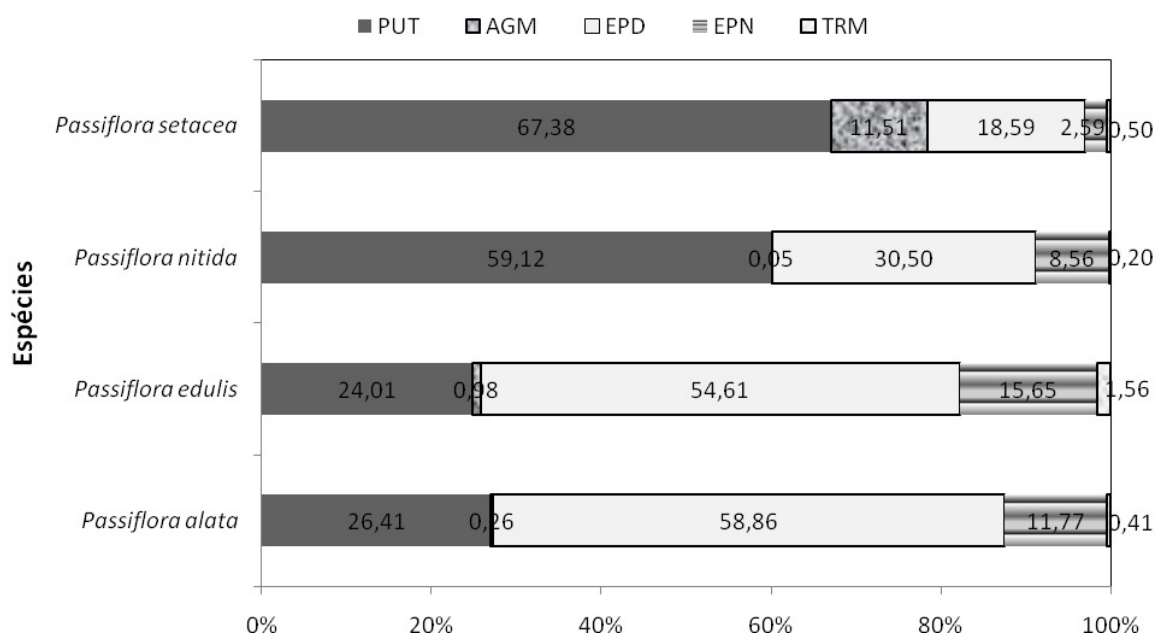


Figura 9: Contribuição de cada amina ao teor total em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007 (EPN: espermina; EDP: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina).

A prevalência de espermidina e putrescina observada neste estudo é confirmada por GLÓRIA (2005), que afirma que essas duas aminas são prevalentes em algumas frutas e hortaliças.

A espermina esteve presente nas amostras em percentuais que variaram de 2,59 a 15,65%. A agmatina contribuiu de forma significativa para a *P. setacea* (11,51%), sendo a contribuição inexpressiva nas demais espécies (< 1,27%). A triptamina só contribuiu de forma relevante para a *P. edulis* (1,56%), tendo contribuído nas demais amostras com percentuais menores que 0,50%.

4.1.4 Influência das espécies nos teores de aminas bioativas

Os teores médios das aminas bioativas encontrados nas diferentes espécies incluídas neste estudo estão indicados na Tabela 8. Observou-se diferença significativa entre as espécies para todas as aminas, exceto para a triptamina. Teores de espermina significativamente maiores foram observados nas espécies *P. nítida* e *P. alata* quando comparados com *P. setacea* e *P. edulis*. Com relação a espermidina, maiores teores foram encontrados em *P. alata* e *P. nítida*, entretanto, os teores nesta última não diferiram dos teores encontrados em *P. setacea* e *P. edulis*.

Os teores de agmatina foram significativamente maiores em *P. setacea* (7,42 mg/100 g(bs)), comparado a *P. alata* e *P. edulis*, sendo que essa amina foi detectada em teores muito baixos em *P. nítida*. Com relação a putrescina, maiores teores foram encontrados em *P. nítida* e *P. setacea*. Estes foram maiores que os teores de putrescina em *P. alata*, que foram significativamente maiores que os encontrados em *P. edulis*. Os teores de triptamina encontrados nas amostras foram baixos ($\leq 0,20$ mg/100 g), indicando que o maracujá não seria uma fonte significativa dessa amina. Uma vez que a triptamina apresenta atividade vasopressora, podendo causar enxaqueca (GLÓRIA, 2005), sua presença em baixos teores constitui vantagem.

Ao comparar os resultados da espécie *P. edulis* com dados da literatura, observou-se que SANTIAGO-SILVA et al. (2011) encontraram maiores teores de espermidina (3,05 mg/100 g) e espermina (2,43 mg/100 g), porém o teor médio de putrescina, 1,79 mg/100 g, manteve-se dentro da faixa encontrada no presente trabalho.

Tabela 8: Teores médios de aminos bioativas em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007

Espécies	Valores	Teores de aminos bioativas* (mg/100 g(bs))				
		EPN	EPD	AGM	PUT	TRM
<i>Passiflora alata</i>	faixa ⁽¹⁾	0,78 – 1,90	5,65 – 9,88	0,11 – 0,17	2,42 – 4,59	nd – 0,11
	média ⁽²⁾	8,10 ^a	39,42 ^a	0,83 ^b	17,85 ^b	0,27 ^a
	DP ⁽²⁾	2,78	11,05	0,16	5,78	0,31
<i>Passiflora edulis</i>	faixa ⁽¹⁾	0,35 – 0,77	1,51 – 2,70	nd – 0,16	0,43 – 1,98	nd – 0,20
	média ⁽²⁾	3,92 ^b	13,38 ^b	0,47 ^{b,c}	6,51 ^c	0,36 ^a
	DP ⁽²⁾	1,26	2,91	0,52	3,64	0,58
<i>Passiflora nitida</i>	faixa ⁽¹⁾	0,28 – 2,55	1,79 – 4,93	nd	3,88 – 8,39	nd – 0,09
	média ⁽²⁾	7,76 ^a	20,30 ^{a,b}	0,01 ^c	37,87 ^a	0,12 ^a
	DP ⁽²⁾	6,47	7,97	0,03	11,42	0,25
<i>Passiflora setacea</i>	faixa ⁽¹⁾	0,11 – 0,56	0,97 – 2,83	0,40 – 2,00	2,99 – 11,34	nd – 0,11
	média ⁽²⁾	1,91 ^b	12,10 ^b	7,42 ^a	45,44 ^a	0,30 ^a
	DP ⁽²⁾	1,25	4,65	3,97	20,29	0,35

*EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina.

nd: não detectado (nd < 0,04).

DP: desvio padrão.

⁽¹⁾ Valores de faixa em base úmida; ⁽²⁾ Valores de média e desvio padrão em base seca. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tanto este estudo como o de SANTIAGO-SILVA et al. (2011), encontraram teores significativos de poliaminas (espermina + espermidina) em polpa de maracujá da espécie *P. edulis*. Entretanto, este estudo mostrou que existem outras espécies que apresentam maiores teores dessas aminos, como *P. alata* e *P. nitida*, possuindo, assim, maior potencial antioxidante. Portanto, levando-se em consideração as poliaminas espermina e espermidina (Figura 10) a espécie *P. alata* apresentou um maior teor – 47,52 mg/100 g (bs), indicando ser esta a espécie com maior potencial antioxidante e como fator de crescimento, apesar de não apresentar diferenças significativas com relação à *P. nitida*, a qual apresentou teores intermediários. As demais espécies apresentaram teores significativamente diferentes e mais baixos, inferiores a 18 mg/100 g (bs).

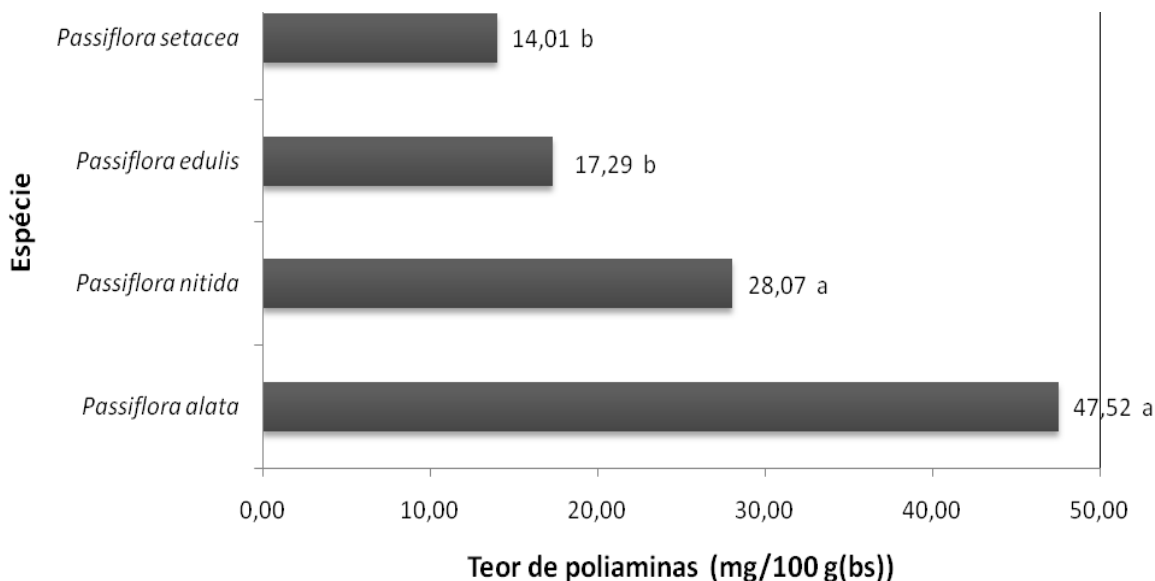


Figura 10: Teores totais de poliaminas (espermidina + espermina) em base seca em diferentes espécies de maracujá obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007 [bs: base seca (Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)].

