

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

Cultivo consorciado de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC):

Influência na qualidade tecnológica dos frutos

Autor: Micael José de Almeida

Orientadora: Profa. D.SC. Mariana Buranelo Egea

Coorientador: Profa. D.SC. Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Rio Verde - GO

Fevereiro – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

**Cultivo consorciado de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC):
Influência na qualidade tecnológica dos frutos**

Autor: Micael José de Almeida

Orientadora: Profa. D.SC. Mariana Buranelo Egea

Coorientador: Profa. D.SC. Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA, no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Agroquímica.

Rio Verde - GO

Fevereiro – 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Ac Almeida, Micael José de Almeida
Cultivo consorciado de cagaiteira (*Eugenia
dysenterica* DC): Influência na qualidade tecnológica
dos frutos / Micael José de Almeida
Almeida; orientadora Mariana Buranelo Egea Egea; co-
orientadora Ana Carolina Ribeiro Aguiar Aguiar. --
Rio Verde, 2020.
51 p.

Dissertação (em Mestrado em Agroquímica) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. compostos bioativos. 2. qualidade nutricional.
3. plantas de cobertura. 4. Cerrado. I. Egea,
Mariana Buranelo Egea, orient. II. Aguiar, Ana
Carolina Ribeiro Aguiar, co-orient. III. Título.



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese
 Dissertação
 Monografia – Especialização
 TCC - Graduação
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____
- Artigo Científico
 Capítulo de Livro
 Livro
 Trabalho Apresentado em Evento

Nome Completo do Autor: Micael José de Almeida
 Matrícula: 20181033103i0132
 Título do Trabalho: CULTIVO CONSORCIADO DE CAGAITEIRA (*Eugenia dysenterica* DC): INFLUÊNCIA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DOS FRUTOS”

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/06/2020.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
 O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 27/04/2020.
Local, Data

Micael José de Almeida

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Mariana Buranelo Egea
Assinatura do(a) orientador(a)





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
 CAMPUS RIO VERDE - GO
 DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

ATA Nº 66 (SESSENTA E SEIS) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte, às 14:00 (quatorze horas), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Buranelo Egea (orientadora), Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto (avaliador externo), Prof. Dr. Ailton Cesar Lemes (avaliador externo), sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada na Sala de Videoconferência do Laboratório de Biotecnologia, no IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, da autoria de **MICAEL JOSÉ DE ALMEIDA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Mariana Buranelo Egea, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM AGROQUÍMICA**, na área de concentração Agroquímica, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGAq da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Renata Maria de Miranda Rios Resende, secretária do PPGAq, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em duas vias de igual teor.


 Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto
 Avaliador externo
 IF Goiano / Rio Verde


 Prof. Dr. Ailton Cesar Lemes
 Avaliador externo
 UFRJ / Rio de Janeiro


 Prof.^a Dr.^a Mariana Buranelo Egea
 Presidente da Banca
 IF Goiano / Rio Verde

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

**CULTIVO CONSORCIADO DE CAGAITEIRA (*Eugenia
dysenterica* DC): INFLUÊNCIA NA QUALIDADE
TECNOLÓGICA DOS FRUTOS**

Autor: Micael José de Almeida
Orientadora: Mariana Buranelo Egea

TITULAÇÃO: Mestre em Agroquímica – Área de concentração
Agroquímica.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2020.



Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto
Avaliador externo
IF Goiano / Rio Verde



Prof. Dr. Ailton Cesar Lemes
Avaliador externo
UFRJ / Rio de Janeiro



Prof.ª Dr.ª Mariana Buranelo Egea
Presidente da Banca
IF Goiano / Rio Verde

DEDICATÓRIA

A minha avó Maria de Lourdes, por sempre incentivar a seguir e concretizar meus sonhos. É uma pessoa especial que contribuiu implacavelmente para que esse sonho fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por todas as infinitas bênçãos recebidas, por proporcionar sabedoria, força, capacitação e guiar todos meus passos, ao longo de todo o caminho para a conquista dos meus objetivos, para que tudo isso um dia fosse possível.

Agradeço imensamente, minha rainha, minha avó Maria de Lourdes, por todo apoio, cuidado, dedicação e amor, ao longo de toda minha trajetória.

Minhas meninas de coração, por todo apoio, auxílio no laboratório, experiências e aprendizados compartilhados, carinho, horas de descontração e paciência, em especial, Thaisa, Tainara Leal (maravilhosa), Adrielle, Isabelle, Thaynara, Daiane Santos, Geisa e Daiane Peres.

A todos da equipe LabBIO, laboratório de nutrição de plantas, principalmente ao Paulo Dornelles e sua equipe, laboratório de Biotecnologia e Central de Análises (Prédio de Agroquímica), por todo apoio recebido.

A todos meus amigos que ganhei no mestrado, Marizangela (Dinda), Kaique, Isadora, Janyne, Karine, Fernando, por todo apoio recebido e por aturar meus surtos da vida.

Minha querida orientadora, Mariana Buranelo Egea, por toda paciência, compressão, apoio, oportunidade, aprendizado e por sempre acreditar que seria possível a realização deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente não mediram esforços, contribuindo para que meu grande sonho fosse alcançado, fazendo parte de toda minha vida acadêmica e pessoal, meus sinceros agradecimentos.

BIBLIOGRAFIA DO AUTOR

Micael José de Almeida, nasceu em 11 de maio de 1994, residente na cidade de Pontal do Araguaia – MT, primeiro filho de Janaina Moreira da Fonseca e Wellington Araújo Almeida Silva, graduada em Ciências Contábeis e ensino fundamental completo, respectivamente. Em 2011, conclui o ensino médio no Colégio Estadual Dom Bosco, no município de Jussara – GO, sendo natural desta cidade.

Em maio de 2017, concluiu a graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Mato Grosso Campus Pontal do Araguaia. Em 2018, iniciei o mestrado acadêmico em Agroquímica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, atuando na linha de pesquisa de Fisiologia Pós-colheita de frutos do Cerrado brasileiro e biocompostos em alimentos, sob a orientação da Professora Dr.^a Mariana Buranelo Egea.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1 <i>Eugenia dysenterica</i> DC.....	3
1.2 Qualidade Tecnológica.....	4
1.3 Referências bibliográficas.....	6
2.OBJETIVOS.....	10
2.1. Geral.....	10
2.2. Específicos.....	10
Capítulo I.....	11
1. Introdução.....	13
2. Material e métodos.....	15
2.1 Material vegetal	15
2.3 Reagentes químicos.....	16
2.3 Caracterização química.....	17
2.3.1 Compostos bioativos totais e atividade antioxidante	17
2.4 Espectroscopia de absorção por infravermelho.....	19
2.5 Análise estatística.....	19
3. Resultados e discussões.....	19
4. Conclusão.....	29
5. Agradecimentos.....	30
6. Referências.....	30
Anexo A - Tabela suplementar 1.....	38
Anexo B - Tabela suplementar 2.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** *Eugenia dysenterica* DC (a) frutos verdes e folhas novas (b) flor (c) Tronco fissurado (d) fruto maduro.....**4**
- Figura 2.** Diâmetro transversal (TD), diâmetro longitudinal (LD) e massa (FM) de frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas de cultivo.....**20**
- Figura 3.** Compostos bioativos totais (Fig.3A)* e atividade antioxidante pelos métodos de ABTS, DPPH e FRAP) (Figura 3B)* da polpa dos frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em consórcio com plantas de cobertura.....**26**
- Figura 4.** Espectros de FTIR da polpa dos frutos de *E. dysenterica* DC cultivados em diferentes sistemas de cultivo (frutos liofilizados).....**29**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos de adubação verde utilizados para as cagaiteiras.....**15**

Tabela 2. Análise colorimétrica de frutos e polpa e a análise química da polpa dos frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas de cultivo.....**22**

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACIONES E UNIDADES

ABTS - (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico))

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

% - Porcentagem

°Brix - Graus Brix

°C - Graus Celsius

DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil

μ - Micro

a* - Coordenada de cor instrumental

b* - Coordenada de cor instrumental

C* - Chroma

h - Horas

L* - Luminosidade

M - Molar

mg - Miligramas

mL - Mililitros

pH - Potencial hidrogeniônico

g - Grama

1. INTRODUÇÃO

A savana úmida neotropical brasileira, conhecida como Cerrado, possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo, com aproximadamente 12.660 espécies, sendo 4.215 endêmicas do Cerrado brasileiro (33,3%) (Forzza et al., 2012). Além disso, compreende 204,7 milhões de hectares na parte central do país e cobre parcialmente os estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins (Simon, 2009).

No bioma Cerrado, inúmeras espécies da flora brasileira estão enquadradas como potencialmente ameaças de extinção. Quando se considera a relação entre o número de espécies ameaçadas e o número de espécies reavaliadas, como o gênero *Eugenia*, pertencente à família *Mrytaceae*, destaca-se com os maiores números de espécies ameaçadas. É extremamente importante o monitoramento do estado de conservação da flora brasileira, principalmente no Cerrado (Martinelli e Moraes, 2013).

Em decorrência de elevadas atividades antrópicas, a cobertura vegetal do Cerrado está sendo cada vez mais alterada, sendo necessária a adoção de técnicas e estratégias para a recuperação das áreas degradadas (Bendito et al., 2018), de forma a aumentar as chances de reconstrução gradativa dos ecossistemas degradados, assim como dos seus processos ecológicos (Oliveira et al., 2015).

Diante desse contexto, o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma forma viável para recuperação de áreas alteradas e/ou degradadas, principalmente em terras do Cerrado. A integração de árvores com pastagens ou com lavouras é estabelecida como o sistema que integra os componentes lavoura, pecuária e floresta, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. Portanto o ILPF, possibilita que o solo seja explorado de forma sustentável, promovendo mudança no sistema de uso da terra e na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir elevados patamares de qualidade do produto e ambiental. Assim as áreas podem ser usadas economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de alimentos, principalmente grãos, vegetais e frutas há custos mais baixos, devido ao sinergismo que se cria entre lavoura e pastagem (Balbino et al., 2011a; Balbino et al., 2011b).

Uma estratégia apresentada pelo sistema ILPF, visa maximizar efeitos desejáveis no ambiente, associando com o aumento da produtividade e conservação de recursos naturais renováveis no processo de intensificação de uso das áreas já degradadas. No

entanto, os agricultores podem utilizar a ILPF para implantar um sistema agrícola sustentável, usando os princípios de consórcio ou a rotação de espécies graníferas com forrageiras para produzir matéria orgânica de boa qualidade e em altas quantidades para o sistema de plantio direto (SPD), promovendo a fertilidade do solo (Balbino et al., 2011a; Balbino et al., 2011b). Portanto, a integração de culturas agrícolas com espécies arbóreas oferece inúmeros benefícios aos componentes, como a manutenção e o aumento da ciclagem de nutrientes, sendo fundamental a necessidade de uma produção cada vez mais sustentável (Calil et al., 2016).

Uma das técnicas de recuperação do solo de áreas degradadas mais utilizadas recentemente, é o uso de plantas de cobertura, representando uma prática essencial para aumentar a sustentabilidade dos sistemas de plantio direto na região do Cerrado. As culturas de cobertura podem fornecer fonte adicional de nitrogênio (N) ao solo, além da fertilização sintética com N, principalmente em sistemas agrícolas de baixa emissão de carbono (Veras et al., 2016).

Para as culturas leguminosas, através do nitrogênio adicionado pela fixação simbiótica por micro-organismos, é mais eficiente que o N adicionado pelos fertilizantes sintéticos (adubação mineral), sendo uma alternativa relevante para promover o acúmulo de carbono (C) no solo, em virtude da liberação lenta dos compostos orgânicos, estando em sincronia com as necessidades das plantas. Assim, as frações particuladas tendem a se acumular se o solo não for alterado (ação mecânica), conservando as frações lábeis da matéria orgânica do solo (Souza et al., 2009; Torres et al., 2008). Diversas espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes, como *Crotalaria juncea*, *feijão-de-porco*, *Lablab purpureus* L. Sweet, *Calopogoníum mucunoídes* Desv., entre outros (Wutke et al. 2009).

