

Alimento, Nutrição e Saúde 4

Givanildo de Oliveira Santos
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2020

Alimento, Nutrição e Saúde 4

Givanildo de Oliveira Santos
(Organizador)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

CAPÍTULO 5

INFLUÊNCIAS DE CULTIVARES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOBRE TEORES DE NUTRIENTES, PROTEÍNA, METILXANTINAS E TANINOS EM FOLHAS DE GUARANAZEIRO E POTENCIAL PARA A INDÚSTRIA

Data de aceite: 01/11/2020

Lucio Pereira Santos

Pesquisador; Embrapa Amazônia Ocidental;
Manaus, Amazonas.

Flávia Camila Schimpl

Professora, EBTT do Instituto de Educação
Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus
Presidente Figueiredo (IFAM-CPRF).

Enilson de Barros Silva

Professor; Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e do Mucurí; Diamantina, Minas
Gerais.

Géssica Aline Nogueira dos Santos

Doutoranda; Programa de Pós-
Graduação em Agronomia Tropical –
Universidade Federal do Amazonas.

José Ferreira da Silva

Professor, Universidade Federal do Amazonas;
Manaus, Amazonas.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar as influências de cultivares e sistemas de produção sobre os teores dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), proteína, metilxantinas (cafeína e teobromina), taninos condensados (epicatequina e catequina) de folhas de guaranazeiro, e identificar possível potencial deste órgão da planta para as indústrias, foi conduzido um experimento em DIC, com repetições em três localidades (Manaus, Presidente Figueiredo e Maués). Para

os nutrientes e proteína, introduziu-se também mais um fator (folhas maduras), avaliando-se 42 tratamentos, em esquema fatorial (7 x 2 x 3), respectivamente, sete cultivares (BRS CG Andirá, BRS CG Amazonas, BRS CG Maués, BRS CG Cereçaporanga, BRS CG Luzeia, BRS CG Mundurucânia, BRS CG Saterê) x dois estágios de maturação das folhas (maduras e novas) x três sistemas de produção (convencional; adaptado pela Agropecuária Jayoro; produção integrada). Nas análises de metilxantinas e taninos foram utilizadas amostras de folhas de apenas um estágio (novas), em esquema fatorial (7 x 3), respectivamente, sete cultivares x três sistemas de produção, os mesmos acima aludidos. Em geral, não houve diferenças entre as cultivares para os teores de nutrientes, proteína, cafeína, teobromina e epicatequina mas, para nutrientes e proteína, a média entre as cultivares em folhas novas foi maior que nas folhas maduras. O sistema de produção não afetou os nutrientes e a proteína em folhas novas. Entre as cultivares, BRS CG Amazonas apresentou o maior teor de catequina. Cafeína e epicatequina não mostraram diferenças entre os Sistemas de Produção e teobromina foi maior no sistema de produção Integrada. A catequina foi mais elevada no sistema de produção Embrapa.

PALAVRAS - CHAVE: *Paullinia cupana*; variabilidade genética; cafeína; catequina; manejo da cultura.

INFLUENCES OF CULTIVARS AND PRODUCTION SYSTEMS ON NUTRIENT, PROTEIN, METHYLXANTHINES AND TANNINS CONTENTS IN GUARANAZEIRO LEAVES AND POTENTIAL FOR THE INDUSTRY

ABSTRACT: In order to evaluate the influences of cultivars and production systems on the levels of nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), protein, methylxanthines (caffeine and theobromine), condensed tannins (epicatechin and catechin) from guaranazeiro leaves, and to identify the potential of this plant organ for industries, an experiment was conducted in DIC, with repetitions in three locations (Manaus, Presidente Figueiredo and Maués). For nutrients and protein, another factor (mature leaves) was also introduced, evaluating 42 treatments, in a factorial scheme (7 x 2 x 3), respectively, seven cultivars (BRS CG Andirá, BRS CG Amazonas, BRS CG Maués, BRS CG Cereçaporanga, BRS CG Luzeia, BRS CG Mundurucânia, BRS CG Saterê) x two stages of leaf maturation (mature and new) x three production systems (conventional; adapted by Agropecuária Jayoro; integrated production). In the analysis of methylxanthines and tannins, samples of leaves from only one stage (new) were used, in a factorial scheme (7 x 3), respectively, seven cultivars x three production systems, the same alluded to above. In general, there were no differences between cultivars for the levels of nutrients, protein, caffeine, theobromine and epicatechin, but for nutrients and protein, the average among cultivars in new leaves was higher than in mature leaves. The production system did not affect nutrients and protein in new leaves. Among the cultivars, BRS CG Amazonas presented the highest catechin content. Caffeine and epicatechin did not show differences between the Production Systems and theobromine was higher in the Integrated production system. Catechin was higher in the Embrapa production system.

KEYWORDS: *Paullinia cupana*; genetic variability; caffeine; catechin; culture management.

1 | INTRODUÇÃO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart. Ducke) pertence ao elenco das principais espécies amazônicas com potencial econômico. A maior parte da produção é destinada ao mercado interno, com 90% comercializado na forma de rama, sendo cerca de 71,4% destinados à indústria de refrigerantes. O restante, comercializado na forma de pó, bastão e xaropes, dentre outros.