4.1.5 Características físico-químicas nas diferentes espécies

Na Tabela 9 estão apresentados os valores de pH e os teores de sólidos solúveis, expressos em °Brix, para as amostras de diferentes espécies de maracujá. Não foi observada diferença significativa para os teores de sólidos solúveis entre as diferentes espécies. Entretanto, foi observada diferença significativa para o pH, que apresentou médias entre 2,97 a 4,19. A espécie *P. nítida* apresentou maior valor de pH, o qual não diferiu da *P. alata*, com diferenças significativas da *P. edulis* que apresentou o menor valor de pH. Tanto os teores de sólidos solúveis quanto o valores de pH encontrados atestam adequado grau de maturação e a qualidade dos frutos incluídos neste estudo.

Tabela 9: Características físico-químicas e comparação entre polpas de maracujá de diferentes espécies obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de junho a agosto e outubro a dezembro de 2007

Espécie	Valores	Características físico-químicas	
		°Brix	pH
<i>Passiflora alata</i>	faixa	18,9*	3,73*
	média	18,9 ^a	3,73 ^{a,b}
	DP	0,0	0,00
<i>Passiflora edulis</i>	faixa	13,3 – 16,9	2,95 – 3,01
	média	15,2 ^a	2,97 ^c
	DP	0,3	0,03
<i>Passiflora nitida</i>	faixa	17,7 – 19,6	4,10 – 4,27
	média	18,7 ^a	4,19 ^a
	DP	0,2	0,12
<i>Passiflora setacea</i>	faixa	13,9 – 15,1	3,13 – 3,20
	média	14,4 ^a	3,15 ^{b,c}
	DP	0,1	0,03

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*A espécie *P. alata* apresentou apenas uma amostra disponível para análise.

Os resultados de teores de sólidos solúveis obtidos para *P. alata* neste estudo - 18,9 °Brix - encontraram-se dentro da faixa de valores encontrados por MARTINS et al. (2003), em que foi encontrado para *P. alata* teores variando de 15,7 a 21,0 °Brix. Entretanto, esse valor foi um pouco abaixo da faixa encontrada por MELETTI et al. (2003), em que foi estudada a variabilidade genética de populações de *P. alata* com relação ao teor de sólidos solúveis totais, encontrando teores entre 19,8 e 22,8 °Brix. Em estudos realizados por COHEN et al. (2008) e FREITAS et al. (2006), o teor de sólidos solúveis totais para essa mesma espécie foi de 20,0 e 20,8 °Brix, respectivamente. Os teores de sólidos solúveis na espécie *P. edulis* variou entre 13,3 e 16,9 °Brix, com média de 15,2 °Brix. Esse valor é maior que o encontrado por SANTIAGO-SILVA et al. (2011) - 13,7 °Brix - ao estudar polpa de maracujá dessa mesma espécie. Ao estudar polpa de maracujá da espécie *P. nítida*, COHEN et al. (2008) encontraram teores de sólidos solúveis de 18,0 °Brix, valor semelhante ao encontrado neste trabalho (18,7 °Brix). Vários fatores podem interferir no teor de sólidos solúveis, como uniformidade genética dos pomares, precipitações pluviais, temperatura, altitude, adubação, irrigação, ocorrência de pragas e doenças, variedade e estágio de maturação (CAMPOS, 2010). Assim, esse valor pode variar bastante entre um estudo e outro.

FREITAS et al. (2006) e COHEN et al. (2008) determinaram o pH do maracujá-doce e obtiveram valores de 3,53 e 3,51, respectivamente, valores próximos ao de *P. alata* encontrados neste trabalho, que foi de 3,73. Os resultados de pH para a espécie *P. edulis* estão de acordo com dados reportados na literatura, em que foram encontrados valores de 2,90 a 3,20 (CALLE et al., 2002; ABREU et al., 2009; SANTIAGO-SILVA et al., 2011). Para a espécie *P. nítida*, foi encontrado valor de pH de 4,05 por COHEN et al. (2008), valor próximo foi encontrado no presente trabalho – 4,19. CALLE et al. (2002) e VERA et al. (2009) encontraram pH médio de 2,97 no suco de maracujá.

4.2 Perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas da espécie *P. tenuifila*

4.2.1 Perfil e teores de aminos bioativas em *Passiflora tenuifila*

As amostras dessa espécie foram analisadas de forma diferenciada das demais uma vez que apresentam características distintas. Como o fruto dessa espécie não possui polpa suficiente para consumo foi desenvolvido um alimento a partir da mistura de polpa, semente e casca e diluído em água, obtido de acordo com protocolo em fase de registro da Embrapa Cerrados. Este produto foi analisado quanto aos teores de aminos e as características físico-químicas, pH e teores de sólidos solúveis.

Foram encontrados no alimento as aminos espermina, espermidina, agmatina, putrescina e triptamina, as mesmas encontradas nos demais cultivares investigados, conforme indicado na Tabela 10.

A espermidina foi a amina predominante (53%) (Figura 11), tendo sido encontrada em maior teor (5,09 mg/100 g), seguida da putrescina (2,64 mg/100 g) contribuindo com 27% ao valor total de aminos, e da espermina (1,84 mg/100 g) que contribuiu com 19%. A amostra também apresentou teores significativos de poliaminas (espermidina + espermina) - 6,93 mg/100 g. A presença de putrescina é esperada e pode ser um sinal de diferentes tipos de estresse sofrido pela fruta durante transporte e manuseio do produto (LIMA et al., 2006). A presença de triptamina pode sugerir a presença do aminoácido triptofano (SHALABY, 1996). O teor total de aminos bioativas

foi significativo (9,66 mg/100 g), caracterizando esse alimento como fonte dessas aminas.

Tabela 10: Teores médios de aminas bioativas em amostras de *P. tenuifila* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009

Valores	Concentração de aminas bioativas* (mg/ 100 g)					
	EPN	EPD	AGM	PUT	TRM	Total
n +	100%	100%	25%	100%	25%	-
faixa	1,36 – 2,41	2,75 – 7,12	nd – 0,19	1,09 – 4,26	nd – 0,17	5,20 – 14,15
média	1,84	5,09	0,05	2,64	0,04	9,66
DP	0,44	1,80	0,09	1,41	0,09	3,74

*EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina.

nd: não detectado (nd<0,04).

DP: desvio padrão.

n = 4.

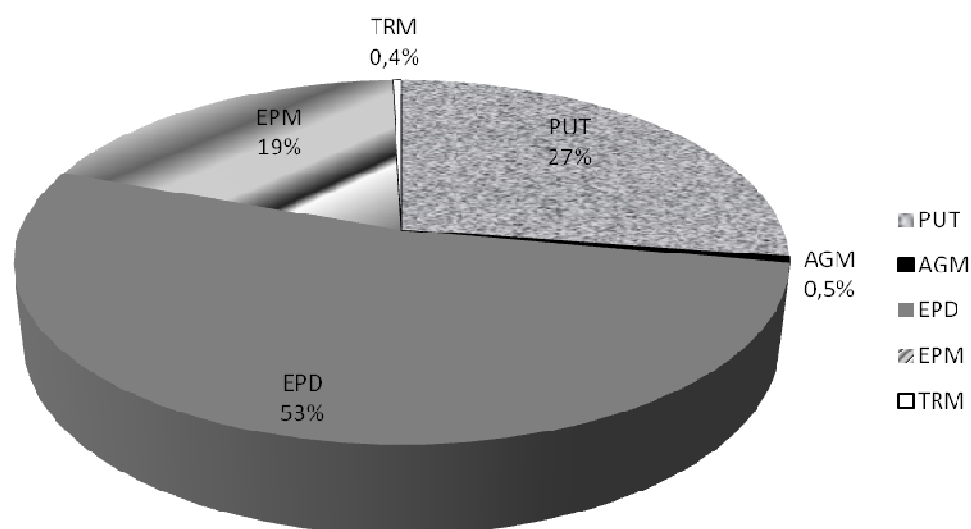


Figura 11: Percentual de contribuição de cada amina ao valor total em amostras de *P. tenuifila* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009 (EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina).

4.2.2 Características físico-químicas da espécie *P. tenuifila*

Em relação às características físico-químicas (Tabela 11), a espécie *P. tenuifila* apresentou pH médio de 4,90 e °Brix médio de 14,8. BRAGA et al. (2005), analisando polpas de frutos dessa espécie, encontraram valores maiores de pH, 6,23, e maiores teores de sólidos solúveis, 23,6 °Brix. Essas diferenças podem ter aparecido devido a diferenças nas metodologias de preparo das amostras, em função de se ter acrescentado, no presente trabalho, parte da casca e sementes à polpa.

O pH do alimento apresentou-se mais alto em relação às polpas de outras espécies do gênero *Passiflora* estudadas neste trabalho, entretanto, para o teor de sólidos solúveis encontrou-se valores semelhantes. Mais estudos sobre essa espécie são necessários para obter-se uma caracterização mais completa.

Tabela 11: Características físico-químicas das amostras de *P. tenuifila* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados nos períodos de janeiro a março de 2008 e janeiro a março de 2009

Valores	Características físico-químicas	
	°Brix	pH
faixa	11,6 - 17,6	4,71 - 5,06
média	14,8	4,90
DP	2,5	0,15

DP: desvio padrão.

4.3 Influência de fatores climáticos e armazenamento no perfil e teores de aminos e nas características físico-químicas em polpa de maracujá *P. setacea*

4.3.1 Condições climáticas características de cada safra

Na Tabela 12 são apresentadas as características climáticas de temperatura média, umidade relativa e precipitação da região em que se encontra a área experimental da Embrapa Cerrados, local onde foram cultivadas e de onde foram enviadas as amostras de maracujá analisadas.

Tabela 12: Características edafoclimáticas da região que compreende área experimental da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, em que foram obtidas as amostras para análise

Safras	Precipitação total (mm)	Valores	Características climáticas	
			Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)
jan/mar 2008	467,6	faixa	19,2 – 24,4	53 – 95
		média	21,3	82
		DP	1,2	9
ago/out 2008	57,9	faixa	17,7 – 31,8	21 – 90
		média	23,2	46
		DP	2,2	14
jan/mar 2009	348,4	faixa	19,9 – 25,8	62 – 92
		média	22,1	79
		DP	1,3	8
ago/out 2009	242,6	faixa	17,6 – 25,6	41 – 90
		média	21,9	67
		DP	1,5	14
fev/abr 2010	460,9	faixa	18,4 – 26,8	52 – 99
		média	22,4	76
		DP	1,6	11

DP: desvio padrão.