Já as gramíneas, possui maior relação C/N (dinâmica de decomposição lenta) em comparação com as leguminosas, promovem a descompactação do solo, por causa de suas raízes robustas e profundas. Além de produzir elevada quantidade de biomassa, reduz processos erosivos do solo e de lixiviação, bem como redução das variações de temperatura, agindo na manutenção de umidade do solo, assim, promovem maiores rendimentos dos cultivos agrícolas (Boer et al., 2008; Calil et al., 2016).

A significativa quantidade de matéria orgânica do solo promovida pelas culturas verdes (leguminosas e gramíneas) darão suporte para o desenvolvimento sustentável das culturas perenes instaladas, podendo agregar melhorias na qualidade nutricional, sensorial e tecnológica dos frutos produzidos pelo sistema.

1.2 Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC)

A cagaiteira é uma espécie da família botânica Myrtaceae, a mesma família das goiabas, araçás, pitangas, gabiobas e eucaliptos (Scariot e Ribeiro, 2015). A espécie *Eugenia dysenterica* DC., é popularmente conhecida como “cagaita” em razão das propriedades laxativas de seu fruto (Lima et al., 2010).

As flores desta espécie são pequenas medindo de 1,5 a 2 cm de diâmetro. Os frutos são levemente achatados, de formato globoso, com glândulas salientes (Faria Júnior, 2010; Naves, 1995; Souza, 2008), do tipo baga com uma casca delgada e de coloração verde quando jovens (Figura 1) e amarelo-claro quando maduros, tem de 2 a 3 cm de diâmetro, pesam de 14 a 20 gramas e contém de 1 a 3 sementes brancas (Almeida et al.; 1987), além de serem suculentos, de sabor peculiar e ácidos (Camilo et al., 2014; Bedetti et al., 2013).

Assim, essa planta é melífera e ornamental, possuindo elevado potencial paisagístico e apresentando florescimento exuberante (Silva e Proença, 2007; Oliveira, 2011), podendo alcançar até 10 metros de altura e tronco de até 40 cm de diâmetro, com casca suberosa e fendada, com aparência de blocos bem definidos e sobrepostos (Figura 1c) (Scariot e Ribeiro, 2015), além de fazer parte da flora medicinal do Cerrado (Silva e Proença, 2007; Oliveira, 2011).

A cagaiteira ocorre no Cerrado, nos estados de Pernambuco, Bahia, Ceará, Tocantins, Maranhão, Pernambuco, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Piauí, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal. Geralmente, ocorrem com maior abundância no Cerrado sentido restrito (Cerrado denso, Cerrado ralo, Cerrado típico e Cerrado rupestre), como também em cerradões. Portanto, a cagaita é uma das espécies do Cerrado que possui potencial para utilização em sistemas de produção agrícola, expressando alta densidade e boa produção, favorecendo a exploração de populações nativas de forma sustentável (Scariot e Ribeiro, 2015).

O principal aproveitamento da cagaiteira vem de seus frutos, relevantes na culinária do Cerrado, os quais podem ser consumidos “in natura” ou usados para a retirada da polpa, que é usada para o preparo de licores, refrescos, sorvetes, sucos, geleias e doces (Scariot e Ribeiro, 2015).

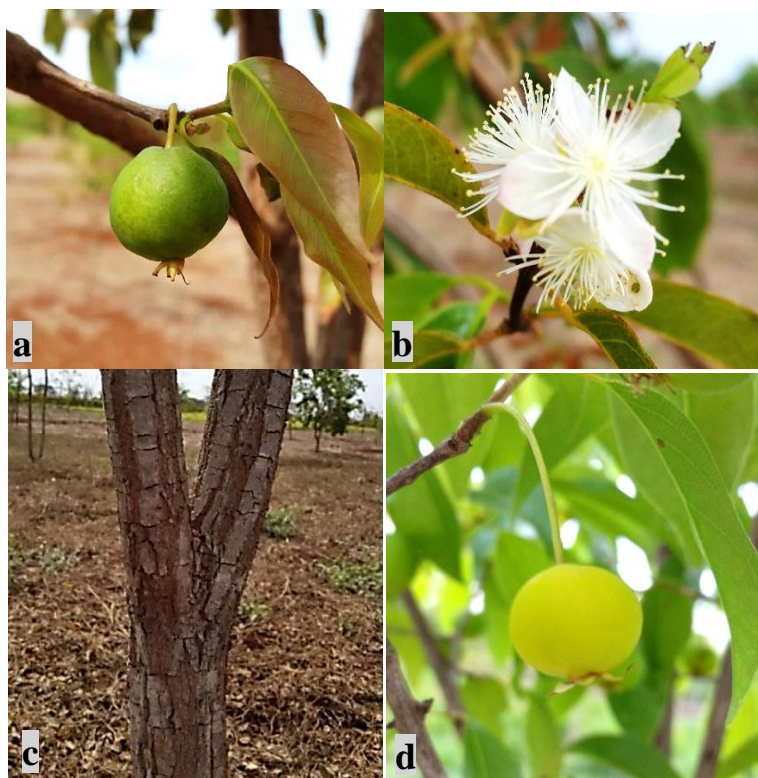


Figura 1. *Eugenia dysenterica* DC (a) frutos verdes e folhas novas (b) flor (c) Tronco fissurado (d) fruto maduro. Fonte: Micael Jose de Almeida (2018).

Frutos de *E. dysenterica* DC são considerados como fonte relevante de polifenóis, principalmente flavonoides (Genovese et al., 2008). Diferentes atividades têm sido associadas à presença de compostos polifenólicos em diversos alimentos, como antioxidantes (Zhang et al., 2015), antimicrobianos (Kolodziejczyk et al., 2013), e antiobesidade, em virtude da inibição de enzimas chave no metabolismo de glicídios, como a α -amilase e α -glicosidase, bem como a atenuação da hiperglicemia, da hipertrigliceridemia e da hipercolesterolemia em jejum (Donado-Pestana et al., 2015; Gonçalves et al., 2010). No entanto, a presença de compostos polifenólicos na cagaita pode exercer potencial terapêutico, porém, esses compostos são suscetíveis à degradação causada por fatores como pH, oxigênio, temperatura, condições de armazenamento e iluminação (Grace et al., 2014; Selcuk e Erkan, 2015,).

1.3 Qualidade tecnológica

A qualidade de frutas e legumes constitui uma junção dinâmica de suas propriedades físico-químicas e a percepção do consumidor. As diversas tentativas de

definir o conceito de qualidade, normalmente são discriminados entre as características intrínsecas dos produtos, expressas por fatores genotípicos, agronômicos, ambientais e pós-colheita, e suas características extrínsecas influenciadas por fatores socioeconômicos e de marketing, em que proporcionam a melhor percepção do consumidor sobre os produtos, e assim consigam elaborar seus próprios padrões de qualidade (Kyriacou e Rouphael, 2018).

O contexto atual para fins regulatórios, relata que a qualidade de frutas e vegetais compreende padrões de classe específicos de culturas baseados nos principais parâmetros visuais e limitados de composição, dando ênfase primária aos atributos visuais em detrimento ao sabor, e suas características nutricionais e funcionais relacionados ao conteúdo de fitonutrientes (Kyriacou e Rouphael, 2018). Além dos parâmetros tecnológicos (concentração de sólidos solúveis em °Brix), conteúdo de fibras, peso e firmeza dos frutos, pureza dos compostos e teor aparente de sacarose (Ferreira, 2018) (Loypimai et al., 2017)

Devido ao rápido desenvolvimento da tecnologia, bem como ao aumento da demanda por alimentos de alta qualidade, vegetais e frutas estão cada vez mais em destaque a fim da melhoria de suas características saudáveis, sendo a qualidade dessas matérias-primas extremamente importante para o futuro da agricultura (Khaled et al., 2015).

A cadeia de suprimentos de frutas tem papel essencial no potencial da qualidade destas matérias-primas, sendo estabelecida no período pré-colheita, e associada a tecnologia pós-colheita para otimizar o desenvolvimento completo das características de qualidade. Dentre o período pré-colheita, destaca-se a otimização de insumos de produção específicos, aplicação de índices precisos de maturidade de colheita próprios de cada espécie e cultura, redirecionamento da criação hortícola para melhorar o sabor dos produtos hortícolas, além da biofortificação de culturas por meio da nutrição vegetal direcionada. (Kyriacou e Rouphael, 2018).

O efeito da nutrição vegetal na biofortificação de culturas vegetais é um dos aspectos mais relevantes para o crescimento da sustentabilidade na cadeia de suprimentos de alimentos, que, no entanto, técnicas de melhoramento da qualidade tecnológica de culturas vegetais através da utilização de consórcios com plantas de cobertura podem ser utilizadas como alternativas promissoras para o uso de fontes renováveis.

O incentivo dos agricultores e produtores ao adotarem práticas culturais e de seleção de cultivares orientadas para a qualidade, mas também o cumprimento da legislação referente aos parâmetros de produtos padronizados e o fornecimento de informações sobre a origem, o método de produção, bem como o perfil de suas cultivares, promoverão a conscientização do consumidor quanto ao caráter do produto e crescimento da confiança da relação consumidor-produtor (Kyriacou e Roupael, 2018).

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, S.P., Silva J.A, Ribeiro, J.F. Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. EMBRAPA-CPAC, editor. Planaltina-DF.: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados; 1987. 83 p.

BALBINO, L. C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.46, n.10, p.i-xii. 2011. (a).

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O. de; STONE, L. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p. (b).

Bedetti, SF, et al. Néctar de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade. **Bol Centro Pesq Process Aliment**. 2013;31(1):125-138.

Bendito, B. P. C. et al. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 99-110, abr./jun. 2018.

Boer, C.A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 843-851. 2008.

Calil, F. et al. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. **African journal of agricultural research**. Vol. 11(38), pp. 3701-3709, 2016.

Camilo, Y.M.V. et al. Caracterização de frutos e seleção de progênies de cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* DC.). **Científica**. 2014;42(1):1-10. 52.

Carvalho, F.M.V. et al. The Cerrado intopieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**. 142. 1392–1403. 2009.

Donado-Pestana, C. M. et al. Phenolic compounds from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) fruit prevent body weight and fat mass gain induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, 77, p. 177–185, 2015.

Khaled, D. et al. Cleaner quality control system using bioimpedance methods: A review for fruits and vegetables. **Journal of cleaner production**. v.140, p.1749-1762. 2015.

Kyriacou, M. et al. Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. **Scientia Horticulturae**. 234, pg. 463-469, 2018.

Kolodziejczyk, K. et al. Polyphenol composition, antioxidant capacity, and antimicrobial activity of the extracts obtained from industrial sour cherry pomace. **Industrial Crops and Products**, 51, p. 279– 288, 2013.

Loypimai, P. et al. The wax bloom on blueberry: Application of luster sensor technology to assess glossiness and the effect of polishing as a fruit quality parameter. **Journal of Applied Botany and Food Quality**. p. 154– 158, 2017.

Faria Júnior, Jair Eustáquio Quintino. **O gênero Eugenia L. (Myrtaceae) nos estados de Goiás e Tocantins, Brasil**. 2010. 250 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

Ferreira, C. A. S. et al. Yield and technological quality of sugarcane cultivars under infestation of *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 85, Aug 02, 2018.

Forzza, R.C. et al. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **Bioscience** 62:39–45, 2012.

Genovese, M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, 14(3), p. 207–214, 2008.