No Amazonas, a atividade se enquadra basicamente em guaranaicultura de base familiar e guaranaicultura empresarial. O Polo Industrial de Manaus (PIM) é o grande demandador de sementes de guaraná, para o fabrico de refrigerantes, sendo os principais o guaraná *Kuat* e a Fanta Guaraná, ambos da Coca-Cola, e o guaraná Antártica, da Ambeve.

Por outro lado, pouca importância tem sido dada às outras estruturas da planta do guaranazeiro que também encerram consideráveis teores de nutrientes e de compostos bioativos. Exemplo pode ser aludido às folhas novas do guaranazeiro, que são produzidas em abundância pela planta. E, se manejadas adequadamente, por meio de tratamentos culturais especiais como as podas, adubações de solo e foliares, irrigação em período de estiagem, dentre outros, a produção de folhas novas poderá ser potencializada, bem como os teores

de seus compostos biotivos e nutrientes poderão ser incrementados, abrindo-se, desta forma, oportunidades de produção de novas modalidades de matérias primas para as indústrias de ração animal, alimentação humana, cosméticos e fármacos.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo geral de avaliar o potencial do emprego das folhas novas do guaranazeiro como matéria prima para as indústrias de alimentos, cosméticos e fármacos, e com objetivos específicos de aferirem as possíveis existências de respostas diferenciais de cultivares e sistemas de produção sobre as variáveis teores dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), proteína, metilxantinas (cafeína e teobromina) e, de taninos condensados (epicatequina e catequina) de folhas de guaranazeiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar as influências de cultivares e sistemas de produção sobre as variáveis teores dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn), proteína, metilxantinas (cafeína e teobromina), taninos condensados (epicatequina e catequina) de folhas de guaranazeiro, e identificar possível potencial deste órgão da planta, especialmente de folhas novas, como matéria prima para as indústrias de ração animal, alimentação humana, cosméticos e fármacos, foi conduzido um experimento com coletas de amostras de folhas em três localidades (Manaus, Presidente Figueiredo e Maués). Cada localidade foi considerada uma repetição dos tratamentos. Os solos onde os experimentos foram implantados estão classificados como Latossolo Amarelo Muito Argiloso, que são profundos, com teores elevados de alumínio trocável, ácidos, com pH variando de 3,5 a 4,7, com baixos teores de cálcio, potássio e fósforo e alta saturação de alumínio. O clima, segundo a classificação de Köppen, é tropical chuvoso tipo Afi (Antonio, 2005).

Os plantios foram realizados em 2008 e os tratamentos diferenciados, segundo cada sistema de produção, começaram a ser aplicados em 2017. Os tratos culturais das três áreas, em todas as fases da cultura, seguiram as recomendações gerais de Pereira (2005), porém, as adubações diferenciadas de cobertura, de acordo com o Sistema de Produção adotado, atenderam às especificações: Quadro 1 (Sistema de Produção Convencional, recomendado pela Embrapa); Quadro 2 (Sistema de Produção adaptado pela Agropecuária Jayoro); Quadro 3 (Sistema de Produção Integrada, que se encontra em fase de validação pela Embrapa). Os fertilizantes foliares empregados em dois dos sistemas testados (Produção Integrada e Produção Convencional-Jayoro), estão apresentados no Quadro 4. Para as avaliações dos nutrientes e da proteína bruta, introduziu-se também mais um fator (folhas maduras), avaliando-se 42 tratamentos, em esquema fatorial (7 x 2 x 3), respectivamente, sete cultivares (BRS CG Andirá, BRS CG Amazonas, BRS CG Maués, BRS CG Cereçaporanga, BRS CG Luzeia, BRS CG Mundurucânia, BRS CG Saterê) x dois estágios de maturação das folhas (folhas maduras recém expandidas e folhas novas recém

brotadas) x três sistemas de produção (sistema convencional; sistema adaptado pela Agropecuária Jayoro; e, sistema de produção integrada). Nas análises de metilxantinas e taninos foram utilizadas amostras de folhas de apenas um estágio de maturação (folhas novas recém brotadas), em esquema fatorial (7 x 3), respectivamente, sete cultivares x três sistemas de produção, os mesmos acima aludidos.

Sistema de Produção ►	Convencional (Embrapa)		
Épocas ►	Início de Fevereiro	Início de Abril	Início de Maio
Insumos ▼	1º Parcela (g/pl.)	2º Parcela (g/pl.)	3º Parcela (g/pl.)
Sulfato de Amônio	90	90	180
Superfosfato Simples	300	-	-
Cloreto de Potássio	-	40	80
Sulfato de Magnésio	50	-	-
Sulfato de Zinco	-	10	-
Bórax	-	05	05

Quadro 1. Fertilizantes utilizados no Sistema de Produção Convencional (recomendado pela Embrapa), após 3º ano, com as doses das adubações de cobertura em gramas por planta (g/pl.), e seus respectivos parcelamentos

Observação: O sistema de produção convencional da Embrapa (Pereira, 2005), atualmente utilizado pelos produtores do Amazonas, emprega fertilizantes simples como fontes de macro e micronutrientes, não recomenda adubações foliares e nem os insumos calcário e gesso.