4.3.2 Influência da safra no perfil de aminos bioativas

As amostras analisadas neste estudo apresentaram teores significativos de espermina, espermidina, agmatina e putrescina. Na Figura 12 está apresentada a contribuição de cada amina ao teor total para cada safra analisada. Todas as aminos contribuíram de forma significativa ao teor total. Putrescina obteve maior teor de contribuição em todas as safras analisadas, seguida pela espermidina, espermina e, por último, agmatina, com menor teor de contribuição em todas as safras analisadas.

4.3.3 Influência da safra nos teores de aminos bioativas

Os teores de aminos bioativas encontrados em amostras de maracujá obtidas nas diferentes safras estão apresentados na Tabela 13. Observa-se que os teores totais de aminos variaram de forma significativa, sendo os maiores teores encontrados na 5ª safra, e os menores encontrados nas 6ª e 7ª safras. Ao comparar as aminos individualmente, não foi encontrada diferença significativa entre os teores de espermina para amostras obtidas nas diferentes safras, entretanto, com relação à espermidina, a 4ª safra apresentou os maiores teores e a 7ª os menores teores. Os teores de

agmatina sofreram variação com a safra, sendo que a safra 4 a que apresentou maiores teores diferindo da safra 6, com menores teores.

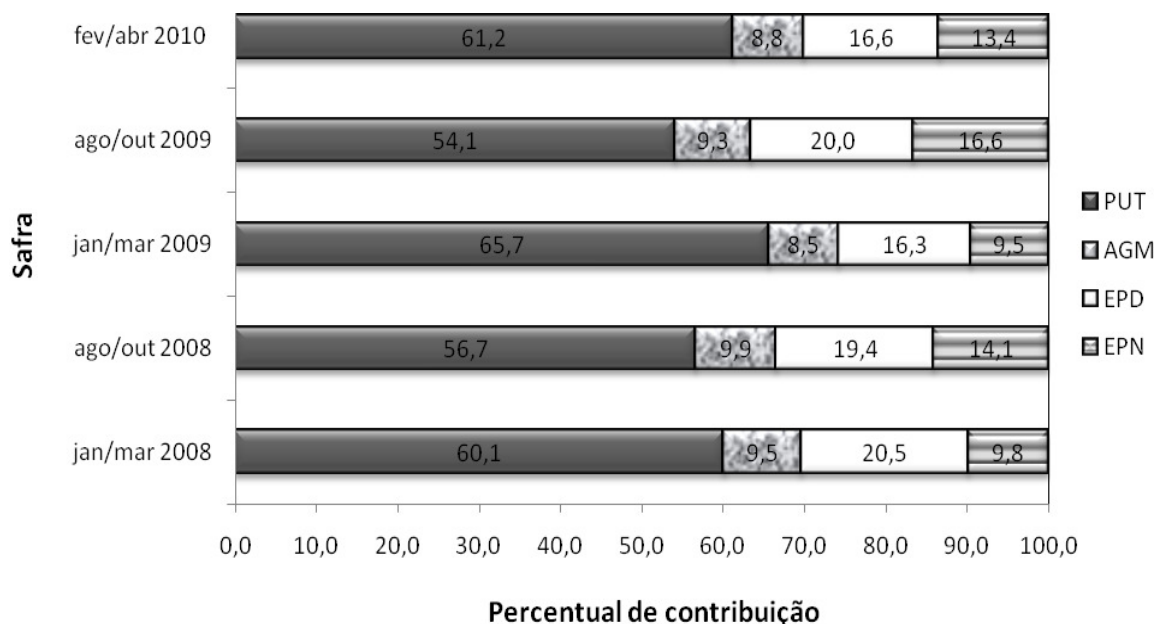


Figura 12: Contribuição de cada amina ao teor total em diferentes safras de maracujá (*P. setacea*) obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados (EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina; TRM: triptamina).

Tabela 13: Teores de aminas bioativas em diferentes safras de maracujá espécie *P. setacea* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados

Safra	Teores de aminas bioativas* (mg/100 g)				Total
	EPN	EPD	AGM	PUT	
3^a - jan/mar 2008	1,02 ± 0,59 ^a	2,13 ± 0,73 ^{a,b}	0,99 ± 0,29 ^{a,b}	6,23 ± 1,97 ^b	10,37 ± 3,30^{a,b}
4^a - ago/out 2008	1,76 ± 0,45 ^a	2,42 ± 0,56 ^a	1,23 ± 0,28 ^a	7,08 ± 1,75 ^{a,b}	12,49 ± 2,88^{a,b}
5^a - jan/mar 2009	1,37 ± 0,63 ^a	2,34 ± 0,58 ^{a,b}	1,21 ± 0,31 ^{a,b}	9,41 ± 2,28 ^a	14,33 ± 3,67^a
6^a - ago/out 2009	1,46 ± 0,94 ^a	1,75 ± 0,82 ^{a,b}	0,82 ± 0,43 ^b	4,75 ± 2,48 ^b	8,78 ± 4,56^b
7^a - fev/abr 2010	1,27 ± 0,42 ^a	1,57 ± 0,49 ^b	0,83 ± 0,25 ^{a,b}	5,78 ± 1,97 ^b	9,44 ± 3,03^b

*EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina.

Médias (± desvio padrão) seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos teores de putrescina houve variação entre as safras, sendo os teores significativamente maiores na 5ª safra, e teores menores nas 3ª, 6ª e 7ª safras. De acordo com dados da literatura, condições de estresse provenientes de uma safra com deficiências hídrica, excesso de calor, variações de temperatura, etc., podem interferir na concentração de putrescina (GLÓRIA, 2005). Entretanto, essa relação não foi observada neste trabalho.

Os teores de poliaminas (espermidina + espermina) não diferiram estatisticamente com a safra (Figura 13), apesar de o teor de espermidina ter variado significativamente. Assim, a variação da espermidina não influenciou no teor total.

BOUCHEREAU et al. (1999) afirmaram que os teores de poliaminas em vegetais podem variar com a época de colheita, o estado nutricional da planta, as condições de cultivo, o modo de cultivo (orgânico e convencional) e o armazenamento.

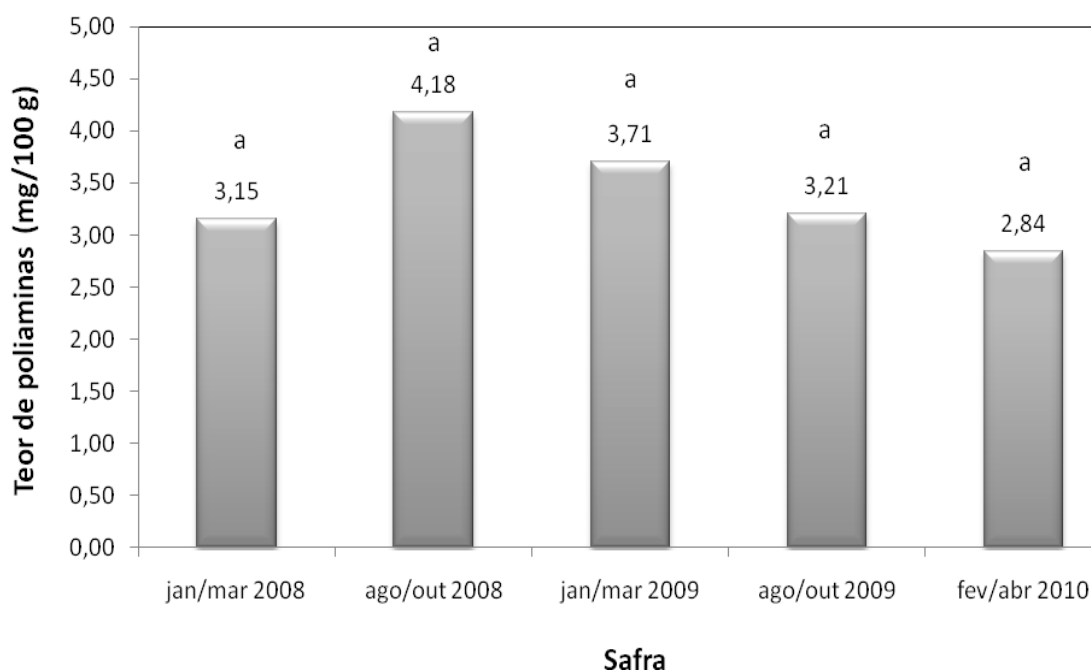


Figura 13: Variação dos teores de poliaminas em diferentes safras de maracujá da espécie *P. setacea* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados (Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

4.3.4 Influência da safra nas características físico-químicas

Houve diferença das características físico-químicas (Tabela 14) entre as safras. A média dos teores de sólidos solúveis das amostras da 4ª safra apresentou-se maior,

juntamente com a da safra 6, entretanto, apresentou-se menor na 3ª e 7ª safras. Com relação aos valores de pH, a 7ª safra apresentou valores significativamente maiores comparadas a todas as demais safras, ou seja, apresentou menor acidez dos frutos. Como as amostras foram coletadas no estágio adequado de maturação, a variação do pH parece estar associada as condições climáticas prevalentes durante o experimento.

CAMPOS (2010) também encontrou diferenças significativas no pH e nos teores de sólidos solúveis entre safras ao analisar amostras de maracujá *P. setacea*. Assim, vale ressaltar que as condições edafoclimáticas podem resultar em variações nas características físico-químicas dos frutos. Entretanto, estas características também são influenciadas pela idade da cultura, produções intensas e variações genéticas entre plantas.

Tabela 14: Características físico-químicas e comparação entre safras de maracujá da espécie *P. setacea* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados

Safr	Características físico-químicas	
	°Brix	pH
3ª - jan/mar 2008	14,0 ^d	3,09 ^b
4ª - ago/out 2008	16,2 ^a	3,07 ^b
5ª - jan/mar 2009	14,9 ^{b,c}	3,05 ^b
6ª - ago/out 2009	15,6 ^{a,b}	3,05 ^b
7ª - fev/abr 2010	14,2 ^{c,d}	3,15 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando avaliada sob influência da precipitação pluviométrica da região que compreende área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, observou-se que o teor de sólidos solúveis foi nitidamente influenciado pela época do ano. No período mais chuvoso (jan/mar 2008), as médias obtidas foram significativamente inferiores às do período mais seco (ago/out 2008), demonstrando que a precipitação pluviométrica reduziu o teor de sólidos solúveis totais dos frutos. Isso foi confirmado pelo coeficiente de correlação obtido ($R = -0,9160$). Para este parâmetro, portanto, observou-se uma relação inversamente proporcional à pluviosidade, ou seja, quanto mais chuva, menor o °Brix dos frutos. MELETTI et al. (2003) também observou esse comportamento ao estudar diferentes genótipos de *P. alata* de diferentes safras.

