

Tecnologia de Produção em Fruticultura 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Maryzélia Furtado de Farias
Mariléia Barros Furtado
(Organizadoras)



Atena
Editora

Ano 2020

Tecnologia de Produção em Fruticultura 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Maryzélia Furtado de Farias
Mariléia Barros Furtado
(Organizadoras)



Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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

INFLUÊNCIA DO ESTÁGIO DE MATURAÇÃO E DO PERÍODO DE FERMENTAÇÃO SOBRE O TEOR DE CAFEÍNA E O RENDIMENTO DE SEMENTES SECAS DE GUARANÁ

Data de aceite: 01/10/2020

Lucio Pereira Santos

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, Amazonas.

Lucio Resende

Agropecuária Jayoro Ltda
Presidente Figueiredo, Amazonas.

Enilson de Barros Silva

Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e do Mucuri
Diamantina, Minas Gerais.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar as influências dos fatores estágio de maturação e período de fermentação sobre o teor de cafeína e o rendimento de sementes secas da cultivar de guaranazeiro BRS CG Maués, foi conduzido um experimento em delineamento DIC, 18 tratamentos e quatro repetições, em esquema fatorial (3 x 6), respectivamente, três estágios de maturação (E_1 - frutos começando a pintar da cor característica da cultivar; E_2 - frutos com aparência de maduros, porém, ainda não abertos; e, E_3 - frutos maduros abertos, em ponto de colheita) x seis períodos de fermentação (0; 24; 48; 72; 96 e 120 horas). Os tratamentos foram dispostos em caixas de PVC (150 L), com tampas herméticas, um suspiro na parte superior. Após colheita, foram retiradas amostras do período zero e, após cada período de fermentação, amostras de 1,0 kg foram retiradas, suas sementes despulpadas,

lavadas, secadas à sombra e conduzidas ao Laboratório Industrial da Jayoro, onde foram secadas à estufa durante 16 horas a 110 °C, até atingirem umidade de cerca de 8 a 9%, preparadas e realizadas análises de cafeína. Os dados do rendimento de sementes secas e do teor de cafeína nelas foram submetidos a análise de variância e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para análise do efeito do estágio de maturação, e análise de regressão, para efeito do tempo de fermentação, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011). O período de fermentação não afetou o rendimento nem o teor de cafeína de sementes secas que foram coletadas em ponto de colheita (E_2 e E_3). É mais viável processar o guaraná sem a prática da fermentação.

PALAVRAS CHAVES: *Paullinia cupana*, pós-colheita, temperatura de fermentação.

INFLUENCE OF MATURATION STAGE AND FERMENTATION PERIOD ON CAFFEINE CONTENT AND YIELD OF DRY GUARANÁ SEEDS

ABSTRACT: In order to evaluate the influences of the factors maturation stage and fermentation period on the caffeine content and the dry seed yield of the guaranazeiro cultivar BRS CG Maués, an experiment was carried out in a DIC design, 18 treatments and four repetitions, in factorial scheme (3 x 6), respectively, three stages of maturation (E_1 - fruits beginning to paint the characteristic color of the cultivar; E_2 - fruits with the appearance of ripe, but not yet open; and, E_3 - open ripe fruits, in harvest point) x six fermentation periods (0; 24; 48; 72; 96 and 120

hours). The treatments were arranged in PVC boxes (150 L), with hermetic lids, a sigh at the top. After harvesting, samples from the zero period were taken and, after each fermentation period, 1.0 kg samples were taken, their seeds pulped, washed, dried in the shade and taken to Jayoro Industrial Laboratory, where they were dried in the oven for 16 hours at 110 °C, until they reached humidity of about 8 to 9%, and caffeine analyzes were prepared and performed. Data on dry seed yield and caffeine content were subjected to analysis of variance and test of means (Tukey, $p < 0.05$) to analyze the effect of the maturation stage, and regression analysis, for time effect. fermentation, using the SISVAR software (Ferreira, 2011). The fermentation period did not affect the yield or the caffeine content of dry seeds that were collected at the point of harvest (E_2 and E_3). It is more viable to process guarana without the practice of fermentation.

KEYWORDS: *Paullinia cupana*, post-harvest, fermentation temperature.