Gonçalves, et al. Chemical Composition and Antioxidant/Antidiabetic Potential of Brazilian Native Fruits and Commercial Frozen Pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 58(8), 4666– 4674, 2010.

Grace, M. H. et al. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, 145, p.717–724, 2014.

Lima, T. B. et al. Identification of *E. dysenterica* laxative peptide: A novel strategy in the treatment of chronic constipation and irritable bowel syndrome. **Peptides**, v. 31, n. 8, p. 1426-1433, 2010.

Martinelli, G. et al. **Livro vermelho da flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 1. ed. - Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.; 30 cm.

Naves, R.V. et al. Determinação de características físicas em frutos e teor de nutrientes, em folhas e no solo, de três espécies frutíferas de ocorrência natural nos Cerrado de Goiás. **An Esc Agron Vet**. 1995;25(2):107-114.

Oliveira, M.C. et al. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**. Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 25-32, jan. /mar. 2015.

Oliveira, D. L. Viabilidade econômica de algumas espécies medicinais nativas do Cerrado. **Estudos, Goiânia**, v. 38, n. 2, p. 301-332, 2011.

Scariot, A. et al. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da Cagaita – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. 2015.

Simon, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **PNAS**, vol. 106, n. 48, 2009.

Silva, C. S. P. et al. Flora medicinal nativa do bioma Cerrado catalogada por estudos etnobotânicos no estado de Goiás, Brasil. **Revista Anhanguera**, v. 8, n. 1, p. 67- 88, 2007.

Souza, E.D. et al. Soil organic carbon and nitrogen stocks in an untilled crop-livestock integration system under different grazing intensities. **Rev Bras Cienc Solo**. 33:1829-36. 2009.

Souza, E.R.B. et al. Fenologia de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.) no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2008;30(4):1009-1014.

Selcuk, N. et al. The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 99, 9–19. 2015.

Zhang, B. et al. Phenolic profiles of 20 Canadian lentil cultivars and their contribution to antioxidant activity and inhibitory effects on α -glucosidase and pancreatic lipase. **Food Chemistry**, 172, p. 862– 872, 2015.

Wutke, E.B. et al. Adubação verde no Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico. 89p. **Boletim Técnico**, 249, 2009.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a composição química, características tecnológicas e morfológicas de frutos de *Eugenia dysenterica* DC em consórcio com plantas de cobertura, como *Crotalaria juncea*, *Lablab purpureus* L. Sweet, brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) + fonte de nitrogênio (ureia) e brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.).

2.2 Específicos

- Avaliar as características biométricas e físicas dos frutos das cagaiteiras de cinco tratamentos provenientes de diferentes coberturas do solo;
- Quantificar os compostos bioativos e atividade antioxidante presentes na polpa dos frutos provenientes dos cinco tratamentos de coberturas do solo;
- Mensurar e correlacionar as principais características físicas, tecnológicas e químicas dos frutos das cagaiteiras nos diferentes tratamentos;

CAPÍTULO 1

Cultivo consorciado de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC):

Influência na qualidade tecnológica dos frutos

(Normas de acordo com a revista Food Chemistry)

Resumo

O Cerrado é um dos biomas mais ricos em flora, constituindo de inúmeras frutíferas, como a *Eugenia dysenterica* DC, caracterizada por seu elevado potencial nutricional e capacidade de produção em sistemas integrados da agricultura. Devido as grandes potencialidades dos frutos do Cerrado brasileiro, objetivou-se avaliar a composição química, características tecnológicas e morfológicas de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) em consórcio com plantas de cobertura, como *Calopogoníum mucunoídes* Desv., *Crotalária juncea*, *Lablab purpureus* L. Sweet, brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) + fonte de nitrogênio (ureia) e brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.). Tratamentos em consórcio com leguminosas (CA, LA e CR) agregaram maiores quantidades de nitrogênio (N) aos frutos de cagaita, e semelhantes ao tratamento em consórcio com brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) + fonte de nitrogênio (ureia) (BRN). No entanto, tratamento utilizando brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) (BR) em consórcio apresentou os maiores teores de macrominerais (Ca, Mg e K), sendo importantes para o consumo IDR, além de se destacar apresentando maior efeito positivo para o rendimento em polpa para os frutos de cagaita (>78%). O potencial antioxidante e conteúdo de fenólicos foi superior para os tratamentos BR, CA, LA, sendo que o menor foi observado para o CR. Ao utilizar espécies em consórcio com cagaiteiras do Cerrado, a decomposição da matéria orgânica proveniente das plantas de cobertura, promoveu incremento das características nutricionais (micro e macronutrientes), no desenvolvimento e qualidade dos frutos produzidos pelo sistema de produção.

Palavra-chave: compostos bioativos, qualidade nutricional, plantas de cobertura, Cerrado;

Abstract

The Cerrado is one of the richest biomes in flora, consisting of numerous fruit trees, such as *Eugenia dysenterica* DC, characterized by its high nutritional potential and production capacity in agriculture integrated systems. Due to the great fruits potential of the Brazilian Cerrado, the objective was to evaluate the chemical composition, technological and morphological characteristics of cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) fruits in consortium with cover plants, such as *Calopogoníum mucunoídes* Desv., *Crotalária juncea*, *Lablab purpureus* Lp Sweet, brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) + nitrogen source (urea) and brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.). Consortium treatments with legumes (CA, LA and CR) added higher nitrogen (N) amounts to cagaita fruits, and similar to treatment in consortium with brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) + nitrogen source (urea) (BRN). However, treatment using brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) (BR) in consortium showed the highest macro minerals levels (Ca, Mg and K), being important for the DRI, consumption in addition to standing out with greater positive effect on yield in pulp for cagaita fruits (> 78%). The antioxidant potential and phenolic content was higher for BR, CA, LA treatments, the lowest being observed for CR. When using species in consortium with Cerrado cagaiteiras, the organic matter decomposition from cover plants promoted an increase in nutritional characteristics (micro and macronutrients), in the development and quality of the fruits produced by the production system.

Key words: bioactive compounds, nutritional quality, green manure, Cerrado;

Introdução

O Cerrado brasileiro é considerado a savana mais rica do mundo e o segundo maior da América do Sul (BRASIL, 2020). Este bioma é um patrimônio incomensurável de recursos naturais renováveis, abrigando grande diversidade de espécies vegetais, incluindo espécies de frutas exóticas, com características sensoriais únicas e altas concentrações de nutrientes essenciais para o ser humano (Morzelle et al., 2015; Cardoso et al., 2011). Várias espécies nativas do Cerrado têm papéis importantes, tanto economicamente, via comercialização de seus produtos, quanto nutricionais. Uma das espécies frutíferas pertencentes ao Cerrado é *Eugenia dysenterica* DC., da família Myrtaceae, conhecida popularmente como “cagaiteira” (Cardoso et al., 2011).

A cagaiteira tem alto potencial para uso em sistemas de produção do agronegócio, demonstrando alta produção (Vieira et al., 2010). Seus frutos são saborosos e ricos em substâncias nutritivas, proteínas, lipídios, fibras alimentares (Genovese et al., 2008), carboidratos, carotenoides (α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina e licopeno), vitamina E (α e β , γ e δ -tocoferol e tocotrienol), folatos (tetra-hidrofolato, 5-metil-tetra-hidrofolato e 5-formil-tetra-hidrofolato) (Cardoso et al., 2011), altos níveis de ácido ascórbico (vitamina C) e compostos fenólicos (Siqueira et al. 2013).

Devido ao alto potencial nutricional desses frutos, é interessante o uso comercial dos frutos dessa árvore frutífera, especialmente quando ela pode ser cultivada em consórcio, em terras como o Cerrado. Uma das principais dificuldades na manutenção da produtividade de frutos no Cerrado é a presença de solos áridos e semiáridos, que predominam em solos muito velhos e intemperados, com baixos níveis de matéria orgânica, o que torna a produtividade dependente dos sistemas de ciclagem de nutrientes (Alvarenga et al., 2018). Assim, é essencial incorporar compostos orgânicos, adubo e fertilizantes (Assis et al., 2009) durante o cultivo dessas frutas.

O uso de espécies de culturas de cobertura consorciadas pode aumentar a capacidade de produção do solo de maneira econômica e sustentável, promover melhorias em seus atributos físicos, químicos e biológicos, auxiliar na ciclagem mais eficiente de nutrientes e na fixação biológica de nitrogênio (Wutke et al. 2007), proteger o solo contra a erosão e reduzir a taxa de declínio do carbono do solo (Basche et al., 2016).

As gramíneas fornecem fitomassa mais estável (baixa taxa de decomposição), baixo teor de nitrogênio e alta relação carbono/nitrogênio disponível no solo. Por outro

lado, as leguminosas resultam em fitomassa com baixa relação carbono/nitrogênio e alto teor de nitrogênio. Isso faz com que as leguminosas tenham relação simbiótica mutualística com os fungos, contribuindo para maior disponibilidade de nutrientes para as culturas consorciadas (Wutke et al. 2007).

No solo do Cerrado e nas suas condições climáticas, o uso de plantas de cobertura tem aumentado com frequência (Veras et al., 2016) e as gramíneas têm sido mais utilizadas como culturas de cobertura, principalmente milho e braquiária (Torres e Pereira, 2008). Em consórcio e/ou sucessão, principalmente na integração lavoura-pecuária (ILP) (Ceccon, 2013), sendo que os benefícios do sistema integrado no Cerrado promovem diretamente a produtividade e a qualidade de fertilidade do solo, que possibilitam a produção de produtos alternativos, como frutos do Cerrado de forma sustentável (Abreu et al., 2016). Assim, sua riqueza de espécies nativas possui elevado potencial para ser utilizada na produção comercial e nos sistemas integrados. Porém, a escassez de estudos sobre o comportamento dessas espécies arbóreas e culturas de cobertura em um sistema misto é um fator limitante (Calil et al., 2016), e torna o uso de plantas de cobertura como prática viável.

A produção sustentável de frutas usadas para consumo humano agregaria valor às áreas de produção e motivaria a população local e a indústria de alimentos a fazê-lo. Nesse sentido, é extremamente importante estudar métodos de produção que visem obter a qualidade nutricional dos alimentos produzidos, para que haja motivação da população para consumi-los e, assim, estimular o uso sustentável de áreas degradadas e, posteriormente, produtivas. Apesar do fato de frutos de cagaita expressarem variações nutricionais dependendo da localização geográfica, há escassez de conhecimentos relativos à qualidade dos frutos cultivados em diferentes meios de cultivo. Objetivou-se avaliar a composição química, características tecnológicas e morfológicas de frutos de *Eugenia dysenterica* DC em consórcio com plantas de cobertura, como *Calopogoníum mucunoídes* Desv., *Crotalária juncea*, *Lablab purpureus* L. Sweet, braquiária (*Brachiaria decumbens* L.) + fonte de nitrogênio (ureia) e braquiária (*Brachiaria decumbens* L.).

1. Material e métodos

1.1 Material Vegetal

A área experimental está localizada no Instituto Federal de Goiano - Campus Rio Verde, sudoeste de Goiás, região com vegetação de cerrado (17° 48 '46 "S e 50° 54 '02" W e altitude de 693 m). O acesso ao patrimônio genético para este projeto foi registrado oficialmente no banco de dados do Sistema Nacional de Gerenciamento de Patrimônio Genético e de Conhecimento Tradicional Associado (Ministério do Meio Ambiente, Conselho de Administração de Patrimônio Genético) sob o código de registro A9DF35D.

O consórcio de plantas foi composto por vinte árvores em cada tratamento (Tabela 1), totalizando 100 árvores, distribuídas entre distâncias de 5x5 m entre linhas e/ou plantas (poço de 40x40x40 cm) e o solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Dornelles et al., 2016). De acordo com a classificação Köppen-Geiger, a região é caracterizada como clima tropical, com chuvas concentradas no verão e uma estação seca no inverno.