4.3.5 Influência das condições climáticas no período de desenvolvimento dos frutos no perfil e teores de amins bioativas e características físico-químicas

Os teores de amins bioativas e o pH não variaram com as características climáticas (Tabela 15) do período de desenvolvimento dos frutos. Entretanto, foi observada diferença para os teores de sólidos solúveis (Figura 14), sendo maior no período seco.

MELETTI et al. (2003) ao avaliar a influência da precipitação no teor de sólidos solúveis em maracujá *P. alata*, também concluiu que no período mais seco as médias obtidas foram significativamente superiores às do período mais chuvoso, confirmando que a precipitação reduz o teor de sólidos solúveis totais dos frutos.

Tabela 15: Influência do período de desenvolvimento dos frutos de maracujá da espécie *P. setacea* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados, em algumas características da polpa

Período	Teores de amins bioativas* (mg/100 g)				Característica físico-química
	EPN	EPD	AGM	PUT	pH
Chuvoso	1,15 ^a	2,01 ^a	0,99 ^a	6,70 ^a	3,10 ^a
Seco	1,61 ^a	2,09 ^a	1,02 ^a	5,92 ^a	3,06 ^a

*EPN: espermina; EDP: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina.

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

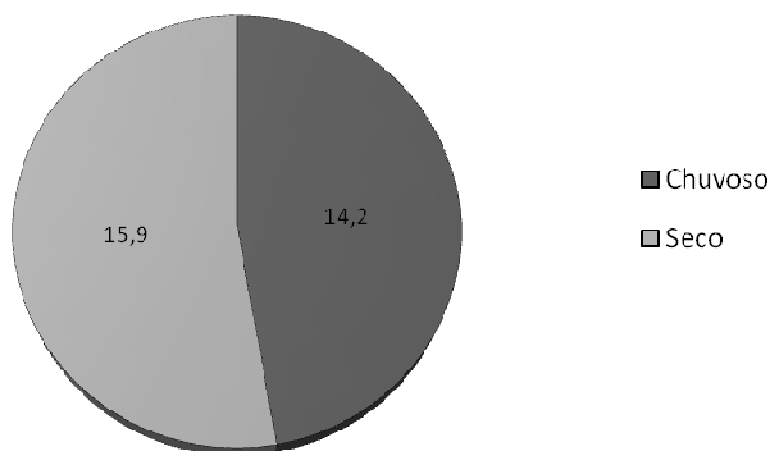


Figura 14: Diferença no teor de sólidos solúveis em polpa de diferentes períodos de desenvolvimento do maracujá (*P. setacea*) obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados.

4.3.6 Influência do armazenamento no perfil e teores de aminas bioativas e características físico-químicas

O armazenamento dos frutos não influenciou nos teores de aminas bioativas nem nas características físico-químicas das polpas de maracujá (Tabela 16). Portanto, a polpa congelada possui as mesmas características da polpa fresca, o que significa que, mantida a determinada temperatura de congelamento, a polpa do maracujá não perde suas características originais. Isso é uma vantagem, pois se pode conservar por mais tempo a fruta sem perda de nutrientes.

Tabela 16: Influência do tempo de armazenamento das polpas de maracujá da espécie *P. setacea* obtidas da área experimental da Embrapa Cerrados em algumas características

Tempo de armazenamento (dias)	Teores de aminas bioativas* (mg/100 g)				Características físico-químicas	
	EPN	EPD	AGM	PUT	pH	°Brix
0	1,10 ^a	2,06 ^a	0,99 ^a	6,39 ^a	3,10 ^a	14,6 ^a
120	1,46 ^a	2,00 ^a	1,00 ^a	6,58 ^a	3,07 ^a	14,7 ^a

*EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina.

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.4 Influência do estágio de desenvolvimento no perfil e nos teores de aminas bioativas e nas características físicas e físico-químicas em maracujá *P. setacea*

Foram estudados 7 (sete) estádios de desenvolvimento dos frutos, caracterizados de acordo com o número de dias após a antese. Na Figura 15 estão apresentadas imagens dos frutos nos respectivos estádios de desenvolvimento. Ressalta-se as diferenças na polpa dos frutos entre os estádios estudados.

Foram estudadas variações entre características físicas (diâmetros longitudinais e transversais e massa), físico-químicas (pH e teor de sólidos solúveis) e de perfil e teores de aminas bioativas durante o desenvolvimento, maturação e senescência de frutos de maracujá da espécie *P. setacea*.

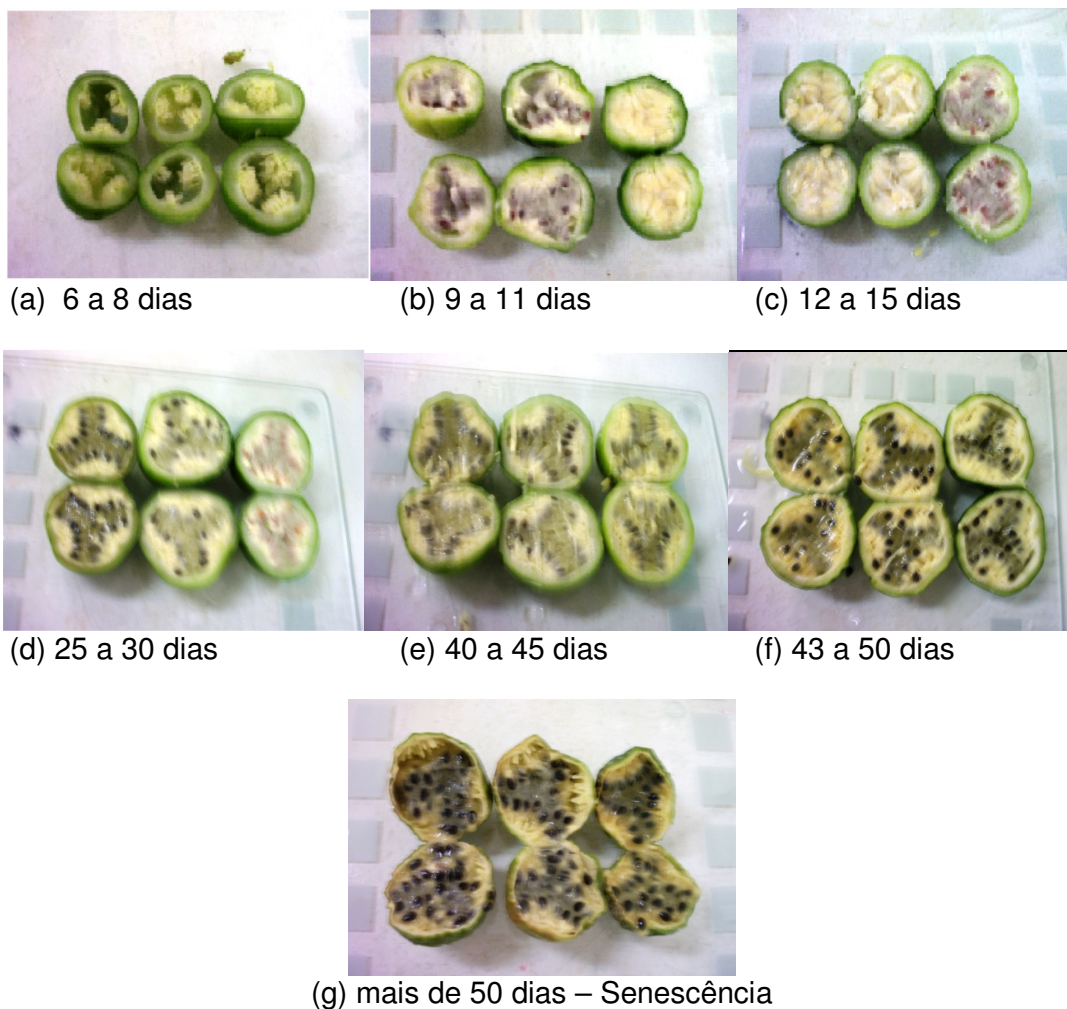


Figura 15: Parte interna dos frutos de maracujá *P. setacea* nos diferentes estádios de desenvolvimento, de (a) a (g) (em dias após a antese), obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

4.4.1 Influência do estágio de desenvolvimento nas características físicas do maracujá *P. setacea*

Para cada período de maturação dos frutos de *P. setacea*, foram determinados os diâmetros longitudinais e transversais e a massa. As alterações nos diâmetros longitudinal e transversal seguiram um comportamento semelhante (Figura 16) durante o desenvolvimento do fruto, aumentando no período de 6 a 50 dias após a antese (crescimento e maturação do fruto), mas sofrendo diminuição a partir do 50º dia após a antese (senescência do fruto).