Sistema de Produção ►	Convencional (Adaptado pela Jayoro)		
Épocas ►	Início de Fevereiro	Início de Abril	Início de Junho
Insumos ▼	1º Parcela (g/pl.)	2º Parcela (g/pl.)	3º Parcela (g/pl.)
17-17-17 + Líder 2	150	-	-
24-00-24 + Líder 2	-	200	250
Calcário	225	-	225
Gesso	25	-	25

Quadro 2. Fertilizantes e corretivos utilizados no Sistema de Produção Convencional, adaptado pela Agropecuária Jayoro Ltda (Presidente Figueiredo), após 3º ano, com as doses das adubações de cobertura em gramas por planta (g/pl.), e seus respectivos parcelamentos

Observação: O sistema de produção convencional, adaptado pela Jayoro, utiliza formulados aplicados em cobertura como fontes de macronutrientes, associados ao Líder 2, como fonte de micronutrientes. Emprega também as adubações foliares, com macro e micronutrientes, bem como os insumos calcário e gesso agrícola, apesar do gesso ser empregado em pequenas doses.

Sistema de Produção ►	Integrada (Embrapa)		
Épocas ►	Início de Fevereiro	Início de Abril	Início de Junho
Insumos ▼	1º Parcela (g/pl.)	2º Parcela (g/pl.)	3º Parcela (g/pl.)
17-17-17 + Líder 2	150	-	-
24-00-24 + Líder 2	-	200	250
Calcário	(V = 50%)	-	-
Gesso	500	-	-

Quadro 3. Fertilizantes e corretivos utilizados no Sistema de Produção Integrada (em fase de validação pela Embrapa), após 3º ano, com as doses das adubações de cobertura em gramas por planta (g/pl.), e seus respectivos parcelamentos

Observação: A dose de calcário é calculada conforme análise de solo, para obter (V = 50%) e misturada ao gesso agrícola (500 g/planta) e, esta mistura aplicada em única vez, na superfície do solo, sem incorporação, em uma área de 4 m² ao redor da planta, entre março e abril de cada ano. Na literatura são poucos e inconclusivos os trabalhos com calcário em guaranazeiro e, para gesso agrícola, este insumo está sendo pesquisado pela primeira vez, com a validação dos resultados nestas URT's que geraram os dados aqui deste trabalho.

Após 3º Ano de campo	Sistemas de <i>Produção Integrada e Convencional adaptado pela Jayoro</i>					
Épocas ►	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
	Dose do fertilizante					
Fertilizante ▼	(g ou mL/pl)	(mL/pl.)	(mL/pl.)	(mL/pl.)	(mL/pl.)	(mL/pl.)
START Mn	6,4 (mL/pl)	-	-	-	-	-
STOLLER Cu	-	3,2	-	-	-	-
SETT	-	-	4,8	4,8	4,8	-
Molibdato de Sódio	0,46 (g/pl)	-	-	-	-	-

Quadro 4. Fertilizantes foliares empregados em dois Sistemas de Produção (Produção Integrada e Produção Convencional adaptado pela Jayoro), com épocas de parcelamentos e doses.

Observações:

- É aplicado o volume de 800 mL de calda por planta, contendo a dose de cada fertilizante acima especificada, após ter sido cronometrado o tempo necessário para atingir esse volume;
- O Molibdato de sódio foi aplicado apenas nas parcelas do Sistema de Produção Integrada;
- No Sistema de Produção Convencional recomendado pela Embrapa (Pereira, 2005), não há recomendação de nenhum dos fertilizantes listados acima, bem como de nenhum outro fertilizante foliar para a cultura do guaranazeiro.

No mês de setembro de 2018 foram coletadas em Manaus, Presidente Figueiredo e Maués, em Unidades de Referência Tecnológica – **URT P I Guaraná**, amostras de folhas maduras, recém expandidas, nas extremidades de ramos contendo flores e frutos pequenos, uma folha composta por planta, de dez plantas/cultivar/local. As estruturas ráquis e pecíolo, que unem os folíolos formando a folha composta, foram eliminadas e as amostras (folíolos) foram secadas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até atingirem peso constante, moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por polegada e homogeneizadas. Os teores dos macronutrientes (g kg^{-1}) Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e, dos micronutrientes (mg kg^{-1}) Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e, Zinco (Zn), foram avaliados conforme Malavolta et al. (1997). O teor de N foi quantificado seguindo o método semimicro Kjeldahl e, o teor de proteína, também derivou deste método, após converter-se a porcentagem de nitrogênio encontrada na amostra em proteína bruta, utilizando-se, para isso, o fator de conversão 6,25 (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC, 1970).