1 | INTRODUÇÃO

O guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart. Ducke) é uma espécie endêmica do Amazonas que possui grande importância econômica e social nesta região. O Brasil é o único país produtor comercial de guaraná em todo o mundo e a maior parte da produção é destinada ao mercado interno, com 90% comercializados na forma de rama (sementes secas envoltas pelo casquilho), sendo cerca de 71,4% destinados à indústria de refrigerantes. O restante é comercializado em forma de pó, bastão e xaropes, entre outras.

No Amazonas predomina a produção de base familiar, mas, existem também alguns poucos grupos empresariais, que possuem extensas áreas com o cultivo do guaraná. O Polo Industrial de Manaus (PIM) é o grande demandador de sementes de guaraná para o fabrico de refrigerantes.

Devido às características de isolamento da região produtora, que apresenta difícil logística, há dificuldades para precisar o volume movimentado anualmente no Amazonas, pois um percentual das sementes produzidas acaba sendo comercializado sem que seja contabilizado nas estatísticas. Segundo o IBGE (2016), no Amazonas foram colhidas, no ano de 2015, 855 toneladas de sementes secas de guaraná, numa área de 4.912 hectares, com produtividade média considerada muito baixa, 174 kg/ha. Presume-se que a demanda anual do PIM seja bem superior ao volume produzido no Amazonas, considerando que as empresas baseadas em Manaus têm comprado sementes em outros mercados, principalmente na Bahia e no Mato Grosso, o que tem tolhido as oportunidades de maior geração de emprego e renda no Amazonas.

Em 2017, uma das maiores empresas fabricantes de refrigerante de guaraná do País, que possui planta fabril de produção do extrato concentrado no município de Maués, teve produção própria de apenas 29 toneladas, mas adquiriu dos produtores de base familiar daquele município 160 toneladas de sementes secas, um investimento de cerca de R\$ 3,8 milhões (Silva et al., 2018). Ainda segundo Silva et al. (2018), no mesmo ano,

outra gigante do ramo adquiriu, também em Maués, 4 toneladas de sementes em rama, equivalendo a R\$ 90 mil. Este último grupo tem como fornecedor principal uma empresa com sede em Presidente Figueiredo, sendo ela, atualmente, a detentora do maior plantio de guaraná em área contínua em todo o mundo, com cerca de 280 mil plantas em uma área aproximada de 500 hectares. Nos anos de 2018 e 2019, a produção dessa empresa, com a qual a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) possui contrato de cooperação técnico- científica, se aproximou de 200 toneladas de sementes secas de guaraná.

Visando modificar a realidade desfavorável à produção regional, a Embrapa vem implementando diversos projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia que, nos últimos anos, já sinalizam para sensíveis melhorias na produtividade e na qualidade final das sementes para a indústria, que é a principal demandadora de sementes. Dentre essas ações da Embrapa, citam-se os estímulos à renovação dos guaranazais velhos e pouco produtivos, substituindo-os por cultivares clonais selecionadas pela pesquisa, portadoras das características resistência às doenças e elevada produtividade, incentivos à incorporação das novas tecnologias desenvolvidas para as diversas fases da cultura, aqui destacando a etapa pós-colheita, priorizando, enfim, o repasse aos técnicos e aos produtores das boas práticas agrícolas, que são uma síntese de um conjunto de práticas capazes de alavancar e potencializar a cultura do guaranazeiro na região do Amazonas, bem como em outras regiões produtoras do País.

Com base nessa análise conjuntural da cultura no estado, a Embrapa elaborou o projeto intitulado Desenvolvimento de um Modelo de Produção Integrada de Guaraná no Amazonas, que se desdobrou, num primeiro instante, no desenvolvimento da usina de processamento mecanizado, para em seguida aprofundar as pesquisas relativas aos processos de fermentação, acreditando que essa tradicional etapa poderia ser suprimida do processo, agregando vantagens, como: maior eficiência do processamento, economia, elevação da qualidade e preservação ambiental. Foi assim que, a partir do ano de 2010, a Embrapa Amazônia Ocidental liderou um projeto em parceria com a Pinhalense S. A. Máquinas Agrícolas e com a Agropecuária Jayoro Ltda., por meio do qual foi desenvolvida uma usina completa de processamento pós-colheita de guaraná (Santos, 2014, 2018). Entre as vantagens dessa usina destaca-se o processamento dos frutos *in natura* sem a necessidade de fermentação prévia por cerca de 72 horas, como ocorre no sistema convencional, e a melhor qualidade das sementes processadas.