As árvores de cagaita foram submetidas a cinco culturas de cobertura conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos de adubação verde utilizados para as cagaiteiras.

Abreviatura	Descrição
CA	Cagaiteira em consórcio com <i>Calopogonium mucunooides</i> Desv., que foi semeada no mês de outubro (anualmente), cortadas no início do período da seca (julho/agosto) e deixadas sobrepostas no solo para a decomposição da matéria seca.
LA	Cagaiteira em consórcio com <i>Lablab purpureus</i> L. Sweet, que foi semeada no mês de novembro (anualmente), cortadas no início do período da seca (julho/agosto) e deixadas sobrepostas no solo para a decomposição da matéria seca.
CR	Cagaiteira em consórcio com <i>Crotalaria juncea</i> , que foi semeada no mês de novembro (anualmente), cortadas no início do período da seca (julho/agosto) e deixadas sobrepostas no solo para a decomposição da matéria seca.

BR	Cagaiteira em consórcio com brachiaria (<i>Brachiaria decumbens L.</i>), que foi semeada apenas uma vez no mês de outubro, cortadas no início do período da seca (julho/agosto) e deixadas sobrepostas no solo para a decomposição da matéria seca.
BRN	Cagaiteira em consórcio com brachiaria (<i>Brachiaria decumbens L.</i>), que foi semeada apenas uma vez no mês de outubro, e receberam adubação nitrogenada com 220 g de ureia/planta na região da coroa (0,5 m diâmetro). Foram cortadas no início do período da seca (julho/agosto) e deixadas sobrepostas no solo para a decomposição da matéria seca.

Os frutos foram coletados 34 dias após a antese, quando apresentaram epicarpo visualmente amarelo (Silva et al. 2017), durante 13 dias (todo o período da colheita), em dois períodos (manhã e anoitecer) por dia. Os frutos foram selecionados, higienizados (200 ppm de hipoclorito de sódio por 10 minutos) e a polpa (PB), epicarpo (CE) e semente (CS) foram separadas manualmente e ponderadas para o cálculo da produtividade. As polpas foram embaladas em recipientes de polietileno, armazenadas a -18°C até a análise e descongeladas e homogeneizadas antes do uso (Silva et al., 2017).

A caracterização física dos frutos foi determinada através da medição de 50 amostras quanto ao diâmetro transversal (TD), diâmetro longitudinal dos frutos (LD) e massa de frutos (FM). As medições foram realizadas com paquímetro digital ou balança analítica, e os resultados são expressos em mm e g, respectivamente. Um espectrofotômetro Color Flex EZ (Hunterlab, Virgínia, EUA) foi empregado para determinar a cor de 20 frutos (em triplicado) de cada tratamento e da polpa, de acordo com o sistema da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) (iluminante padrão D65 / 10°).

1.2 Reagentes químicos

DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico), ABTS (2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolona-6) ácido sulfônico), 2,6-diclorofenolindofenol, BHT (2,6-ditert-butil-4-metil fenol), 2,4,6-tripiridiltriazina (TPTZ), reagente de Folin e Ciocalteu fenol e ácido ferúlico foram adquiridos da Sigma

Chemical Co. (St. Louis, MO, EUA). Todos os reagentes utilizados neste trabalho foram de grau analítico.

1.3 Caracterização química

Os frutos coletados de cada tratamento foram homogeneizados e a acidez titulável (AT) foi determinada por titulação com NaOH 0,1 M. O valor do pH e os sólidos solúveis (SS) foram medidos diretamente com um medidor de pH modelo mPA-210 (MS Tecnopon, Piracicaba, Brasil) e refratômetro, respectivamente.

Métodos oficiais (AOAC, 2005) foram utilizados para estimar o conteúdo: umidade (método no 967.08), lipídios (método de Bligh & Dyer), proteína (fator de conversão = 5.9, método no 988.05) e cinzas (método no 942.05).

Para quantificação mineral, as amostras foram secas em estufa a 105°C e digeridas em HNO₃ e HClO₄. Em relação aos minerais no CB, cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram determinados por espectroscopia de absorção atômica de feixe duplo GBC-XPLORAA-2 (Laeside, Austrália). O potássio (K) foi determinado pelo fotômetro de chama B-462 (Micronal, Piracicaba-SP, Brasil), e o fósforo (P) e o enxofre (S) foram determinados por espectrofotometria de absorção molecular (Tecnal, SP-1105, São Paulo, Brasil) (Petropoulos et al., 2017).

1.3.1 Compostos bioativos totais e atividade antioxidante

O teor total de clorofila foi determinado de acordo com Bruinsma (1963). Um g de polpa liofilizada foi homogeneizado em 30 mL de acetona: água (80:20, v/v) e filtrada através de filtro de papel Whatman n. °4. O volume da mistura foi então ajustado para 50 mL e a absorbância medida a 645 e 663 nm. O teor total de clorofila foi calculado pela equação $20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}$, em que A_{645} é a absorbância em 645 nm e A_{663} é a absorbância em 663 nm. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de fruta.

O conteúdo total de carotenoides foi determinado de acordo com Talcott e Howard (1999). Duas g de polpa foram homogeneizadas em 25 mL de acetona: etanol (1: 1) e 200 mg/L de hidroxitolueno butilado (BHT), sem abrigo de luz, à temperatura ambiente. Em seguida, o extrato foi lavado quatro vezes, até o resíduo ficar incolor. O extrato foi então filtrado através de filtro de papel Whatman n°4 e seu volume ajustado para 50 mL. A absorbância foi medida a 470 nm. Os carotenoides totais foram calculados de acordo com Gross (1991), pela equação $(A_{470} \times V \times 10^6) / (2500 \times 100 \times g)$, em que A_{470} é a absorbância

a 470 nm; V é o volume total do extrato; e g é o peso da amostra em gramas. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de fruta.

O teor de ácido ascórbico foi determinado pela metodologia descrita por Benassi & Antunes (1988), que utiliza ácido oxálico a 2% como solução extratora e 2,6-diclorofenol-indofenol como solução titulante. O resultado foi expresso em mg de ácido ascórbico/100g.

A análise de fenólicos totais e atividade antioxidante foi realizada a partir de extrato obtido de acordo com metodologia de extração descrita por Larrauri, et al. (1997). Para tal, cerca de 40 mL de metanol: água (50:50, v/v) foram adicionados a 2 g de polpa e mantidos à temperatura ambiente por 1 h. A mistura foi filtrada e o sobrenadante misturado em 40 mL de acetona: água (70:30, v/v) e mantido à temperatura ambiente (25°C) durante 60 min. Após a filtração, os líquidos foram misturados e o volume foi ajustado para 100 mL com água.

O conteúdo fenólico total (CPT) do extrato bruto foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (Singleton e Rossi, 1965), com modificações, conforme descrito por Li et al. (2009). Os extratos brutos diluídos (200 mL) foram misturados em 1,9 mL de reagente Folin-Ciocalteu 10 vezes diluído recentemente. O mesmo volume (1,9 mL) de uma solução de carbonato de sódio (60 g / l) foi utilizado para neutralizar a mistura. Após uma reação de 120 minutos, no escuro à temperatura ambiente, a absorbância da mistura foi medida a 725 nm. O ácido gálico foi usado como padrão e os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) por 100 g de fruta (com base no peso fresco).

A capacidade antioxidante foi medida usando três métodos DPPH, ABTS e FRAP. No método DPPH foi realizado como descrito por Brand-Williams et al. (1995) adaptado por Rufino et al. (2007). Os resultados foram expressos como % de inibição do radical DPPH. No método ABTS, uma solução de etanol foi usada para calibração e os resultados foram expressos em mM Trolox/g (Re et al. 1999). O método FRAP de acordo com a metodologia de Pulido et al. (2000), com adaptações de Rufino et al. (2007). A leitura foi realizada a 595 nm e os resultados foram expressos em mM sulfato ferroso/g.

2.5 Espectroscopia de absorção por infravermelho

As análises de espectroscopia de absorção no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) foram realizadas com a amostra liofilizada em equipamento modelo Perkin Elmer (espectrômetro FT-IR/NIR, Frontier), seguindo as seguintes condições operacionais: região 650-4000 cm^{-1} , com 8 repetições e resolução de 2 cm^{-1} .

2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detectar diferenças significativas entre os tratamentos, enquanto as médias foram comparadas pelo teste de Tukey usando o GraphPad 8.0. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2. Resultados e discussões

Todos os diferentes sistemas de cultivo avaliados no presente trabalho obtiveram rendimento de polpa $>70\%$, indicando boa utilização de frutas para processamento na indústria de alimentos (dados não mostrados). Em destaque para o tratamento BR, apresentando valor médio de rendimento superior a 78%, diferindo do tratamento CR que resultou o menor valor médio (72 %) ($p < 0,05$). Bueno et al. (2017) caracterizaram frutos de *E. dysenterica* DC. da região tropical das terras altas e encontrou valores semelhantes a este estudo (LD entre 1,92 a 3,29 cm, TD entre 2,21 a 4,34 cm e FM 6,66 a 36,36 g).

A Figura 2 expressa os dados referentes as propriedades morfométricas (TD, LD e FM) de frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas.

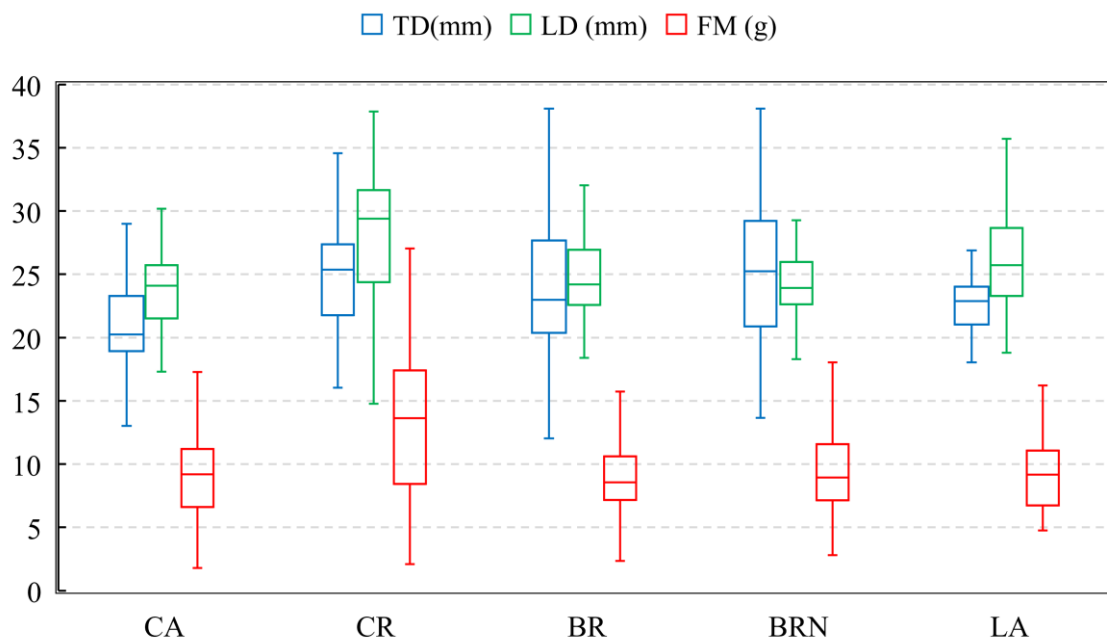


Figura 2. Diâmetro transversal (TD), diâmetro longitudinal (LD) e massa (FM) de frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas de cultivo (n = 50).