No mês de abril de 2019, todo o processo acima descrito foi repetido, porém, em vez de folhas maduras recém expandidas, foram coletadas folhas novas, recém brotadas. Todos os procedimentos de coleta, preparo e análises das amostras foram semelhantes, exceto o fato de que, com as folhas novas, todas as suas estruturas foram utilizadas na amostra, sem serem descartadas a ráquis e o pecíolo. Essas amostras, após secadas, moídas e homogeneizadas, foram divididas entre dois laboratórios, sendo uma parte para as análises de nutrientes e proteínas (seguindo a mesma metodologia utilizada para as folhas maduras, anteriormente descritas) e, a outra parte, para as análises de metilxantinas e taninos condensados. Nas extrações e quantificações de cafeína, teobromina, catequina e epicatequina, seguiram-se metodologias propostas por Schimpl *et al.* (2014) e Machado *et al.* (2018).

Os dados referentes aos teores de nutrientes e proteínas em folhas novas e em folhas maduras e, os dados referentes às variáveis cafeína, catequina, epicatequina e teobromina, foram submetidos a análise de variância (Anova de fator duplo, sem repetição). Os fatores foram cultivares de guaranazeiro e sistema de produção, com médias de

repetição de cultivar e sistema de produção dos municípios de cultivo do guaranazeiro. Ou seja, utilizaram-se os locais como repetições. Em seguida foram realizados os testes de médias (Tukey, $p < 0,05$). As análises foram realizadas no software Microsoft Office Excel 2010.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os nutrientes N, P, K, Ca e Mg houve efeito significativo de sistema de produção em folhas maduras (Quadro 5) ($p < 0,05$) e, para P, K, Ca, Mg e S houve efeito significativo também de sistema de produção em folhas novas (Quadro 6) ($p < 0,05$).

Não houve diferenças significativas entre as cultivares para os teores de N, P e K, nem em Folhas Novas e nem em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 7). Entretanto, a média entre as cultivares dos teores de N nas Folhas Novas foi 44,92% maior que a média nas Folhas Maduras, mostrando uma intensa atividade metabólica nestes tecidos jovens, considerando que a maior parte do N quantificado está na forma de N-Orgânico.

FV	GL	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Cultivar	6	168,05	1,23	34,01	1,29	0,31	0,29
Sistema Produção	2	1403,09*	9,01*	278,22*	15,66*	1,76*	0,53
Erro	17	137,25	1,58	41,8084	2,29	0,44	0,28
CV (%)		47,91	66,28	61,08	59,17	75,43	54,03
Média Geral		24,45	1,90	10,52	2,56	0,88	0,99

Quadro 5. Quadrados médios das variáveis “Teores de N, P, K, Ca, Mg e, S, em folhas maduras de guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

FV	GL	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Cultivar	6	469,67	2,29	67,22	0,69	0,79	0,25
Sistema Produção	2	154,63	22,57*	580,71*	6,03	5,99*	1,89*
Erro	23	205,55	1,29	38,45	0,31	0,41	0,11
CV (%)		33,30	33,92	38,62	37,71	37,71	35,27
Média Geral		44,39	3,35	16,06	1,55	1,70	0,93

Quadro 6. Quadrados médios das variáveis “Teores de N, P, K, Ca, Mg e, S, em folhas novas de guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

Seguindo a mesma tendência, o P, que é elemento chave na produção de energia da planta, exibiu um teor médio das cultivares 43,28% à mais nas Folhas Novas, quando comparado com as Folhas Maduras.

Estabelecendo-se a mesma comparação, o K apresentou um percentual médio 34,50% à mais nas Folhas Novas.

Não houve efeito de sistema de produção para o N em Folhas Novas e para o K em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 7). Por outro lado, para N em Folhas Maduras, o sistema de produção integrada e o sistema da Jayoro se posicionaram em primeiro lugar, não tendo diferido entre si, seguido pelo sistema Embrapa, ao passo que, para o P em Folhas Maduras e, para o K em Folhas Novas, o sistema Embrapa se sobressaiu, com os sistemas Produção Integrada e Jayoro tendo ficado em segundo lugar, não tendo estes dois últimos diferido entre si.

Quanto ao teor de P nas Folhas Novas, os maiores teores foram estimados nos sistemas Jayoro e Embrapa, não tendo estes dois diferido entre si, com o sistema de Produção Integrada ficando na segunda posição.

Cultivar	N		P		K	
	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras
	g kg ⁻¹					
BRS CG Andirá	43,12 a	25,94 a	3,53 a	2,16 a	14,17 a	12,11 a
BRS CG Amazonas	42,06 a	24,39 a	3,18 a	2,86 a	19,58 a	14,60 a
BRS CG Maués	45,52 a	25,37 a	3,19 a	2,02 a	18,76 a	10,48 a
BRS CG Cereçaporanga	46,25 a	26,11 a	3,30 a	1,24 a	15,78 a	6,18 a
BRS CG Luzeia	44,56 a	22,00 a	3,38 a	1,23 a	14,64 a	11,24 a
BRS CG Mundurucânia	43,23 a	22,79 a	3,38 a	1,81 a	14,26 a	10,44 a
BRS CG Saterê	45,15 a	24,63 a	3,53 a	2,02 a	16,10 a	8,81 a
Sistema Produção						
Produção Integrada	44,69 a	24,68 a	3,21 b	1,66 b	15,12 b	9,42 a
Jayoro	43,90 a	24,71 a	3,47 a	1,64 b	15,69 b	10,78 a
Embrapa	44,54 a	23,57 b	3,40 a	2,26 a	16,76 a	11,80 a
CV (%)	32,30	47,91	33,92	66,28	38,62	61,08