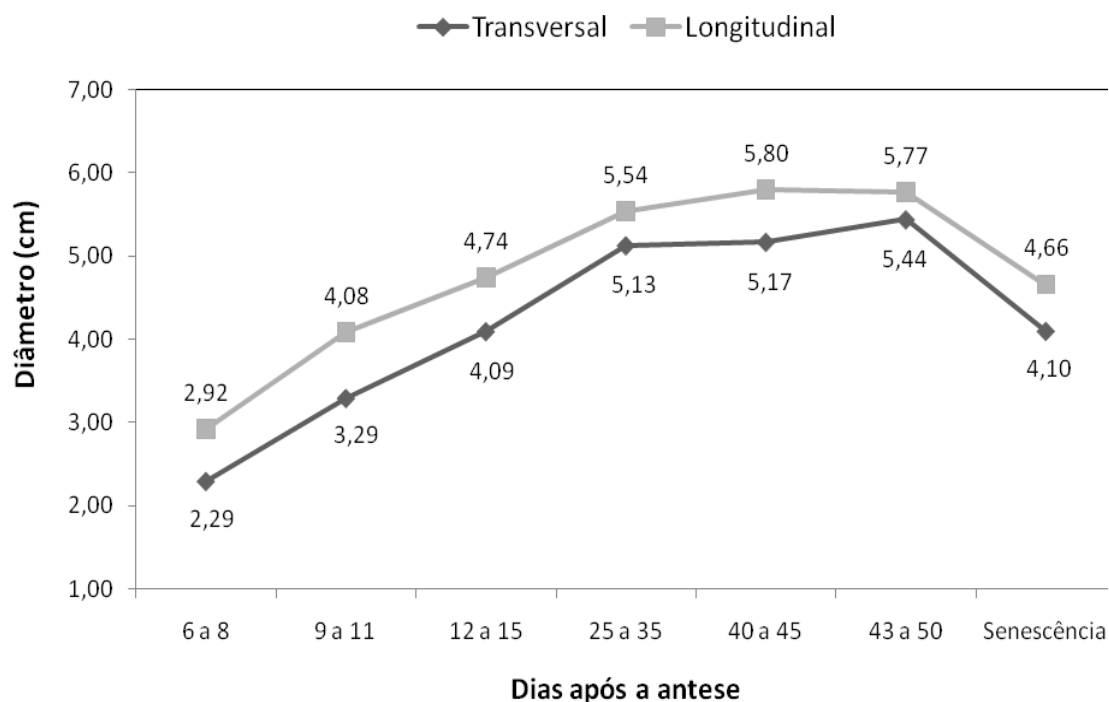


Figura 16: Diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de maracujá espécie *P. setacea* nos diferentes estádios de desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

Na Figura 17 estão apresentados os frutos inteiros nos diferentes estádios de desenvolvimento. Nota-se uma variação significativa no tamanho dos frutos com o passar dos dias após a antese. Com relação aos pesos dos frutos (Figura 18), foi observado o mesmo comportamento dos diâmetros, aumentando durante o crescimento e maturação e diminuindo significativamente na fase de senescência. Estes resultados indicam um aumento de massa durante maturação e crescimento e perda de massa na etapa de senescência.

O percentual de matéria seca dos frutos apresentou comportamento semelhante ao do peso (Figura 19). Houve um aumento do 9º ao 50º dia após a antese, e uma diminuição na fase de senescência. Assim, pode-se dizer que o aumento da massa está relacionado ao aumento de massa seca do fruto (diminuição de umidade) durante o desenvolvimento e maturação e, na fase de senescência, a diminuição do peso é devido à diminuição do percentual de massa seca (aumento de umidade).

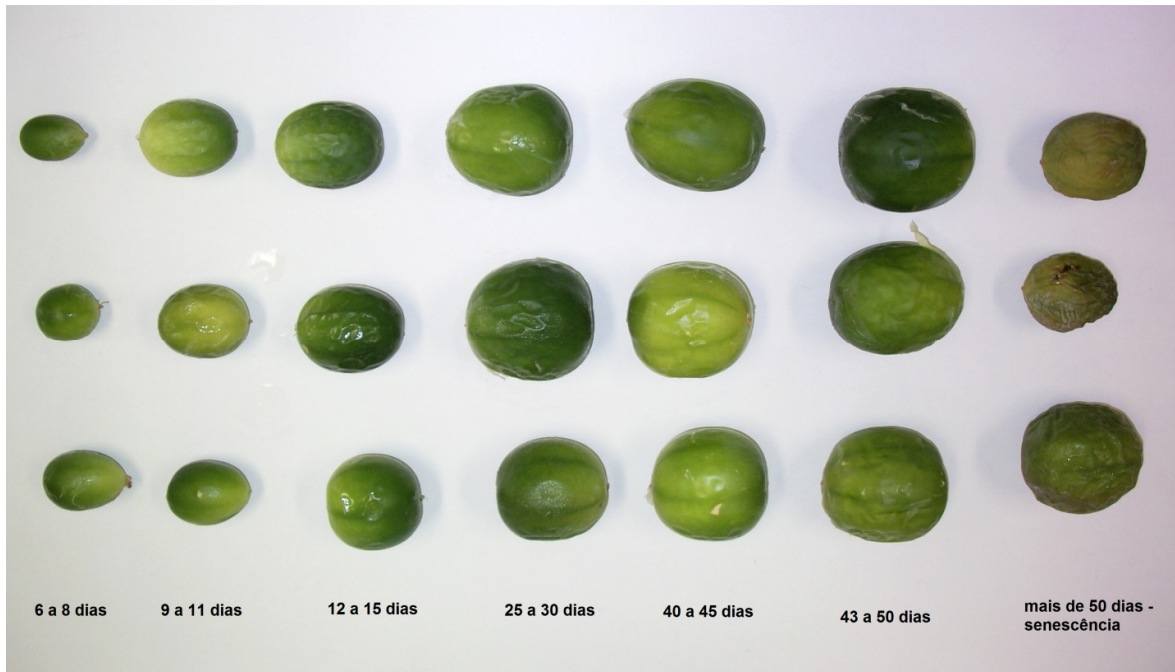


Figura 17: Aspectos dos frutos de maracujá espécie *P. setacea* nos diferentes estádios de desenvolvimento (em dias após a antese), obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

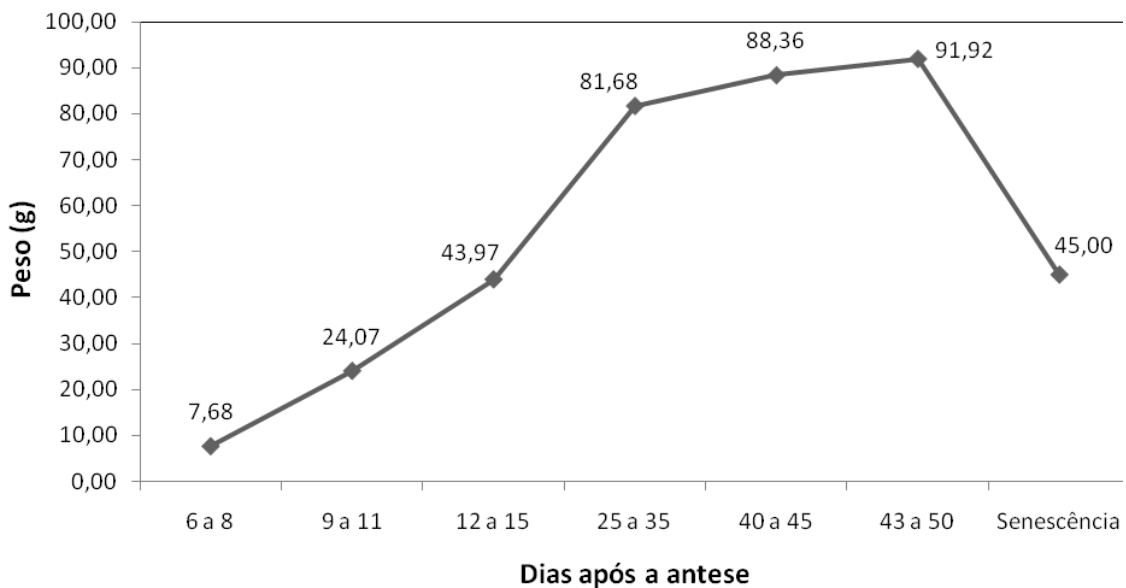


Figura 18: Massa média dos frutos de maracujá espécie *P. setacea* durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

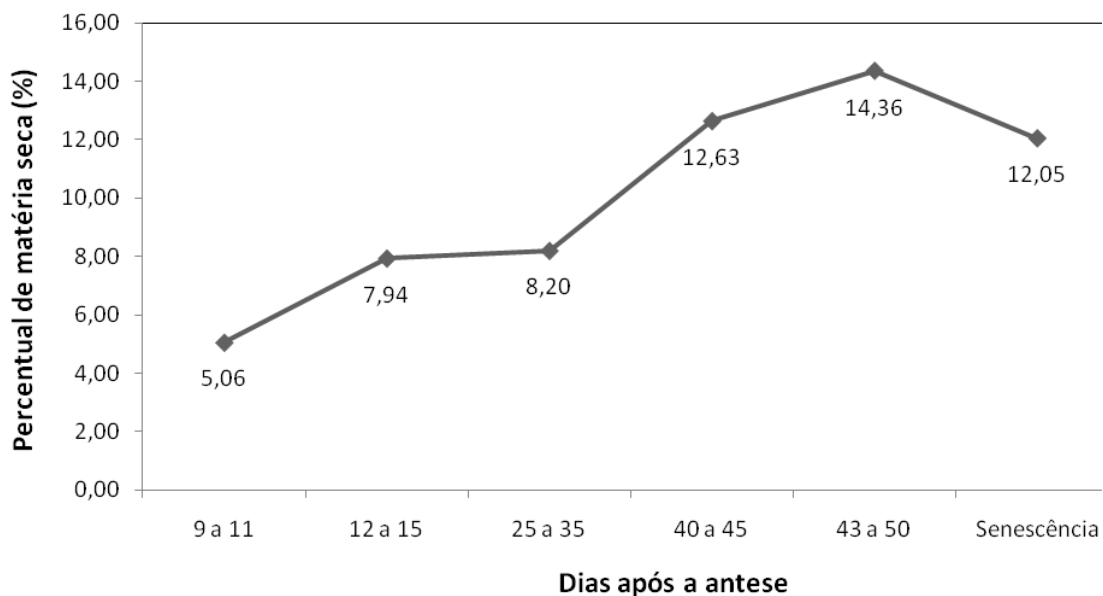


Figura 19: Percentual de matéria seca dos frutos de maracujá *P. setacea* durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados no em junho de 2011.

4.4.2 Influência do estágio de desenvolvimento nas características físico-químicas em polpa de maracujá *P. setacea*

Na Figura 20 está representado o comportamento dos teores de sólidos solúveis e do pH durante a maturação do maracujá. Os teores de sólidos solúveis aumentaram de forma significativa durante as fases de crescimento e maturação (entre o 9º e 50º dia após a antese) até o ponto ideal para consumo, mantendo-se constante na fase de senescência. Esse comportamento também foi verificado por ADÃO & GLÓRIA (2005) em banana prata, observando aumento do teor de sólidos até que o fruto esteja em condição de consumo, mantendo-se constante a partir de então. Essa variação é esperada, já que o teor de sólidos tende a aumentar durante a maturação (ADÃO & GLÓRIA, 2005).