Menor coeficiente de variação foi obtido para LD, TD e FM no tratamento LA, enquanto o tratamento CR obteve o maior coeficiente de variação (Figura 1). O alto coeficiente de variação entre as medidas está relacionado com a falta de padronização nas características físicas dos frutos coletados em cada tratamento, sendo o epicarpo visivelmente amarelo considerado o estágio adequado de maturação, um dos parâmetros para coleta dos frutos. Esses parâmetros físicos são influenciados por vários fatores, como tempo de colheita, exposição ao sol, clima, estágio de maturação, fertilidade do solo e localização dos frutos na planta (Amira et al., 2011; Fagundes e Yamanishi, 2001).

A Tabela 2 apresenta a análise colorimétrica de frutos e polpa e a análise química da polpa dos frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas.

Na análise colorimétrica do epicarpo dos frutos, todos os tratamentos em relação a parâmetro a^* apresentou coloração levemente esverdeada (-1,37) (CR) a levemente avermelhada (3,84) (BR), diferindo entre si ($p < 0,05$). O b^* expressa coloração amarela intensa para todos os tratamentos (CA, Cr, BR, BR e LA), não diferindo entre si. Já em relação a polpa dos frutos, as amostras expressaram valores de a^* variando de -0,95 (BR; CR) a 2,52 (BRN), diferindo entre si ($p < 0,05$), apresentando coloração levemente esverdeada a levemente avermelhada, respectivamente; o parâmetro b^* expressou valores

de 30,38 (BRN) a 33 (BR), diferindo entre si ($p < 0,05$), apresentando coloração amarela moderada.

O pH das polpas variou entre 3,05 (BRN) a 3,19 (CR) e são consideradas muito ácidas ($\text{pH} < 3,7$) (FDA, 2016). Estes valores foram próximos a polpa de frutos de araçá (3,57), cajá (2,94) (Schiassi et al., 2018), uva (2,8–3,8), goiaba (3,0–3,2), maracujá (2,94), e superiores para a polpa de cagaita (3,84) (Schiassi et al., 2018).

Em relação a acidez, observou-se que as cinco amostras diferem entre si ($p < 0,05$), sendo o LA expressou maior teor de acidez (1,06 g ácido cítrico/100g) e os menores para o CR e BR, ambos apresentaram valores de 0,86 g ácido cítrico/100g. Estes resultados obtidos foram superiores aos encontrados para a polpa de cagaita (0,64g de ácido cítrico/100g) (Schiassi et al., 2018), murici (0,47 g ácido cítrico/100g), jenipapo (0,37 g ácido cítrico/100g) (Sousa et al., 2012) e próximos aos relatados para as polpas de mangaba (0,90g de ácido cítrico/100g). Sacramento et al. (2007) afirmaram que as frutas com teores de ácido cítrico entre 0,08-1,95 % são bem aceitas para consumo humano.

Tabela 2. Análise colorimétrica de frutos e polpa e a análise química da polpa dos frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas. (n=20).

Parâmetros	CA	CR	BR	BRN	LA
<i>Análise colorimétrica de frutos (epicarpo)</i>					
L*	51,30±6,03 ^b	52,85±6,80 ^{ab}	54,60±6,92 ^a	53,91±6,44 ^{ab}	54,57±4,76 ^a
a*	1,31±3,23 ^{ab}	-1,37±3,42 ^c	3,84±6,46 ^a	1,11±2,85 ^{bc}	-0,04±7,67 ^{bc}
b*	45,73±7,41 ^a	43,77±7,91 ^a	47,44±8,70 ^a	46,75±7,98 ^a	45,52±6,77 ^a
C*	45,87±7,36 ^a	43,93±7,88 ^a	48,26±7,24 ^a	46,85±7,96 ^a	46,22±6,26 ^a
°h	86,82±3,38 ^a	85,97±4,41 ^a	83,17±10,22 ^b	83,99±2,49 ^a	84,37±8,67 ^{ab}
<i>Análise colorimétrica da polpa (mesocarpo)</i>					
L*	38,93±1,91 ^c	40,20±1,02 ^{bc}	43,10±1,25 ^a	39,98±1,93 ^{bc}	41,63±1,39 ^{ab}
a*	0,11±0,15 ^b	-0,95±0,15 ^d	-0,95±0,26 ^d	2,52±0,20 ^a	-0,33±0,27 ^c
b*	31,19±1,71 ^{ab}	30,49±1,94 ^b	33,00±1,24 ^a	30,38±2,33 ^b	32,99±1,69 ^a
C*	31,19±1,70 ^{ab}	30,48±1,93 ^b	33,01±1,24 ^a	30,48±2,32 ^b	32,98±1,68 ^a
°h	90,07±0,93 ^b	91,79±0,21 ^a	91,64±0,41 ^a	85,22±0,62 ^c	90,65±0,32 ^b
pH	3,16±0,01 ^b	3,19±0,01 ^a	3,14±0,01 ^b	3,05±0,01 ^c	3,15±0,01 ^b
Acidez titulável (g citric acid/100 g)	0,89±0,01 ^d	0,86±0,01 ^b	0,86±0,01 ^b	0,97±0,01 ^c	1,06±0,02 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	8,23±0,25 ^a	8,90±0,1 ^a	9,53±0,15 ^a	8,3±0,1 ^a	8,6±0,01 ^a
Umidade (g/100 g)	92,32±0,14	92,16±0,05	91,87±0,12	91,17±0,09	91,00±0,62

Lipídios (g/100 g) ¹	4,66±2,77 ^a	3,37±2,21 ^a	4,48±2,92 ^a	4,05±2,87 ^a	3,61±1,87 ^a
Cinza (g/100 g) ¹	3,12±0,03 ^b	2,87±0,1 ^{bc}	3,74±0,09 ^a	2,68±0,24 ^c	2,71±0,17 ^c
Proteína (g/100 g) ¹	11,93±0,53 ^a	11,97±1,34 ^a	5,76±0,42 ^b	12,24±2,47 ^a	14,91±3,93 ^a
<i>Macrominerais</i> ¹					
Fósforo (mg/100 g)	163,15±17,75 ^a	150,32 ± 35,43 ^a	172,70±0,00 ^a	127,82 ± 0,00 ^a	161,22±17,54 ^a
Potássio (mg/100 g)	1305,23±0,00 ^{ab}	1252,64±70,86 ^b	1579,01±0,00 ^a	1150,38±36,15 ^b	1190,52±140,3 ^b
Enxofre (mg/100 g)	18,82±8,87 ^a	18,79±8,86 ^a	12,34± 0,00 ^a	12,78±0,00 ^a	12,40±0,00 ^a
Cálcio (mg/100 g)	301,21±70,99 ^b	225,47±17,71 ^b	1437,15± 218,07 ^a	287,59±63,27 ^b	241,82±8,77 ^b
Magnésio (mg/100 g)	125,50±17,75 ^b	106,47±26,57 ^b	376,25±8,72 ^a	102,26±36,15 ^b	99,21±17,54 ^b
<i>Microminerais</i> ¹					
Cobre (mg/100 g)	1,00±0,18 ^a	1,13±0,35 ^a	0,99±0,17 ^a	0,89±0,18 ^a	1,24±0,53 ^a
Ferro (mg/100 g)	13,87±0,44 ^a	11,27±1,77 ^{ab}	9,07 ±1,66 ^b	8,56±0,18 ^b	11,47±0,44 ^{ab}
Manganês (mg/100 g)	2,00±0,18 ^a	2,07±0,26 ^a	1,60±0,35 ^a	2,75±0,63 ^a	3,84±1,05 ^a
Zinco (mg/100 g)	1,82±0,27 ^a	2,69 ±1,15 ^a	1,48±0,35 ^a	1,79±0,9 ^a	2,54±1,31 ^a
Boro (mg/100 g)	0,69±0,27 ^a	0,31±0,09 ^a	0,31 ±0,09 ^a	0,32±0,09 ^a	0,31±0,09 ^a

Média seguida de desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). ¹Valores expressos em matéria seca. ($p > 0,05$). CR= *Crotalaria juncea*; LA= *Lablab purpureus L. Sweet*; BRN= brachiaria (*Brachiaria decumbens L.*) + fonte de nitrogênio (ureia) e BR= brachiaria (*Brachiaria decumbens L.*).

Os teores de sólidos solúveis totais variaram entre 8,23 a 9,53 °Brix sem diferença significativa entre os tratamentos. Os valores encontrados neste trabalho foram semelhantes aos relatados para polpa de cagaita (8°Brix) e mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) (10,33 °Brix), cajá amarelo (11°Brix), araçá (12 °Brix), marolo (*Annona crassiflora* Mart.) (13 °Brix) (Schiassi et al., 2018) e do maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) (13,33 °Brix) (Sousa et al., 2012).

O conteúdo de cinzas variou entre 2,68 (BRN) a 3,74 (BR), diferindo entre si ($p < 0,05$). Observa-se que o teor de cinzas do tratamento BR foi superior e se distinguiu dos demais (CR, BRN, LA e CA), possuindo correlação significativa com os teores de minerais presentes, como expressas na Tabela 2. Primavesi et al. (2002) relataram em estudos com plantas de cobertura, que a quantidade de nutrientes acumulados depende da espécie, época do plantio, da fertilidade do solo, do estágio fenológico na dessecação, além da relação C/N das espécies.

A avaliação do conteúdo proteico apresentou valores entre 5,76 (BR) a 14,91 (LA) g/100g, diferindo entre si ($p < 0,05$), mesmo em base seca. Observa-se que o teor proteico encontrado nas amostras sob o efeito do cultivo de brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) com adição de nitrogênio (BRN) se distinguiu da sem adição de N (BR), e foi semelhante aos tratamentos com leguminosas (CR, CA e LA), visto que para essas, a maior eficiência de absorção de N é pela fixação biológica do elemento (Hanly e Gregg, 2004, Haas et al., 2007, Campiglia et al., 2010, Kramberger et al., 2014).

Todas as amostras, exceto BR, apresentaram teores proteicos superiores aos relatado para polpa de araçá (*Psidium guineense* Swartz) (0,42 g/100 g), cajá amarelo (*Spondias mombin* L.) (0,75 g/100 g), cagaita (0,77 g/100 g) (Schiassi et al., 2018), murici (*Byrsonima crassifolia* L. RICH) (0,18 g/100 g), graviola (*Annona muricata* L.) (0,57 g/100 g) e jenipapo (0,21 g/100 g) (*Genipa americana* L.) (Souza et al., 2012) e pera do cerrado (*Eugenia klotzschiana* O. Berg.) (0,59 g/Kg) (Carneiro, et al. 2019).

O conteúdo de potássio (K) da polpa variou entre 1150 (BRN) a 1579 (BR) mg/100 g, diferindo entre si ($p < 0,05$) (Tabela 2). Espíndola et al. (2006) em seu estudo de diferentes coberturas vegetais consorciadas com bananeira, observaram maior acúmulo de K nas gramíneas, uma vez que a decomposição dos resíduos e a liberação do K são mais lentas na estação seca. O K é o cátion mais abundante nos tecidos vegetais, sendo absorvido da solução do solo em grandes quantidades pelas raízes na forma do íon K⁺. Este micronutriente, por não fazer parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica,

é encontrado como cátion livre ou adsorvido, sendo facilmente trocável das células ou tecidos (Meurer, 2006).

Para o teor de fósforo, foram encontrados valores variando entre 127 (BRN) a 172 (BR) mg/100 g, sem diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$). Estes valores são superiores aos encontrados para polpa de frutos do Cerrado, como o araçá (9,62 mg/100 g), buriti (6,95 mg/100 g), mangaba (9,16 mg/100 g), e semelhantes a cagaita (12,75 mg/100 g) (Shiassi et al., 2018). O teor de enxofre variou entre 12,34 (BR) e 1,47 (CA) mg/100 g, não diferindo entre si ($p < 0,05$).