Quadro 7. Dados médios estimados das características “N”, “P” e “K” em Folhas Novas e em Folhas Maduras (g kg⁻¹), de cultivares de guaranazeiro, em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Cultivar	Ca		Mg		S	
	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras
	g kg ⁻¹					
BRS CG Andirá	1,45 a	2,32 a	1,59 a	0,87 a	0,89 a	1,01 a
BRS CG Amazonas	1,69 a	2,90 a	2,02 a	1,02 a	0,68 a	0,94 a
BRS CG Maués	1,60 a	2,51 a	1,93 a	1,21 a	0,86 a	1,08 a
BRS CG Cereçaporanga	1,72 a	2,67 a	1,66 a	0,81 a	1,03 a	0,72 a
BRS CG Luzeia	1,59 a	2,64 a	1,60 a	0,68 a	1,06 a	1,01 a
BRS CG Mundurucânia	1,50 a	2,52 a	1,62 a	0,60 a	0,93 a	1,02 a
BRS CG Saterê	1,23 a	2,62 a	1,51 a	0,95 a	1,04 a	1,02 a
Sistema Produção						
Produção Integrada	1,50 b	2,61 a	1,60 b	0,88 a	0,98 a	0,98 a
Jayoro	1,67 a	2,25 b	1,75 a	0,76 b	0,90 b	0,97 a
Embrapa	1,51 b	2,61 a	1,75 a	0,92 a	0,87 b	0,98 a
CV (%)	35,68	59,17	37,71	75,43	35,27	54,03

Quadro 8. Dados médios estimados das características “Ca”, “Mg” e “S” em Folhas Novas e em Folhas Maduras (g kg⁻¹), de cultivares de guaranazeiro, em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As cultivares não revelaram diferenças significativas entre si de seus teores de Ca, Mg e S, nem em Folhas Novas e nem em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 8). Entretanto, o Mg apresentou teor médio entre as cultivares 48,24% maior nas Folhas Novas do que nas Folhas Maduras, ao passo que os nutrientes Ca e S exibiram teores médios menores nas Folhas Novas do que nas Folhas Maduras, respectivamente 39,45% e 6,06% à menos nas Folhas Novas.

A influência do sistema de produção somente não foi observada para o S em Folhas Maduras. Para Ca nas Folhas Novas, o sistema Jayoro apresentou o maior teor, com os sistemas Produção Integrada e Embrapa em segundo lugar. O Ca em Folhas Maduras foi maior nos sistemas Produção Integrada e Embrapa, com o sistema Jayoro em segundo lugar. O Mg nas Folhas Novas foi maior nos sistemas Jayoro e Embrapa, ao passo que, nas Folhas Maduras, foi maior nos sistemas Produção Integrada e Embrapa. O S em Folhas Novas foi maior no sistema Produção Integrada, com os sistemas Jayoro e Embrapa em segundo lugar, não diferindo entre si.

Para os nutrientes B, Fe, Mn e Zn houve efeito significativo de sistema de produção em folhas maduras (Quadro 9) ($p < 0,05$) e, para B, Cu, Fe, Mn e Zn houve efeito significativo também de sistema de produção em folhas novas (Quadro 10) ($p < 0,05$).

FV	GL	Quadrado médio				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar	6	149,09	23,89	2.195,21	9.825,10	137,61
Sistema Produção	2	1.449,17*	77,65	9.231,35*	47.991,16*	919,73*
Erro	17	200,62	24,96	2.197,78	9.911,35	117,09
CV (%)		58,02	58,04	77,91	74,09	54,61
Média Geral		24,41	8,61	60,17	134,37	19,81

Quadro 9. Quadrados médios das variáveis “Teores de B, Cu, Fe, Mn e, Zn”, em folhas maduras de guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

FV	GL	Quadrado médio				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar	6	38,65	90,17	115,78	339,03	310,35
Sist. Produção	2	378,69*	513,85*	1.493,02*	1.789,58*	2.950,73*
Erro	23	18,43	37,40	114,74	206,86	156,50
CV (%)		34,39	37,27	45,77	54,32	34,23
Média Geral		12,49	16,41	23,40	26,48	36,55

Quadro 10. Quadrados médios das variáveis “Teores de B, Cu, Fe, Mn e, Zn”, em folhas novas de guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