O pH também variou de forma significativa até o 15º dia, diminuindo com a maturação, e obtendo menores valores nos estádios ideais para consumo (40º ao 50º dia após a antese). Entretanto, na fase de senescência, observou-se um pequeno aumento nesse valor. Obteve-se diferença significativa entre o estágio de 9 a 11 dias após a antese, em que o fruto se encontrava em fase de crescimento, e o de 40 a 50 dias após a antese, em que os frutos já são considerados maduros.

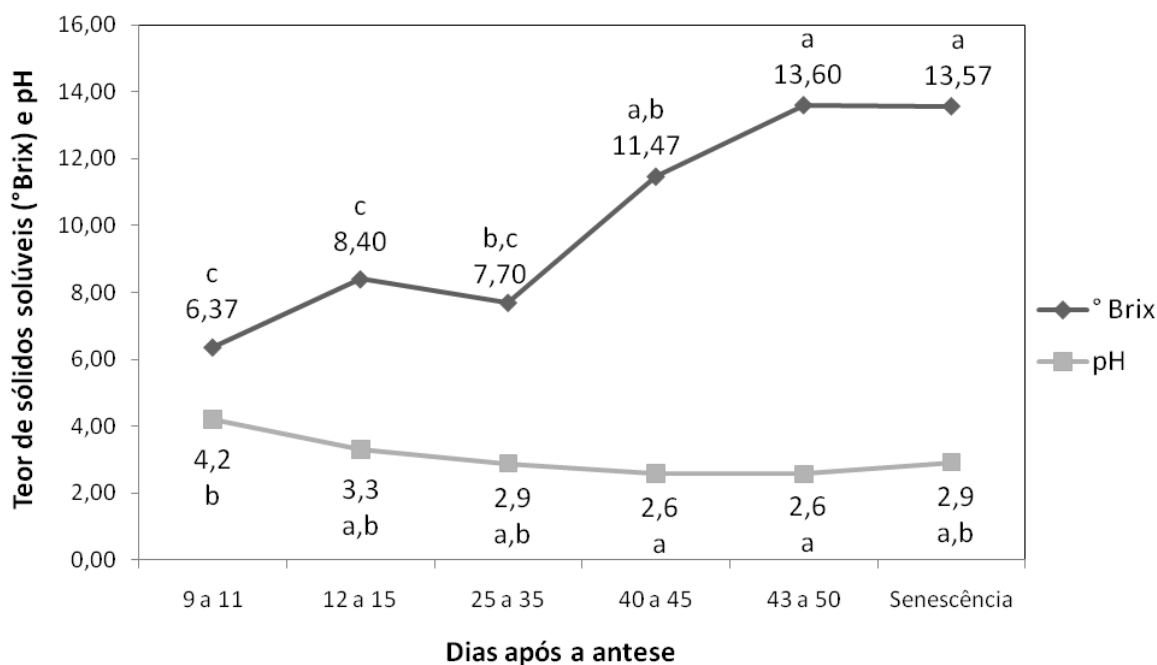


Figura 20: Teores de sólidos solúveis e pH dos frutos de maracujá espécie *P. setacea* durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

4.4.3 Influência do estágio de desenvolvimento no perfil e teores de aminas bioativas na polpa de maracujá *P. setacea*

Durante o estudo da influência da maturação no perfil e teores de aminas bioativas nas amostras de maracujá, observou-se a presença de quatro aminas, dentre elas, espermina, espermidina, agmatina e putrescina. A triptamina não foi detectada nestas amostras, apesar desta amina ter sido detectada em *P. setacea* nos estudos anteriores em concentrações que variaram de não detectado a 0,11 mg/100 g. Estes resultados sugerem que a formação e o acúmulo da triptamina nesta espécie de maracujá possa estar associada a condições climáticas prevalentes.

Na Figura 21 está indicado o percentual de ocorrência de cada amina ao teor total em cada estágio de desenvolvimento. Putrescina foi a amina predominante em todos os estágios, seguida pela espermidina, exceto no 25º ao 35º dia após a antese, em que a agmatina apareceu em segundo lugar. Para os outros estágios, teve-se a agmatina em terceiro e, por último, a espermina, em todos os estágios. SHIOZAKI et

al. (2000) também encontraram comportamento semelhante de aminos em uvas, sendo a putrescina a amina predominante, seguida de espermidina e espermina em todos os estádios de desenvolvimento.

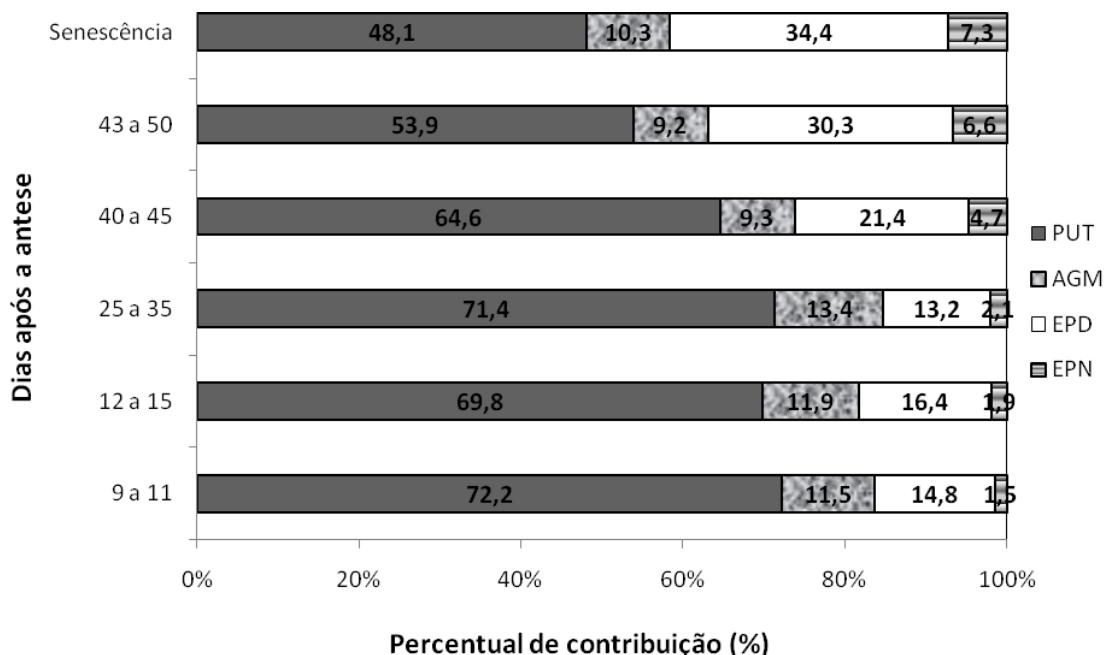


Figura 21: Percentual de contribuição de cada amina ao teor total em maracujá espécie *P. setacea*, nos diferentes estádios de desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011 (EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina).

Como foi observada diferença significativa entre os teores de umidade da polpa nos diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos, os teores de aminos bioativas foram calculados em base seca. A Tabela 17 apresenta os teores de aminos bioativas nos diferentes estádios de desenvolvimento. Não foi observada diferença significativa entre os teores de espermina ao longo do desenvolvimento do fruto. Por outro lado, os teores de espermidina, agmatina e putrescina variaram de forma significativa. No caso da putrescina, o fruto verde ou imaturo apresentou maiores teores, havendo um decréscimo significativo até a fase de maturação (43^o a 50^o dias após a antese), mantendo-se constante na senescência. Com a relação a agmatina, também houve uma diminuição significativa dos teores ao longo do tempo, mantendo-se constante nas fases de maturação e senescência (a partir do 40^o dia). A espermidina apresentou teores mais altos nos estádios de crescimento (9^o ao 15^o dias após a antese) diferindo

significativamente dos teores nas fases de maturação e senescência (a partir do 25º dia após a antese).

Tabela 17: Teores de aminas bioativas em maracujá espécie *P. setacea* ao longo do desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011

Dias após a antese	Valores	Teores de aminas bioativas* (mg/100 g(bs))			
		EPN	EPD	AGM	PUT
9 a 11	faixa ⁽¹⁾	0,16 – 0,22	1,60 – 2,08	1,22 – 1,83	7,83 – 10,26
	média ⁽²⁾	3,67 ^a	37,35 ^a	28,92 ^a	182,01 ^a
	DP ⁽²⁾	0,56	5,02	6,42	24,70
12 a 15	faixa ⁽¹⁾	0,22 – 0,33	2,27 – 2,52	1,50 – 2,02	9,55 – 10,72
	média ⁽²⁾	3,57 ^a	30,46 ^a	22,04 ^{a,b}	129,69 ^{a,b}
	DP ⁽²⁾	0,71	1,69	3,28	8,19
25 a 35	faixa ⁽¹⁾	0,23 – 0,33	1,62 – 1,75	0,96 – 2,96	5,61 – 12,49
	média ⁽²⁾	3,22 ^a	20,51 ^b	20,88 ^{a,b}	111,13 ^{b,c}
	DP ⁽²⁾	0,72	0,78	13,30	42,00
40 a 45	faixa ⁽¹⁾	0,41 – 0,54	1,65 – 2,80	0,61 – 1,28	4,59 – 9,57
	média ⁽²⁾	3,67 ^a	16,88 ^b	7,33 ^b	50,84 ^{c,d}
	DP ⁽²⁾	0,55	4,76	2,66	21,67
43 a 50	faixa ⁽¹⁾	0,46 – 0,51	1,92 – 2,52	0,34 – 0,89	1,88 – 6,51
	média ⁽²⁾	3,37 ^a	15,44 ^b	4,70 ^b	27,49 ^d
	DP ⁽²⁾	0,20	2,10	2,05	16,41
Senescência	faixa ⁽¹⁾	0,37 – 0,45	1,52 – 2,30	0,47 – 0,71	1,26 – 3,84
	média ⁽²⁾	3,45 ^a	16,33 ^b	4,87 ^b	22,84 ^d
	DP ⁽²⁾	0,34	3,32	1,00	11,08

*EPN: espermina; EPD: espermidina; AGM: agmatina; PUT: putrescina.

DP: desvio padrão.

⁽¹⁾ Valores de faixa em base úmida.

⁽²⁾ Valores de média e desvio padrão em base seca.