O conteúdo de cálcio e magnésio variou entre 225 (CR) a 1437 (BR) mg/100 g; e 99,21 (LA) a 376,25 (BR) mg/100 g, respectivamente, diferindo-se entre si ($p < 0,05$). Estes valores são superiores aos encontrados para o fruto murici (2 mg/100 g Ca; 1,8 mg/100 g Mg) (Araújo et al. 2018), e semelhantes a polpa de cagaita (22,50 mg/100 g Ca e superiores para o Mg 5,38 mg/ 100 g). A amostra BR apresentou valores superiores a polpas de frutos do cerrado, como marolo (39,26 mg/100 g), araçá (42,29 mg/100 g), buriti (37,83 mg/100 g) e mangaba (31,01 mg/100 g) (Shiassi et al., 2018).

O teor de ferro encontrado variou entre 8,56 (BRN) a 13,87 (CA) mg/100g, diferindo entre si ($p < 0,05$). Estes valores são superiores aos encontrados para polpa de frutos, como buriti (0,67 mg/100 g), mangaba (0,50 mg/100 g), marolo (0,65 mg/100 g), araçá (0,18 mg/100 g), cajá amarelo (0,37 mg/100 g), cagaita (0,33 mg/100 g) (Shiassi et al., 2018).

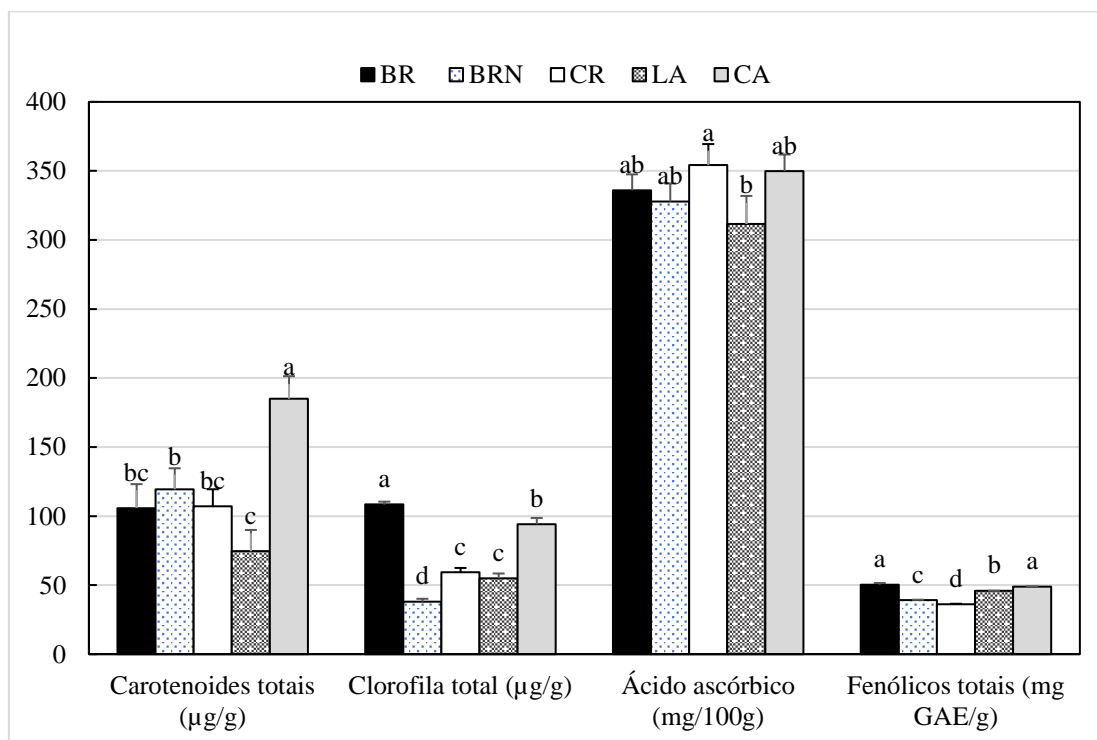
Os macronutrientes cálcio, magnésio e potássio se encontram em maiores concentrações na amostra BR, diferindo das demais culturas de cobertura (BRN, LA, CA e CR). Em geral, a amostra BR foi a que mais contribuiu para IDR, apresentando significativas quantidades de minerais.

O teor de carotenoides totais, ácido ascórbico, clorofila total e compostos fenólicos totais são apresentados na Figura 3A das polpas de cagaita em consórcio com plantas de cobertura, enquanto a atividade antioxidante determinada por três diferentes métodos (ABTS, DPPH e FRAP) foram apresentados na Figura 3B.

O teor de clorofila variou entre 38,05 (BRN) e 108,39 (BR) e $\mu\text{g/g}$, apresentando diferença significativa entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). O teor de carotenoides obtido variou entre 74,56 (LA) a 185,09 (CA) $\mu\text{g/g}$, apresentando diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). Os frutos foram considerados maduros, apresentando a

coloração amarela intensa, sobretudo, pela degradação da clorofila total e a síntese de carotenoides (Silva et al. 2017).

Em relação aos teores de ácido ascórbico, os resultados variaram de 311,56 (LA) a 354,17 (CR) mg/100 g de polpa e não diferiram entre si. Os valores encontrados neste trabalho foram próximos ao que havia sido relatado por Schiassi et al., 2018 (31,95 - 94 mg/ 100 g) para a polpa de cagaita. Esses resultados são semelhantes aos da ciriguela (27 mg/100 g), cupuaçu (24,5 mg/100 g), jamelão (27,1 mg/100 g), pitanga (24,9 mg/100 g), umbu (24,1 mg/100 g) (TACO, 2011) e pera do cerrado 8,66 (mg/Kg) (Carneiro, et al. 2019). O ácido ascórbico sendo um nutriente essencial para os seres humanos, exerce papel fundamental na eliminação de espécies reativas de oxigênio, pelas suas excelentes propriedades antioxidantes (Li e Schellhorn, 2007). De acordo com o Institute of Medicine (1999-2011), a ingestão diária recomendada (IDR) para o ácido ascórbico é de 90 mg/diária, sendo que os valores encontrados neste estudo representam mais de 30% do consumo diário.



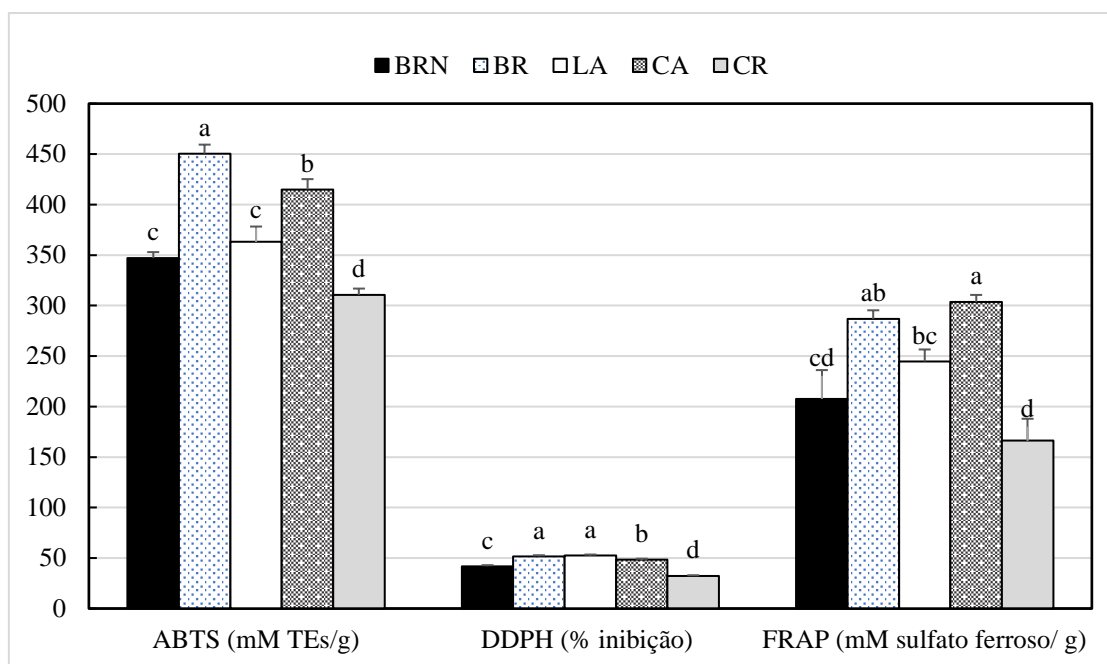


Figura 3. Compostos bioativos totais (3A)* e atividade antioxidante pelos métodos de ABTS, DPPH e FRAP) (3B)* da polpa dos frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em consórcio com plantas de cobertura. Média \pm desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). TEs= equivalente em trolox; GAE: equivalentes de ácido gálico. *= Valores expressos em base seca.

O teor de fenólicos totais variou de 36,1 (CR) a 50,33 (BR) mg/g, com diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$). Estes resultados foram superiores aos relatados para os frutos do cerrado, como a mangaba (46,85 mg GAE/100 g), araçá (89,14 mg GAE/100 g), buriti (110,72 mg GAE/100 g), cajá amarelo (98,97 mg GAE/100 g) e a cagaita (143,44 mg GAE/100 g) (Schiassi et al., 2018). De acordo com a classificação relatada por Vasco et al., (2008), as polpas de cagaita apresentaram teor médio de fenólicos (100-500 mg GAE/100 g). Como as amostras foram padronizadas no estágio de maturação adequada, as diferenças encontradas nos resultados podem estar associadas aos fatores agrônômicos (práticas agrícolas, composição do solo, condições climatológicas) (Morales-Soto et al. 2014).

A atividade antioxidante obtida por diferentes métodos (ABTS, DPPH e FRAP) apresentou concordância entre os valores encontrados (Figura 2B). Quando os tratamentos são ordenados de forma crescente quanto a atividade antioxidante pelo método de ABTS, tem-se $CR < BRN < CA < LA < BR$, variando entre 36,63 a 24,34 mmol TEs/g; pelo método de DPPH, temos $CR < BRN < CA > BR < LA$, variando entre

52,68 a 32,36% inibição; e pelo ao método de FRAP: CR < BRN < LA < BR < CA, variando entre 23,32 a 13,03 mmol sulfato ferroso/g.

Os resultados obtidos pelo método de ABTS, foram superiores ao encontrados para a polpa de frutos do Cerrado brasileiro, a cagaita (29,32 $\mu\text{mol TEs/g}$), araçá (10,92 $\mu\text{mol TEs/g}$), buriti (6,03 $\mu\text{mol TEs/g}$), mangaba (2,49 $\mu\text{mol TEs/g}$) (Schiassi et al., 2018), jenipapo (7,31 $\mu\text{mol TEs/g}$), maracujá doce (10,84 $\mu\text{mol TEs/g}$) (Sousa et al., 2012), araticum (5,7 $\mu\text{mol/g}$), jatobá (5,2 $\mu\text{mol/g}$), pequi (1,7 $\mu\text{mol/g}$) (Almeida et al., 2018).

Diferentes métodos têm sido utilizados para avaliar a atividade antioxidante dos frutos. Esses métodos podem ser baseados na captura de radicais orgânicos (ABTS e DPPH) e na redução de ferro em soluções aquosas (FRAP). Cada metodologia possui seus próprios princípios de execução, condições e mecanismos de reação. Como são diferentes entre si, um único método não é possível quantificar todas substâncias antioxidantes. Portanto, o uso de dois ou mais métodos pode conceder uma elucidação adicional do perfil completo da atividade antioxidante (Hassimotto et al., 2005; Leong e Shui, 2002).

O espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) para polpas dos frutos (BR, BRN, CA, CR e LA) é apresentado na Figura 4.