Cultivar	B		Cu		Fe	
	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras
	mg kg ⁻¹					
BRS CG Andirá	11,85 a	20,04 a	15,97 a	8,62 a	19,06 a	62,73 a
BRS CG Amazonas	12,48 a	19,11 a	14,35 a	9,25 a	22,18 a	47,63 a
BRS CG Maués	11,23 a	26,36 a	14,49 a	10,34 a	25,30 a	78,14 a
BRS CG Cereçaporanga	13,78 a	29,39 a	17,43 a	6,53 a	24,87 a	24,28 a
BRS CG Luzéia	13,89 a	29,08 a	19,18 a	8,44 a	21,73 a	53,55 a
BRS CG Mundurucânia	12,75 a	25,00 a	18,36 a	8,18 a	23,93 a	65,00 a
BRS CG Saterê	11,15 a	24,78 a	13,48 a	8,03 a	26,50 a	72,98 a
Sistema Produção						
Prod. Integrada	11,79 b	26,34 a	16,98 a	8,56 a	23,10 b	50,31 b
Jayoro	11,20 b	26,74 a	15,63 b	8,66 a	20,37 b	46,50 b
Embrapa	12,44 a	21,28 b	15,87 b	8,46 a	27,23 a	77,09 a
CV (%)	34,39	47,91	37,27	58,04	45,77	77,91

Quadro 11. Dados médios estimados das características “B”, “Cu” e “Fe” em Folhas Novas e em Folhas Maduras (mg kg⁻¹), de cultivares de guaranazeiro, em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Não houve diferenças significativas entre as cultivares dos teores de B, Cu e Fe em Folhas Novas e nem em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 11).

O B e o Fe foram bem menores nas Folhas Novas do que nas Folhas Maduras, em média, 48,83% à menos para o B e, 61,11% à menos para o Fe.

O Cu exibiu um percentual médio 47,53% à mais nas Folhas Novas do que nas Folhas Maduras.

O sistema de produção não afetou apenas o Cu em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 11). O B nas Folhas Novas foi maior no sistema Embrapa e, os sistemas Produção Integrada e Jayoro ficaram na segunda posição, não tendo diferido entre si. O B nas Folhas Maduras foi maior nos sistemas Produção Integrada e Jayoro, não tendo estes dois diferido entre si, com o sistema Embrapa na segunda posição. O Cu nas Folhas Novas foi maior

no sistema Produção Integrada, com os sistemas Jayoro e Embrapa ficando em segundo lugar, não diferindo entre si. O Fe apresentou o mesmo comportamento em Folhas Novas e em Folhas Maduras, tendo sido estas duas estruturas superiores no sistema Embrapa, com os sistemas Produção Integrada e Jayoro ocupando a segunda posição, sem diferirem entre si.

As cultivares não revelaram diferenças entre si quanto aos teores de Mn e Zn, nem em Folhas Novas e nem em Folhas Maduras ($p > 0,05$) (Quadro 12).

Entretanto, a média do teor de Mn nas Folhas Novas, quando comparada com a média do teor de Mn nas Folhas Maduras, revelou uma inferioridade de 80,29% nas Folhas Novas, percentual extremamente elevado. Por sua vez, a média do teor de Zn nas Folhas Novas superou em 45,80% a média deste nutriente nas Folhas Maduras.

Não houve diferença entre os sistemas de produção apenas para o Mn em Folhas Novas ($p > 0,05$) (Quadro 12). Para o Mn em Folhas Maduras, cada sistema de produção apresentou um teor diferente, mostrando a importância do manejo da adubação para a adequada nutrição da planta com este nutriente, considerando que são essas folhas recém expandidas os órgãos por meio dos quais acompanhamos o estado nutricional das plantas. O maior teor de Mn nas Folhas Maduras foi constatado no sistema de Produção Integrada, seguido do sistema Embrapa e, por último, do sistema Jayoro. Os sistemas de produção afetaram o Zn em Folhas Novas e em Folhas Maduras da mesma forma, com os sistemas Jayoro e Embrapa sobressaindo e não diferindo entre si, e com o sistema Produção Integrada ficando em segundo lugar.

Proteína Bruta contida em Folhas Novas e em Folhas Maduras não revelaram diferenças significativas entre as cultivares, mas, chamou a atenção a expressividade destes teores nas Folhas Novas, quando comparados com os teores das Folhas Maduras (Quadros 13 e 14). Realizando as médias entre as sete cultivares, obtemos um teor de 27,67% de proteína em Folhas Novas e de apenas 15,29% em Folhas Maduras. Isso equivale a dizer que as cultivares apresentam, em média, 44,74% a mais no teor de Proteína nas Folhas Novas, quando comparado com os teores das Folhas Maduras.

Cultivar	Mn		Zn	
	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras
	mg kg ⁻¹			
BRS CG Andirá	32,40 a	118,87 a	35,79 a	20,21 a
BRS CG Amazonas	21,43 a	106,58 a	37,19 a	18,53 a
BRS CG Maués	17,23 a	97,76 a	34,49 a	20,61 a
BRS CG Cereçaporanga	20,45 a	70,84 a	36,69 a	13,26 a
BRS CG Luzeia	29,15 a	163,47 a	39,69 a	20,69 a
BRS CG Mundurucânia	37,59 a	185,49 a	38,12 a	22,72 a
BRS CG Saterê	27,21 a	177,10 a	33,19 a	19,95 a
Sistema Produção				
Produção Integrada	25,33 a	142,16 a	33,24 b	18,29 b
Jayoro	25,12 a	117,21 c	39,71 a	21,97 a
Embrapa	27,23 a	136,55 b	38,85 a	20,11 a
CV (%)	54,32	47,91	34,23	54,61