Médias (\pm desvio padrão) seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar de não ter sido detectada diferença significativa nos teores de espermina, os teores de poliaminas (espermina + espermidina) diferiram estatisticamente entre os estádios de desenvolvimento (Figura 22). Observou-se uma diminuição significativa nos teores de poliaminas, sendo estes maiores nas primeiras etapas do desenvolvimento do fruto (do 9º ao 15º dia após a antese), mantendo-se

constante após o 25º dia (período final do desenvolvimento e início da fase de maturação). Outros estudos também obtiveram resultado semelhante. De acordo com VALERO et al. (2002), a concentração de poliaminas diminui durante a senescência do tecido, iniciando ou acelerando a produção de etileno. SHIOZAKI et al. (2000), estudando bagas de uva, observou que as poliaminas são encontradas em maior quantidade em tecidos em fase de crescimento, diminuindo com a senescência do tecido.

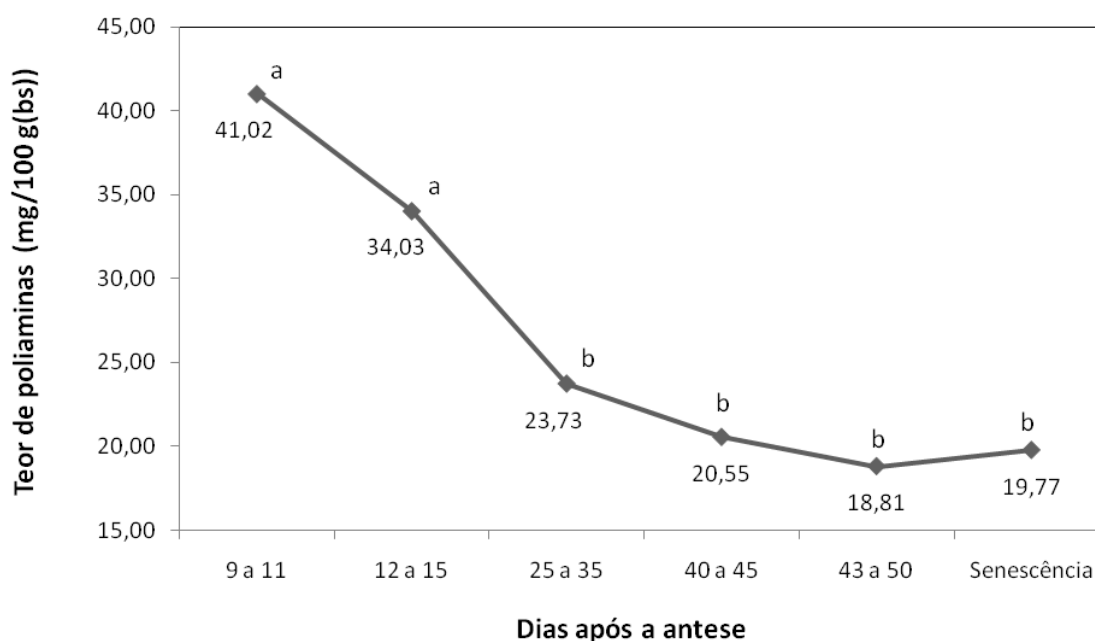


Figura 22: Teores de poliaminas em base seca dos frutos de maracujá espécie *P. setacea* durante o desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

Com relação ao teor total de aminos (Figura 23), também foram observadas diferenças estatísticas entre as amostras durante os períodos de desenvolvimento. Houve um decréscimo significativo dos teores nas fases de crescimento (9º ao 40º dia após a antese) mantendo-se constante após a fase de maturação (40º ao 50º dia após a antese) e senescência.

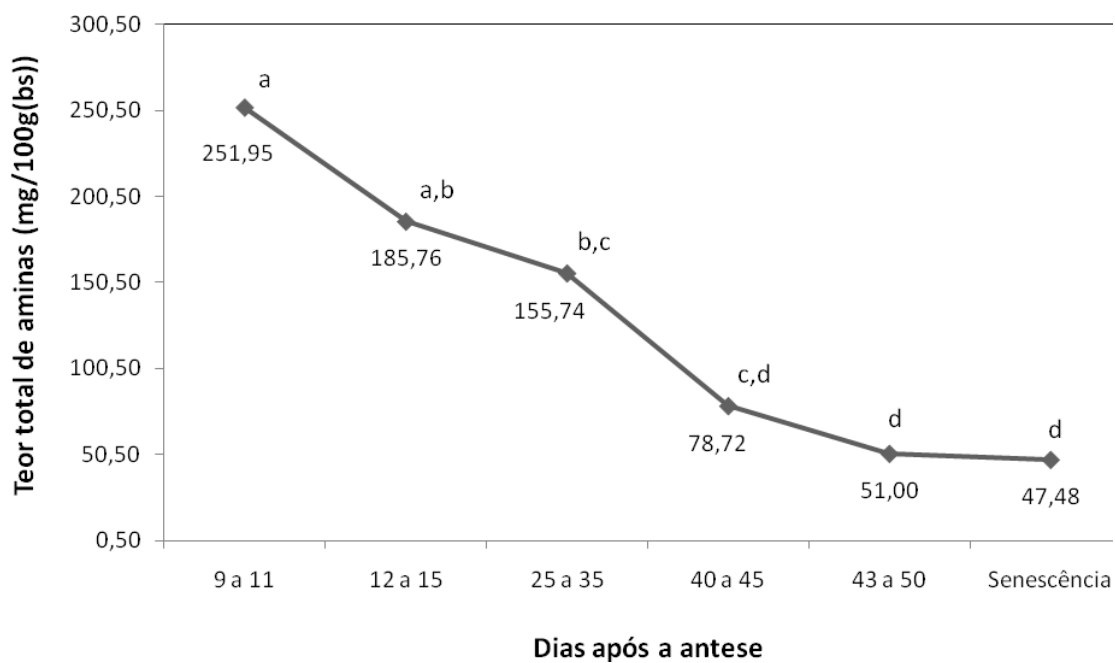


Figura 23: Teores totais em base seca de aminas bioativas em maracujá espécie *P. setacea* ao longo do desenvolvimento, obtidos da área experimental da Embrapa Cerrados em junho de 2011.

Esse comportamento é semelhante ao das poliaminas, o que era esperado já que, além das poliaminas, as outras aminas presentes (putrescina e agmatina) são precursoras na formação das poliaminas, estando presentes em maiores teores em tecidos com maior presença dessas aminas, como os em fase de crescimento e desenvolvimento.

5 CONCLUSÕES

Diferentes espécies de *Passiflora* apresentaram diferentes perfis e teores de aminas. Putrescina foi a amina predominante em *P. setacea* e *P. nítida*. Já em *P. alata* e *P. edulis* a amina predominante foi a espermidina. A espécie *P. edulis* apresentou teores totais de aminas menores quando comparados aos das espécies *P. alata*, *P. nítida* e *P. setacea*. *P. alata* apresentou maior teor de poliaminas. Não houve diferença nos teores de sólidos solúveis entre as espécies, entretanto, maiores valores de pH foram encontrados em *P. nítida*.

O extrato de *P. tenuifila* foi caracterizado pela predominância de espermidina, seguida da putrescina e da espermina. Apresentou, também, teores significativos de poliaminas. Esta espécie apresentou pH mais alto em relação às polpas de outras espécies do gênero *Passiflora* estudadas, entretanto, para o teor de sólidos solúveis encontrou-se valores semelhantes.

As safras afetaram de forma significativa os teores totais de aminas, os sólidos solúveis e o pH de maracujá *P. setacea*. Espermidina, agmatina e putrescina apresentaram variação significativa entre as safras. Frutos da safra de janeiro a março de 2009 apresentaram maiores teores totais de aminas. Frutos da safra de fevereiro a abril de 2010 apresentaram valores significativamente maiores de pH e os da safra de agosto a outubro de 2008, apresentaram maiores teores de sólidos solúveis.

Os teores de aminas e o pH não foram afetados pelas condições pluviométricas no período de desenvolvimento dos frutos (chuvoso e seco). Entretanto, o teor de sólidos solúveis variou significativamente. Observou-se que o teor de sólidos solúveis foi influenciado pelas condições pluviométricas no período de desenvolvimento do fruto, encontrando-se teores menores no período mais chuvoso e maiores no mais seco.

O armazenamento dos extratos de maracujá *P. setacea* por 120 dias de -12 a -20 °C não afetou os teores de aminas bioativas e as características físico-químicas.

Os teores de putrescina, espermidina e agmatina diferiram significativamente ao longo do desenvolvimento dos frutos de maracujá *P. setacea*. Os teores totais de aminas e de poliaminas diferiram estatisticamente entre os estádios de desenvolvimento, tendo sido encontrados maiores teores nas primeiras etapas do desenvolvimento do fruto, mantendo-se constante nas fases de maturação e senescência.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S.P.M.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SOUSA, M.A.F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 487-491, 2009.
- ADÃO, R.C.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of Prata banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). *Food Chemistry*, v. 90, p. 705-711, 2005.
- AMARAL, C.M.; CARMO, H.C.E.; MAURY, P.M. Estudos sobre o mercado de frutas. São Paulo: FIPE, 1999. 373 p.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in foods and their consequences for food quality and human health. *Trends in Food Science and Technology*, v. 6, p. 341-346, 1995.
- BARDÓCZ, S.; DUGUID, T.J.; BROWN, D.S.; GRANT, G.; PUSZTAI, A.; WHITE, A.; RALPH, A. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. *British Journal of Nutrition*, v. 73, p. 819-828, 1995.
- BATISTA, A.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P.; LAGE, D.A.C.; ALENCAR, C.M.; COSTA, D.G.P.; REZENDE, L.N. Características físico-químicas de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo (*P. edulis* f. *flavicarpa*) cultivadas no Distrito Federal. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISAS EM MARACUJAZEIRO, 4, 2005, Planaltina. Trabalhos apresentados ... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 132-136.
- BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F.; MARTIN-TANGUY, J. Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Science*, v. 140, p. 103-125, 1999.
- BRAGA, M.F.; BATISTA, A.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P.; VAZ, C.F.; SANTOS, E.C.; SANTOS, F.C. Características agronômicas, físicas e químicas de maracujá-alho (*Passiflora tenuifila* Kilip.) cultivado no Distrito Federal. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISAS EM MARACUJAZEIRO, 4, 2005, Planaltina. Trabalhos apresentados ... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 86-90.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n° 76 de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. *Diário Oficial da União*, Brasília, 28 nov. 1986, seção 1, pt. 2.

- BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. (Ed.). *Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 472 p.
- CALLE, E.V.; RUALES, J.; DORNIER, M.; SANDEAUX, J.; SANDEAUX, R.; POURCELLY, G. Deacidification of the clarified passion fruit juice (*P. edulis* f. *flavicarpa*). *Desalination*, v. 149, p. 357-361, 2002.
- CAMPOS, A.V.S. *Características físico-químicas e composição mineral da polpa de Passiflora setacea*. Brasília: UnB. 2010. 76p. (Dissertação de mestrado em Agronomia).
- CASIMIR, D.; KEFFOR, J.; WHITFIELD, F. Technology and flavor, chemistry of passion fruit juices and concentrates. *Advances in Food Research*, v. 27, p. 243-295, 1981.
- CERVI, A.C. *Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero Passiflora L., subgênero Passiflora*. Madrid: FONTQUERIA, XLV, 1997. 92 p.
- COHEN, K.O.; COSTA, A.M.; TUPINAMBÁ, D.D.; PAES, N.S.; SOUSA, H.N.; CAMPOS, A.V.S.; SANTOS, A.L.B.; SILVA, K.N.; FALEIRO, F.G.; FARIA, D.A.; SOBRAL, L. Determinação das características físico-químicas e compostos funcionais de espécies de maracujá-doce. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 4, 2008, Brasília.
- COSTA, A.M. (Coord.). *Desenvolvimento tecnológico para uso funcional das passifloras silvestres: Rede Passitec*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. Não paginado. (Embrapa. Macroprograma 2. Infoseg 02080500500. Fundação Embrapa Monsanto). Projeto em andamento.
- COSTA, A.M.; TUPINAMBÁ, D.D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, 677 p.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). *Maracujá: demandas para a pesquisa*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, 54p.
- FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; PINHO, L.G.R.; CARVALHO, A.J.C. Deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce: qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 3, p. 492-496, 2006.
- GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines. In: HUI, H.; NOLLET, L.L. (Ed.) *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Taylor & Francis, 2005. v. 1, p. 1-38.

- HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 13, p. 572-584, 2002.
- HILLARY, R.A.; PEGG, A.E. Decarboxylases involved in polyamine biosynthesis and their inactivation by nitric oxide. *Biochemical and Biophysical Acta*, v. 1647, p. 161-166, 2003.
- IAL (Instituto Adolfo Lutz). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4 ed. São Paulo. 2005.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Tabela de Composição de alimentos*. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 137p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Banco de dados agregados: Sistema do IBGE de recuperação automática – SIDRA*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=22&i=P>. 2009. Acesso em: 19 de julho de 2011.
- ITI Tropicals. Disponível em: www.passionfruitjuice.com. Acesso em: 24 mar. 2010.
- KUMAR, A.; ALTABELLA, T.; TAYLOR, M.A.; TIBURCIO, A.F. Recent advances in polyamine research. *Trends in Plant Science*, v. 2, p. 124-130, 1997.
- LIMA, A.A.; FANCELLI, M. *Maracujá-doce: uma nova opção de cultivo*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003, 2 p.
- LIMA, G.P.; ROCHA, S.A.; TAKAKI, M.; RAMOS, P.R.R. Teores de poliaminas em alguns alimentos da dieta básica do povo brasileiro. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1294-1298, 2006.
- LINDEMOSE, S.; NIESEN, P.E.; MOLLEGARD, N.E. Polyamines preferentially interact with bent adenine tracts in double-stranded DNA. *Nucleic Acids Research*, v. 33, p. 1790-1803, 2005.
- LÖSER, C. Polyamines in human and animal milk. *British Journal of Nutrition*, v. 84, p. S55-S58, 2000.
- LØVAAS, E. Antioxidative and metal chelating effects of polyamines. *Advances in Pharmacology*, v. 38, p. 119-149, 1997.
- LØVAAS, E.; CARLIN, G. Spermine: an anti-oxidant and anti-inflammatory agent. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 11, p. 455-461, 1991.
- MANICA, I. *Fruticultura tropical: Maracujá*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981, 160p.
- MARLIÈRE, L.D.P.; RIBEIRO, A.Q.; BRANDÃO, M.G.L.; KLEIN, C.H.; ACURCIO, F.A. Utilização de fitoterápicos por idosos: resultados de um inquérito domiciliar em Belo

- Horizonte (MG), Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 18, p. 754-760, 2008.
- MARTIN, F.W.; NAKASONE, H.Y. The edible species of *Passiflora*. *Economy Botany*, v. 24, n. 2, p. 333-343, 1970.
- MARTINS, M.R.; OLIVEIRA, J.C.; MAURO, A.C.; SILVA, P.C. Avaliação de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) obtidas de polinização aberta. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 1, p. 111-114, 2003.
- MEDEIROS, S.A.F.; YAMANISHI, O.K.; PEIXOTO, J.R.; PIRES, M.C.; RIBEIRO, J.G.B.L.; JUNQUEIRA, N.T.V. Caracterização físico-química de genótipos de maracujá-roxo e maracujá-amarelo cultivados no Distrito Federal. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISAS EM MARACUJAZEIRO, 4, 2005, Planaltina. Trabalhos apresentados ... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 147-151.
- MEDINA, M.A.; URDIALES, C.R.; RODRÍGUEZ-CASO, C.; RAMIREZ, F.J.; SANCHÉZ-JIMÉNEZ, F. Biogenic amines and polyamines: similar biochemistry for different physiological mission and biochemical applications. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, v. 38, n. 1, p. 23-59, 2003.
- MELETTI, L.M.M.; BERNACCI, L.C.; SOARES-SCOTT, M.D.; AZEVEDO FILHO, J.A.; MARTINS, A.L.M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 2, p. 275-278, 2003.
- MELO, K.T. Comportamento de seis cultivares de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims e *Passiflora edulis* Sims f.flavicarpa Deg) em Vargem Bonita no Distrito Federal. Brasília: UnB. 1999. 99p. (Dissertação de mestrado).
- MENDONÇA, A.C. *Atividade antioxidante de poliaminas e comparação com produtos naturais e sintéticos*. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da UFMG, 2009. 86p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).
- MIRANDA, D.; FISCHER, G.; CARRANZA, C.; MAGNITSKIY, S.; CASIERRA, F.; PIEDRAHÍTA, W.; FLÓREZ, L.E. (Ed.) *Cultivo, poscosecha y comercialización de las passifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Bogotá, Colômbia: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2009. 360p.
- MOINARD, C.; CYNOBER, L.; BANDT, J.P. Polyamines: metabolism and implications in human diseases. *Clinical Nutrition*, v. 24, p. 184-197, 2005.
- MONTGOMERY, D.C. *Design and analysis of experiments*. 2. ed. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. 699 p.

- NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação); UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). Tabela brasileira de composição de alimentos. São Paulo: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.
- PEREIRA, C.A.M.; VILEGAS, J.H.Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander., *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2000.
- PEREIRA, F.A.; CARNEIRO, M.R.; ANDRADE, L.M. (Ed.). *A cultura do maracujá*. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006, 124p.
- RIBEIRO, A.Q.; LEITE, J.P.V.; DANTAS-BARROS, A.M. Perfil de utilização de fitoterápicos em farmácias comunitárias de Belo Horizonte sob a influência da legislação nacional. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 15, p. 65-70, 2005.
- SANTIAGO-SILVA, P.; LABANCA, R.A.; GLÓRIA, M.B.A. Functional potential of tropical fruits with respect to free bioactive amines. *Food Research International*, v. 44, p. 1264-1268, 2011.
- SANTOS, F.C.; RAMOS, J.D.; SANTOS, F.C.; LIMA, L.C.O.; JUNQUEIRA, K.P.; REZENDE, J.C. Características físico-químicas do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea*. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISAS EM MARACUJAZEIRO, 4, 2005, Planaltina. Trabalhos apresentados ... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 143-146.
- SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, v. 29, n. 7, p. 675-690, 1996.
- SHIOZAKI, S.; OGATA, T.; HORIUCHI, S. Endogenous polyamines in the pericarp and seed of the grape berry during development and ripening. *Scientia Horticulturae*, v. 83, n. 1, p. 33-41, 2000.
- SILA-SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Microbiology*, v. 29, n. 2/3, p. 213-231, 1996.
- SILVA, M.I.G.; GONDIM, A.P.S.; NUNES, I.F.S.; SOUSA, F.C.F. Utilização de fitoterápicos nas unidades básicas de atenção à saúde da família no município de Maracanaú (CE). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 16, p. 455-462, 2006.
- SMITH, T.A. Amines in food. *Food Chemistry*, v. 6, p. 169-200, 1980-81.
- SMITH, T.A. Tryptamine and related compounds in plants. *Phytochemistry*, v. 16, p. 171-175, 1977.
- SOUZA, J.S.I.; MELETTI, L.M.M. *Maracujá: espécies, variedades e cultivo*. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179p.

- STARLING, M.F.V. *Perfil e teores de aminas biogênicas em algumas hortaliças*. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da UFMG, 1998. 72p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).
- STRATTON, J.E.; HUTKINS, R.W.; TAYLOR, S.L. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. *Journal of Food Protection*, v. 54, p. 460-470, 1991.
- SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantification of vitamin C content in herbal juice using direct titration. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v. 28, p. 849-855, 2002.
- VALERO, D.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M. The role of polyamines in the improvement of shelf life of fruit. *Trends in Food Science and Technology*, v. 13, p. 228-234, 2002.
- VERA, E.; SANDEAUX, J.; PERSIN, F.; POURCELLY, G.; DORNIER, M.; RUALES, J. Deacidification of passion fruit juice by electro dialysis with bipolar membrane after different pretreatments. *Journal of Food Engineering*, v. 90, p. 67-73, 2009.
- YUAN, Q.; RAY, R.M.; VIAR, M.J.; JOHNSON, L.R. Polyamine regulation of ornithine decarboxylase and its antizyme in intestinal epithelial cells. *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, v. 280, n. 1, p. 130-138, 2001.
- ZERAIK, M.L.; PEREIRA, C.A.M.; ZUIN, V.G.; YARIWAKE, J.H. Maracujá: um alimento funcional? *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.