As frutas são constituídas por cerca de 80-90% de água, contendo diversas macro e micromoléculas complexas, como carboidratos, proteínas, ácidos orgânicos, entre outros compostos minoritários (Gómez, He, & Pereira, 2006). As bandas largas intensas centradas na região de 3300 cm^{-1} e 2920 cm^{-1} são características do grupamento O-H e NH (Guo e Zhang, 2004). Na região de 2920 cm^{-1} observou-se bandas, características de vibrações assimétricas de alongamento de CH do metileno (Stuart, 1997).

Os picos intensos observados entre 900-1200 cm^{-1} são pela absorção dos glicídios, característicos dos monossacarídeos e polissacarídeos complexos (grupamento C–O, C–C e C–O–C) (D'Souza et al. 2008; Wolkers et al. 2004; Yee et al. 2004). Em específico na região de 1025 cm^{-1} , os picos são característicos a frutose e glicose (Leopold et al. 2011).

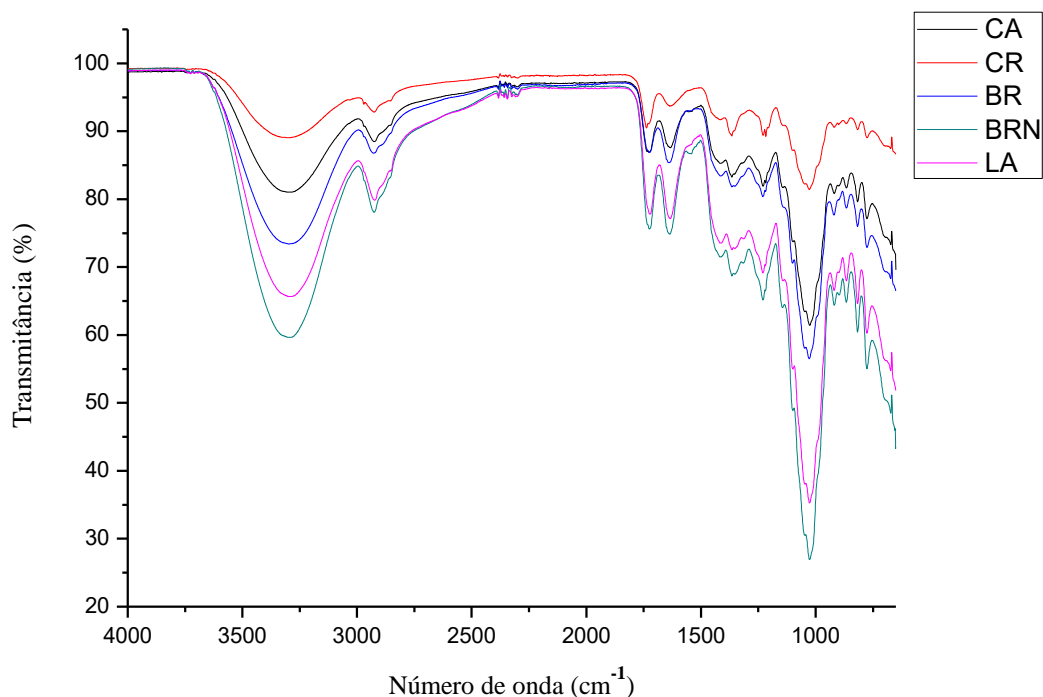


Figura 4. Espectros de FTIR da polpa dos frutos de *E. dysenterica* DC. cultivados em diferentes sistemas de cultivo (frutos liofilizados).

Picos de intensidade média, foram observados na região entre 1800 e 1500 cm^{-1} expressa bandas características de proteínas, observadas em 1722 e 1636 cm^{-1} , sendo bandas específicas de amida-I (alongamento do éster carbonílico C=O) (Dumas e Miller, 2003) e amida-II, o que é devido às vibrações de curvatura do NH (Fischer et al. 2006).

As bandas na região de 1500-1200 cm^{-1} são expressas pelas vibrações de curvatura CH_3 , CH_2 e CH (Wolkers et al. 2004; Yee et al. 2004). Observa-se a presença da banda a 1228 cm^{-1} , pelas vibrações de estiramento assimétricas de fosfodiésteres ($\text{P} = \text{O}$ de PO_2^-) (Dumas e Miller, 2003; Yee et al. 2004).

3. Conclusão

O emprego de culturas gramíneas e leguminosas em consórcio com cagaiteiras é uma prática viável e de baixo custo. No entanto as leguminosas, promovem maior disponibilidade de nitrogênio as plantas, via fixação biológica de N (FBN) e ciclagem de nutrientes, sendo essencial para a nutrição de plantas.

As cagaiteiras em consórcio com culturas de cobertura influenciaram no conteúdo de compostos bioativos, agregando melhorias no teor de ácido ascórbico no cultivo com *Crotalaria juncea* (CR). O potencial antioxidante e o conteúdo de fenólicos foi superior para os tratamentos BR, CA, LA, sendo que o menor foi observado para o CR.

O tratamento utilizando brachiaria (*Brachiaria decumbens* L.) (BR) em consórcio apresentou os maiores teores de macrominerais (Ca, Mg e K), sendo importantes para o consumo IDR, uma vez que são macrominerais essenciais para nutrição humana. Além de se destacar apresentando maior efeito positivo para o rendimento de polpa para os frutos de cagaita.

O uso de plantas de coberturas, tanto leguminosas quanto braquiária em consórcio com cagaiteiras promoveu incremento na qualidade nutricional (macro e micronutrientes), no desenvolvimento e qualidade dos frutos produzidos pelo sistema de produção.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq (Processo 426479 / 2016-5), CAPES (001) e do Instituto Federal Goiano (Processo nº 23216.000387 / 2018-11 e 23218.002157 / 2019-48).

6. Referências

Almeida et al., 2019. A. B. Almeida, A. K. C. Silva, A. R. Lodete, M B. Egea, M. C. P. M. Lima, F. G. Silva, (2019) "**Assessment of chemical and bioactive properties of native fruits from the Brazilian Cerrado**", Nutrition & Food Science, Vol. 49 Issue: 3, pp.381-392.

Abreu, S. A. H. et al. Chemical attributes of the soil in agroforestry systems subjected to organic fertilizations. **African J. Agricult. Res.** Vol. 10(27), pp. 2378-2388, 7 July, 2016.

Alvarenga et al., 2018. R.C. Alvarenga, A. M. A. Passos, A. M. Coelho, M. R. Albuquerque Filho, A. V. Resende, M. Ma. Gontijo Neto, E. Borghi. **Manejo do Solo com Foco em Sistemas Integrados de Produção. Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação.** Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2005). Official methods of analysis of the AOAC International. (W. Horwitz & G. Latimer, Eds.) (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.

Assis et al., 2009. Assis, F., Oliveira, A., Medeiros, J., Bezerra, A. y Ferreira, P. **Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica.** Revista Caatinga. 22 (1): 206-211. (2009).

Brand-Williams et al. 1995. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.** LWT - Food Science and Technology. v. 28, n.1, p. 25–30, 1995.

Basche et al., 2016. A.D. Basche, S.V. Archontoulis, T.C. Kaspar, D.B. Jaynes, T.B. Parkin, F.E. Miguez. **Simulating long-term impacts of cover crops and climate change on crop production and environmental outcomes in the Midwestern United States.** Agric. Ecosyst. Environ., 218 (2016), pp. 95-106.

Benassi & Antunes 1988. M. Benassi, A.J. Antunes. **A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables.** Arquivos de Biologia e Tecnologia, 31 (4) (1988), pp. 507-513.

Bligh, E.G.; Dyer, W.J.; *Can. J. Biochem. Physiol.* **1959**, 37, 911.

Bueno et al. 2017. Bueno, G. H.; Guedes, M. N. S.; Souza, A. G.; Madeira, A. P. C.; Garcia, E. M.; Taroco, H. A.; Melo, J. O. F. **Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* DC. originados em região de clima tropical de altitude.** Revista brasileira de biometria, [S.l.], v. 35, n. 3, (2017) p. 515-522.

Brasil. O Bioma Cerrado. MMA (Ministério do meio ambiente). Disponível em:<<https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 15/01/2020.

Bruinsma, 1963. Bruinsma, J. **The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts.** Photochemistry and Photobiology, v. 2, n. 2, p. 241–249, 1963.

Cardoso et al., 2011. Cardoso, L.M.; H.S.D. Martino, A.V.B. Moreita, S.M.R. Ribeiro, H.M.P. Sant’ana. **Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins.** Food Research International, 44 (2011), pp. 2151-2154.

Cardoso et al. 2014. Cardoso, M. R. D.; Marcuzzo, F. F. N.; BARROS, J. R. **Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal.** ACTA Geográfica, Boa Vista-RR, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.

Carvalho et al., 2009. Carvalho, A.M. de; Bustamante, M.M.C da; Almondes, Z.A.P.do; Figueiredo, C.C. de. **Forms of phosphorus in an oxisol under different soil tillage systems and cover plants in rotation with maize**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, (2014) p. 972- 979.

Carneiro, Nárgella Silva et al. Eugenia Klotzschiana O. Berg Fruits as New Sources of Nutrients: Determination of their Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Chemical Composition. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 62, e19170562, 2019.

Ceccon, 2013. CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Brasília: EMBRAPA Agropecuária Oeste-Livros Técnicos (INFOTECA-E), (2013). 175 p.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do IAL**. (1st ed. dig.), IAL, São Paulo (2008), pp. 567-587.

Dawidowicz et al. 2012. Dawidowicz, A. L.; Wianowska, D.; Olszowy, M. **On practical problems in estimation of antioxidant activity of compounds by DPPH method (Problems in estimation of antioxidant activity)**. Food Chemistry, v. 131, (2012) n. 3, p. 1037-1043.

Dumas e Miller, 2003. P. Dumas, L. Miller. **The use of synchrotron infrared microspectroscopy in biological and biomedical investigations Vibrational Spectroscopy**, 32 (2003), pp. 3-21.

Espíndola et al. 2006. Espíndola, J.A.A.; Guerra, J.G.M.; Almeida, D.L.; Teixeira, M.G. & Urquiaga, S. **Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras**. R. Bras. Ci. Solo, (2006) 30:321-328.

FDA - Food and Drug Administration. (2016). Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Human Food: Guidance for Industry. Available from:<<https://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/UCM517610.pdf>>. Accessed 20 nov 2019.

Schiassi, M. C. E. V., de Souza, V. R., Lago, A. M. T., Campos, L. G., & Queiroz, F. (2018). **Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation**. Food Chemistry, 245, 305–311.

Institute of Medicine. **Food and nutrition board. Dietary reference intakes.** National Academic Press, Washington D.C. (1999–2011).

Larrauri, J.A.; Rupérez, P.; Saura-Calixto, F. **Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels.** *J. Agric. Food Chemistry*. 45(1997), p.1390-1393.

Leong e Shui, 2002. L.P. Leong, G. Shui. **An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets.** *Food Chemistry*, 76 (2002), pp. 69-75.

Leopold et al., 2011. L.F. Leopold, N. Leopold, H.-A. Diehl, C. Socaciu. **Quantification of carbohydrates in fruit juices using FTIR spectroscopy and multivariate analysis.** *Spectroscopy*, 26 (2011), pp. 93-104.

Li et al. (2009). Li H., Wang X., Li Y., Li P., Wang H. **Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines.** *Food Chemistry*, 112 (2009), pp. 454-460.

Fischer et al. 2006. Fischer, G., Braun, S., Thissen, R. and Dott, W. 2006. **FT-IR. spectroscopy as a tool for rapid identification and intra-species characterization of airborne filamentous fungi.** *Journal of Microbiol. Meth.*, 64(2006), p 63–77.

Gómez, He, & Pereira, 2006. A.H. Gómez, Y. He, A.G. Pereira. **Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using vis-NIR spectroscopy techniques.** *Journal of Food Engineering*, 77 (2006), pp. 313-319.