Quadro 12. Dados médios estimados das características “Mn” e “Zn” em Folhas Novas e em Folhas Maduras (mg kg⁻¹), de cultivares de guaranazeiro, em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

FV	GL		Quadrado médio	
			PB Folhas Novas (%)	PB Folhas Maduras (%)
Cultivar	6		183,47	65,62
Sistema Produção	2		154,63	548,18*
Erro	F.N.	F.M.	80,30	53,61
	23	17		
CV (%)			32,30	47,91
Média Geral			27,74	15,28

Quadro 13. Quadrados médios das variáveis “Proteína Bruta em Folhas Novas (PB F. N. %)” e, “Proteína Bruta em Folhas Maduras (PB F. M. %)”, em guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

Cultivar	Mn		Zn	
	Folhas Novas	Folhas Maduras	Folhas Novas	Folhas Maduras
	mg kg ⁻¹			
BRS CG Andirá	32,40 a	118,87 a	35,79 a	20,21 a
BRS CG Amazonas	21,43 a	106,58 a	37,19 a	18,53 a
BRS CG Maués	17,23 a	97,76 a	34,49 a	20,61 a
BRS CG Cereçaporanga	20,45 a	70,84 a	36,69 a	13,26 a
BRS CG Luzeia	29,15 a	163,47 a	39,69 a	20,69 a
BRS CG Mundurucânia	37,59 a	185,49 a	38,12 a	22,72 a
BRS CG Saterê	27,21 a	177,10 a	33,19 a	19,95 a
Sistema Produção				
Produção Integrada	25,33 a	142,16 a	33,24 b	18,29 b
Jayoro	25,12 a	117,21 c	39,71 a	21,97 a
Embrapa	27,23 a	136,55 b	38,85 a	20,11 a
CV (%)	54,32	47,91	34,23	54,61

Quadro 14. Dados médios estimados das características “Proteína Bruta (%) em Folhas Novas” e “Proteína Bruta (%) em Folhas Maduras”, de cultivares de guaranazeiro em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Além das Folhas Novas apresentarem elevados teores de umidade e textura favorável para os microrganismos e insetos extraírem seus recursos alimentares, a significativa vantagem que apresentam em relação aos teores de proteína poderiam reforçar as explicações do hábito preferencial de herbivoria destes organismos, que colonizam quase que exclusivamente os tecidos mais novos da planta. Seguindo essa mesma linha de raciocínio, sugere-se a possibilidade do emprego das folhas novas de guaranazeiro para composição de ração animal, e até mesmo na alimentação humana. Para isso, novos estudos precisam ser realizados, como por exemplo aqueles alusivos à identificação de eventuais substâncias antinutricionais que, em muitos casos, mesmo quando presentes, podem ser eliminadas por meio de práticas de manejo da matéria prima. Um exemplo que podemos citar é a catequina, pertencente ao grupo dos taninos condensados, que está presente em folhas novas de guaranazeiro (Quadro 16). A catequina, em doses elevadas, pode ser tóxica aos animais. Contudo, existem processos de diversas naturezas, inclusive

naturais microbiológicos, que podem reduzir ou eliminar a catequina do substrato. Neste sentido, foi constatado por Santos et al. (2020 - Dados não publicados), nas mesmas plantas que forneceram as amostras de folhas aqui deste trabalho, que a fermentação de frutos/sementes de guaranazeiro, por algumas horas, promoveu grande queda dos teores de catequina de sementes. Destaca-se que a catequina é um composto com forte ação antioxidante, porém, desejável na alimentação animal e humana, desde que administrada em quantidades seguras para a saúde. Ademais, como matéria prima para as indústrias de fármacos e cosméticos, o desejável seria os maiores teores de catequina.

Os sistemas de produção não provocaram diferenças dos teores de proteínas nas Folhas Novas, ao passo que, nas Folhas Maduras, os sistemas Produção Integrada e Jayoro se sobressaíram, não tendo diferido entre si, com o sistema Embrapa ficando na segunda posição.

Houve efeito de sistema de produção para as variáveis catequina e teobromina em folhas novas de guaranazeiro ($p < 0,05$) (Quadro 15)

FV	GL	Quadrado médio			
		Cafeína	Catequina	Epicatequina	Teobromina
Cultivar	6	0,0003	0,9392	0,0630	5,1696
Sistema Produção	2	0,0002	6,7733*	0,4532	49,5502*
Erro	23	0,0003	0,3830	0,1326	3,8298
CV (%)		53,24	56,74	90,49	38,93
Média Geral		0,03	1,09	0,40	5,03

Quadro 15. Quadrados médios das variáveis “Teor de Cafeína (%)”, “Teor de Catequina (%)”, “Teor de Epicatequina (%)” e, “Teor de Teobromina (%)”, de folhas novas de cultivares guaranazeiro, para as fontes de variação “cultivar” e, “sistema de produção”.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