Após ter conseguido ajustar e validar todos os componentes da nova usina, que permitiu a completa mecanização da fase pós-colheita do guaraná, algumas questões tradicionalmente aceitas como verdadeiras ainda precisavam ser esclarecidas, tais como: a) o processo fermentativo eleva o teor de cafeína nas sementes; b) o processo fermentativo aumenta o rendimento das sementes; c) sementes colhidas em estágio verde amadurecem com a fermentação e podem ser aproveitadas durante o beneficiamento.

Para responder a essas questões, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica do emprego do processo de fermentação na fase pós-colheita do guaraná, por meio dos aferimentos dos efeitos de estágios de maturação e de períodos de fermentação sobre as variáveis teor de cafeína e rendimento das sementes secas, visando obter eficiência no processamento, rendimentos das operações e da matéria-prima, além da qualidade final das sementes para a indústria de refrigerante. A temperatura da massa fermentativa também foi avaliada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características edafoclimáticas do local e das plantas onde foram produzidos os frutos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Jayoro, no município de Presidente Figueiredo, AM. As amostras de frutos/sementes foram coletadas de plantas cultivadas em Latossolo Amarelo Distrófico. Segundo Lopes et al. (2012), citados por Santos et al. (2018), a altitude da área experimental é de 122 m; latitude de 1° 56' 30" S; longitude de 60° 02'15" W; precipitação pluviométrica média anual de 2.500 mm. A temperatura média anual é de 26,5 °C. O clima é do tipo Afi, descrito por Köppen (Antonio, 2005). Os frutos utilizados neste trabalho foram colhidos de um plantio com a cultivar clonal BRS CG Maués, estabelecido em junho de 2011 e conduzido de acordo com o Sistema de Produção para a Cultura do Guaranazeiro no Amazonas (Pereira, 2005), com modificações das adubações, conforme descrito por Santos et al. (2018).

2.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 6, respectivamente, três estágios de maturação (E_1 – Frutos começando a pintar da cor característica da cultivar; E_2 – Frutos com aparência de maduros, porém ainda não abertos; e E_3 – Frutos maduros abertos, em ponto de colheita) x seis períodos de fermentação (0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas), com quatro repetições. Os frutos foram colhidos no dia 28/11/2018 e imediatamente levados do campo para um galpão de apoio, onde foram separados dos racemos. Para avaliação do período de fermentação, os frutos de cada estágio de maturação foram colocados separadamente em caixas de PVC com capacidade para 150 L. Cada caixa constituiu uma unidade experimental; dessa forma, para cada tratamento foram utilizadas quatro caixas (repetições). As caixas com os frutos foram fechadas com tampas herméticas, possuindo apenas um suspiro na parte superior para eliminação dos gases resultantes da fermentação, tendo sido abertas somente por ocasião das coletas das subamostras, e logo em seguida, novamente tampadas. Durante a fermentação, as caixas permaneceram em galpão coberto, protegidas do sol e das chuvas. A distribuição das unidades experimentais (caixas) no galpão foi definida por sorteio, garantindo a posição aleatória dos tratamentos e repetições no espaço destinado à fermentação.

2.3 Avaliações dos rendimentos de sementes secas (em relação às sementes despulpadas e lavadas e em relação aos frutos), da temperatura da massa fermentativa e do teor de cafeína nas sementes secas