Guo e Zhang, 2004. Guo, J. and Zhang, X. **Metal-ion interactions with sugar. The crystal structure and FTIR study of an SrCl₂-fructose complex.** *Carb. Res.*, 339 (2004), 1421–26.

Granato et al., 2018. D. Granato, J.S. Santos, G.B. Escher, B.L. Ferreira, R.M. Maggio. **Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective.** *Trends in Food Science & Technology*, 72 (2018), pp. 83-90.

Hassimotto et al., 2005. N.M. Hassimotto, M.I. Genovese, F.M. Lajolo. **Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (2005), pp. 2928-2935.

Meurer, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. Cap. 11, p. 281-298.

Petropoulos et al., 2017. S.A. Petropoulos, E. Levizou, G. Ntatsi, Â. Fernandes, K. Petrotos, K. Akoumianakis, I.C.F.R. Ellipsis Ferreira. **Salinity effect on nutritional value, chemical composition and bioactive compounds content of Cichorium spinosum L.** Food Chemistry, 214 (2017), pp. 129-136.

Primavesi et al. 2002. Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Armelin, M.J.A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, 77(2002), p.89-102.

Re et al., 1999. R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, C.A. Rice-Evans. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology and Medicine, 26 (9–10) (1999), pp. 1231-1237.

Rufino et al. (2007). M. Rufino, R. Alves, E. de Brito, J. Pérez-Jiménez, F. Saura-Calixto, J. Mancini-Filho. **Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil.** Food Chemistry, 121 (2010), pp. 996-1002.

Sacramento et al. 2007. C.K.do Sacramento, C.B. Matos, C.N. Souza, W.S. Barretto, J.C. Faria. **Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás oriundos de diversos municípios da região sul da Bahia.** Magistra, 19 (2007), pp. 283-289.

Siqueira et al., 2013. E.M.de A. Siqueira, F.R. Rosa, A.M. Fustinoni, L.P.de Sant'Ana, S.F. Arruda. **Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple.** PLoS One, 8 (8) (2013), p. e72826.

Silva et al. 2017. M.M.M. da Silva, E.P. da Silva, F.A. da Silva, F.I.B. Ogando, C.L. de Aguiar, C. Damiani. **Physiological development of cagaita (*Eugenia dysenterica*).** Food Chemistry, 217 (2017), pp. 74-80.

Singleton e Rossi, 1965. Singleton VL, Rossi JA 1965. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents.** Am J Enol Viticult 16: 144-158.

- Sousa et al., 2018. V.R. Sousa, P.A.P. Pereira, F. Queiroz, S.V. Borges, J.D.D.S. Carneiro. **Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits**. Food Chemistry, 134 (2012), pp. 381-386.
- Souza et al., 2008. L. D'Souza, P. Devi, M.P.D. Shridhar, C.G. Naik. **Use of Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy to study cadmium-Induced changes in Padina Tetrastromatica (Hauck)**. Analytical Chemistry Insights, 3 (2008), pp. 135-143.
- Stuart, B. **Biological applications of infrared spectroscopy**. Chichester: John Wiley and Sons, (Analytical Chemistry of Open Learning). 115 (1997).
- Taco. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** (4th ed.), NEPA-UNICAMP, Campinas, SP (2011), p. 164.
- Torres e Pereira, 2008. Torres, J.L.R., and M.G. Pereira. **Potassium dynamics in crop residues of cover plants in Cerrado**. Rev. Bras. Cienc. Solo 32:1609–1618. 2008.
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, 111, 816– 823.
- Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Queiroz, F., Borges, S. V., & Carneiro, J. D. S. (2012). **Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits**. Food Chemistry, 134, 381-386.
- Veras et al., 2016. M.S. Veras, M.L.G. Ramos, D.N.S. Oliveira, C.C. Figueiredo, A.M. Carvalho, K. Pulrolnik, K.W. Sousa. **Cover Crops and nitrogen fertilization effects on nitrogen soil fractions under corn cultivation in a no-tillage system**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 40 (2016), pp. 1-12.
- Wutke et al. 2007. Wutke, E.A; Ambrosano, E. J; Razera, L. F; Medina, P. F; Carvalho, L. H; Kikuti, H.; **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (2007). 52p.
- Wolkers et al., 2004. W.F. Wolkers, A.E. Oliver, F. Tablin, J.H. Crowe. **A Fourier transform infrared spectroscopy study of sugar glasses**. Carbohydrate Research, 339 (2004), pp. 1077-1085.
- Yee et al. 2004. N. Yee, L.G. Benning, V.R. Phoenix, F.G. Ferris. **Characterization of metal-Cyanobacteria sorption reactions: A combined Macroscopic and infrared**

spectroscopic investigation. *Environmental Science & Technology*, 38(2004), pp. 775-782.

Genovese, M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. ***Food Science and Technology International***, 14(3), p. 207–214, 2008.

Calil, F. et al. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. ***African journal of agricultural research***. Vol. 11(38), pp. 3701-3709, 2016.

M. Rufino, R. Alves, E. de Brito, J. Pérez-Jiménez, F. Saura-Calixto, J. Mancini-Filho. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121 (2010), pp. 996-1002.

Vieira et al. (2012) Detection of genotoxic, cytotoxic, and protective activities of *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae) in mice. *Journal of Medicinal Food*, 15, 6, 563-567.

Institute of Medicine. Food and nutrition board. Dietary reference intakes. National Academic Press, Washington D.C. (1999–2011).

Vieira, R. F.; Agostini-Costa, T. D. S.; Silva, D. B.; Sano, S. M.; Ferreira, F. R. Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. 322p.

Araújo, A. C. M. A., Menezes, E. G. T., Terra, A. W. C., Dias, B. O., Oliveira, E. R., Queiroz, F., 2018. Bioactive compounds and chemical composition of Brazilian Cerrado fruits' wastes: pequi almonds, murici, and sweet passionfruit seeds. *Food Sci. and Technol.*, 38(1), 203-214.

Paulo, Dornelles & Adriano, Perin & Fabiano, Guimarães & Rubio Neto, Aurélio & Gabriel, Bressiani. Water content and soil nutrient in consortium of native fruit trees with cover crops. *African Journal of Agricultural Research*. v.11, pp. 4100-4108, 13 October, 2016.

Hanly, J.A., Gregg, P.E.H., 2004. Green-manure impacts on nitrogen availability to organic sweetcorn (*Zea mays*). *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 32, 295–307.

Haas, G., Brand, H., de la Vega, M.P., 2007. Nitrogen from hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) as winter green manure for white cabbage in organic horticulture. *Biol. Agric. Hortic.* 25, 37–53.

Campiglia, E., Caporali, F., Radicetti, E., Mancinelli, R., 2010. Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) cover crop residue management for improving weed control and yield in no-tillage tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) production. *Eur. J. Agron.* 33, 94–102.

Kramberger, B., Gselman, A., Kristl, J., Lesnik, M., Sustar, V., Mursec, M., Podvršnik, M., 2014. Winter cover crop: the effects of grass–clover mixture proportion and biomass management on maize and the apparent residual N in the soil. *Eur. J. Agron.* 55, 63–71.

Morales-Soto et al., 2014. A. Morales-Soto, P. García-Salas, C. Rodríguez Pérez, C. Jiménez-Sánchez, M.L. Cádiz-Gurrea, A. Segura-Carretero, et al. Antioxidant capacity of 44 cultivars of fruits and vegetables grown in Andalusia (Spain). *Food Research International*, 58 (2014), pp. 35-46.

TALCOTT, T.S.; HOWARD, R.L. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. v.47, p.2109-2115, 1999.

Amira, E. A., Guido, F., Behija, S. E., Manel, I., Nesrine, Z., Ali, F., et al. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at maturation stages. *Food Chemistry*, 127, 1744–1754.

Fagundes, G. R., & Yamanishi, O. K. (2001). Características físicas e químicas de frutos de manmoeiro do grupo “solo” comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 541–545.

Anexo A - Tabela suplementar 1

Tabela suplementar 1. Propriedades tecnológicas dos frutos e da polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) do Cerrado em consórcio com plantas de cobertura (n=20).

	CA	CR	BR	BRN	LA
Umidade (g/100g)	92,32±0,14 ^a	92,16±0,05 ^{ab}	91,87±0,12 ^{ab}	91,17±0,09 ^{ab}	91,00±0,62 ^b
Lipídeos (g/100g)	0,66±0,23 ^a	0,47±0,06 ^a	0,66±0,09	0,73±0,14 ^a	0,64±0,04 ^a
Cinzas (g/100g)	0,24±0,00 ^b	0,22±0,01 ^b	0,30±0,01 ^a	0,24±0,02 ^b	0,24±0,01 ^b
Proteínas (g/100g)	0,91±0,05 ^{ab}	0,94±0,11 ^{ab}	0,47±0,03 ^b	1,08±0,22 ^a	1,33±0,32 ^a

Média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). p=polpa de frutos, f=fruto.

Anexo B - Tabela suplementar 2

Tabela suplementar 2. Macro e microminerais da polpa dos frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em consórcio com plantas de cobertura.

Componentes	BRN	BR	LA	CA	CR
Fósforo (mg/100 g)	11,29±0,0 ^a	14,04±0,0 ^a	15,32± 1,66 ^a	12,52 ± 1,36 ^a	11,78 ± 2,77 ^a
IDR (g/100g)	1,61	2	2,19	1,79	1,68
Potássio (mg/100 g)	101,59 ± 3,19 ^b	128,41 ± 0,0 ^a	113,12 ± 13,33 ^a	100,18 ± 0,0 ^b	98,17 ± 5,55 ^b
IDR (g/100g)	2,16	2,73	2,41	2,13	2,09
Enxofre (mg/100 g)	1,13 ± 0,0 ^a	1 ± 0,0 ^a	1,18 ± 0,0 ^a	1,44 ± 0,68 ^a	1,47 ± 0,69 ^a
IDR (g/100g)	0,13	0,12	0,14	0,17	0,17
Cálcio (mg/100 g)	25,40 ± 5,59 ^b	116,87 ± 17,73 ^a	22,98 ± 0,83 ^b	23,12 ± 5,45 ^b	17,67 ± 1,39 ^b
IDR (g/100g)	2,54	11,69	2,30	2,31	1,77
Magnésio (mg/100 g)	9,03±3,19 ^b	30,60 ± 0,71 ^a	9,43 ± 1,67 ^b	9,63 ± 1,36 ^b	8,34± 2,08 ^b
IDR (g/100g)	2,26	7,65	2,36	2,41	2,08
Cobre (mg/100 g)	0,08 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,05 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,02 ^a
IDR (g/100g)	8,89	8,89	13,33	8,89	10
Ferro (mg/100 g)	0,76 ± 0,01 ^a	0,74 ± 0,13 ^a	1,09 ± 0,04 ^a	1,06 ± 0,02 ^a	0,88 ± 0,07 ^a
IDR (g/100g)	9,5	9,25	13,62	13,25	11

Manganês (mg/100 g)	0,24 ± 0,05 ^{ab}	0,13 ± 0,03 ^b	0,36 ± 0,1 ^a	0,15 ± 0,01 ^{ab}	0,16 ± 0,01 ^{ab}
IDR (g/100g)	10,43	5,65	15,65	0,065	6,96
Zinco (mg/100 g)	0,16 ± 0,04 ^a	0,12 ± 0,03 ^a	0,24 ± 0,12 ^a	0,14 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,09 ^a
IDR (g/100g)	2	1,5	3	1,75	2,62
Boro (mg/100 g)	0,03 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^a	0,03 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,02 ^a	0,02 ± 0,01 ^a
IDR (%)	0,15	0,1	0,15	0,25	0,1

Média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). IDR referente a um macho adulto (Institute of Medicine 1999- 2011).