Não houve diferenças significativas entre as cultivares para os teores de cafeína, teobromina e epicatequina ($p > 0,05$) (Quadro 16). Por sua vez, a catequina discriminou as cultivares em três grupos, com BRS CG Amazonas apresentando o maior teor (2,67%), BRS CG Andirá em segundo lugar (1,60%) e, um terceiro grupo, constituído pelas cultivares BRS CG Maués, BRS CG Cereçaporanga, BRS CG Luzeia, BRS CG Mundurucânia e, BRS CG Saterê, não tendo estas cinco últimas diferido entre si. Salienta-se que, a cultivar que apresentou o maior teor de catequina, a BRS CG Amazonas, entre todas as testadas é a que apresenta maior suscetibilidade à Antracnose, uma doença do guaranazeiro causada pelo fungo *Colletotrichum*, que ataca principalmente as folhas novas. Por motivo dessa suscetibilidade, essa cultivar vem deixando de ser plantada pelos produtores. Por outro lado, a cultivar que se posicionou em segundo lugar quanto ao teor de catequina, a BRS

CG Andirá, é o genótipo, entre todos os demais, que apresenta a maior resistência ao *Colletotrichum*, exibindo suas folhas com coloração sempre verdes e limpas dos sintomas da doença.

Cultivares	Cafeína (%)	Catequina (%)	Epicatequina (%)	Teobromina (%)
BRS CG Andirá	0,03 a	1,60 b	0,49 a	4,87 a
BRS CG Amazonas	0,03 a	2,67 a	0,57 a	5,41 a
BRS CG Maués	0,04 a	0,40 c	0,21 a	5,29 a
BRS CG Cereçaporanga	0,03 a	1,07 c	0,19 a	5,04 a
BRS CG Luzeia	0,03 a	0,95 c	0,46 a	4,78 a
BRS CG Mundurucânia	0,03 a	0,85 c	0,51 a	4,77 a
BRS CG Saterê	0,03 a	0,72 c	0,55 a	5,19 a
Sistema de Produção				
Produção Integrada	0,03 a	0,82 b	0,44 a	5,71 a
Jayoro	0,03 a	0,57 b	0,39 a	4,66 b
Embrapa	0,03 a	1,31 a	0,34 a	4,80 b
CV (%)	52,24	56,74	90,49	38,93

Quadro 16. Dados médios estimados das características “Teor de Cafeína (%)”, “Teor de Catequina (%)”, “Teor de Epicatequina (%)” e, “Teor de Teobromina (%)”, de folhas novas de cultivares de guaranazeiro, em três Sistemas de Produção.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna (comparações de cultivares entre si e de sistemas de produção entre si), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Cafeína e epicatequina não mostraram diferenças entre os Sistemas de Produção, ao passo que, para teobromina o Sistema de Produção Integrada apresentou o maior teor (5,71%), com os Sistemas de Produção Jayoro e Embrapa em segundo lugar, não diferindo entre si. Por sua vez, a catequina revelou um teor mais elevado no Sistema de Produção Embrapa, com os Sistema Produção Integrada e Jayoro em segundo lugar, não diferindo entre si.

4 | CONCLUSÕES

- Os teores de nutrientes e de proteína não variam entre as cultivares, mas, geralmente, são muito superiores em folhas novas do que em maduras.

- A média entre as sete cultivares revelou um teor de 27,74% de proteína nas folhas novas e de 15,28% nas folhas maduras, em média, 44,92% à mais para folhas novas.

- Os sistemas de produção testados não afetam os teores de nutrientes e nem os teores de proteínas em folhas novas.

- O teor de catequina varia com as cultivares, sendo que a cultivar BRS CG Amazonas apresenta o maior teor (2,67%).

- Os sistemas de produção não afetam os teores de cafeína e de epicatequina, mas, o sistema de produção integrada apresentou maior teor de teobromina (5,71%), ao passo que o sistema de produção da Embrapa revelou teor mais elevado de catequina.

- Sugere-se o aprofundamento dos estudos visando o aproveitamento das folhas novas de guaraná para a composição de ração animal, na alimentação humana, como fonte de nutrientes e proteínas, como chás energéticos e antioxidantes, também o seu emprego nas indústrias de cosméticos e fármacos diversos, devido aos múltiplos compostos bioativos presentes nesta estrutura da planta, além dos nutrientes que possui.

REFERÊNCIAS

ANTONIO, I. C. **Boletim agrometeorológico 1998**: Estação Agrometeorológica da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM 010. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 28 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 42).

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analyses**. Washington, D.C.: 1970. 1015 p.

MACHADO, K. N. et al. A rapid simultaneous determination of methylxanthines and proanthocyanidins in Brazilian guaraná (*Paullinia cupana* Kunth.). **Food chemistry**, v. 239, p. 180-188, 2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

PEREIRA, J. C. R. (Editor). **Cultura do guaranzeiro no Amazonas**. (4. Ed.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Sistemas de produção; 2).

SCHIMPL, F. C. et al. Molecular and biochemical characterization of caffeine synthase and purine alkaloid concentration in guarana fruit. **Phytochemistry**, v. 105, p. 25-36, 2014.