Com as amostras dos tratamentos foram avaliadas as variáveis rendimento de sementes secas em relação às sementes despulpadas e lavadas (SS/SDL %), rendimento de sementes secas em relação aos frutos (SS/F %), teor de cafeína nas sementes secas (Cafeína %) e, temperatura da massa fermentativa (T °C). Em cada unidade experimental foi retirada para análise uma amostra homogênea de cerca de 1,0 kg de frutos, devidamente identificada com respectivo tratamento e repetição. Na cavidade da coleta de cada amostra, mediu-se a temperatura, com o auxílio de termômetro digital infravermelho. As amostras foram pesadas, os frutos despulpados em despulpador manual, suas sementes foram lavadas e secadas à sombra em peneiras. Após a secagem das sementes, as amostras foram novamente pesadas, ensacadas e conduzidas ao Laboratório Industrial da Agropecuária Jayoro Ltda. No laboratório, as amostras de sementes foram novamente secadas em estufa elétrica, equipada com termorregulador, durante 16 horas a 110 °C, e novamente pesadas. O rendimento de sementes secas em relação às sementes despulpadas e lavadas foi obtido pela fórmula: SS/SDL %, em que: SS = Sementes Secas; e SDL = Sementes Despulpadas e Lavadas (fermentadas ou não fermentadas, conforme o tratamento). O rendimento de sementes secas em relação aos frutos foi obtido pela fórmula: SS/F %, em que: SS = Sementes Secas; e F = Frutos (fermentados ou não fermentados, conforme o tratamento). Para avaliação do teor de cafeína das sementes secas, com cerca de 8% a 9% de umidade, elas foram trituradas em moinho elétrico, peneiradas e homogeneizadas, das quais se retiraram 2 gramas para serem submetidos à extração e análise. A quantificação do teor de cafeína na amostra foi realizada por espectrofotometria ultravísivel, seguindo metodologia recomendada por Zenebon et al. (2008). Os dados dos rendimentos de sementes secas (SS/SDL % e SS/F %), da temperatura da massa fermentativa e do teor de cafeína nas sementes foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para análise do efeito do estágio de maturação (variável independente qualitativa), e análise de regressão, para efeito do tempo de fermentação (variável independente quantitativa). As análises foram realizadas no software SISVAR (Ferreira, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável rendimento de sementes secas em relação aos frutos (Tabelas 1 e 2), foi significativo o efeito de estágio de maturação dos frutos (EM) ($p < 0,01$) e não significativos os efeitos de tempo de fermentação dos frutos (TF) e da interação EM x TF ($p > 0,05$). Os resultados indicam que, independentemente da fermentação, o que influenciou de forma significativa a variável rendimento de sementes secas foi o estágio de maturação dos frutos.

Estágio de Maturação*	Período de fermentação (horas)						Média
	0**	24**	48**	72**	96**	120**	
	Rendimento (%)						
E ₁	7,96	7,33	8,51	8,29	7,90	7,75	7,96
E ₂	10,58	11,74	13,29	12,48	12,76	11,68	12,09
E ₃	13,56	13,07	13,46	13,44	14,62	12,21	13,39
Média	10,70	10,70	11,80	11,40	11,80	10,50	

Tabela 1. Rendimento médio de sementes secas em relação aos frutos (SS/F%) da cultivar BRS CG Maués em função do estágio de maturação dos frutos na colheita e do período de fermentação.

* E₁ - começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ - aparência de maduros, porém, ainda não abertos; e, E₃ - maduros abertos, em ponto de colheita.

** : Média de quatro repetições.

Causa da variação	GL	QM	F	P > F
Estágio de maturação (EM)	2	193,2024	53,79	0,0000**
Tempo de fermentação (TF)	5	3,7284	1,04	0,4049
EM x TF	10	1,5299	0,43	0,9277
Erro	54	3,5920		
Média			11,14	
CV(%)			17,00	

Tabela 2. Resumo da análise de variância para rendimento de sementes secas em relação aos frutos (SS/F%) da cultivar BRS CG Maués em função do estágio de maturação dos frutos na colheita e do período de fermentação.

** Significativo a 1% pelo teste de F.

Os rendimentos de sementes secas obtidos com frutos/sementes colhidas nos estágios de maturação E₂ e E₃ foram superiores ao obtido com frutos/sementes colhidas no estágio E₁. Esses resultados são coerentes com os fenômenos fisiológicos do guaranazeiro, considerando que o E₃ é o estágio em que as sementes atingiram sua maturação fisiológica, sendo o estágio indicativo de “ponto de colheita”, por encerrar o acúmulo máximo de matéria seca. Quanto ao E₂, o ponto de completa maturação fisiológica já está bem próximo, razão pela qual a diferença de rendimento em relação a E₃ não foi significativa. Por sua vez, o E₁, devido às sementes não terem ainda completado o processo de enchimento, acúmulo de nutrientes e maturação fisiológica, mostrou-se com rendimento bem abaixo dos demais estágios avaliados. Vale ressaltar que no estágio E₁, após o despulpamento, quando as sementes são submetidas ao calor para sua secagem e/ou torrefação, elas apresentam elevado índice de perda, pelo fato de suas estruturas se romperem com facilidade,

promovendo uma desintegração da semente, o que leva esses fragmentos a serem descartados da massa de grãos. Ademais, no próprio processo de despulpamento as sementes verdes já apresentam dificuldades, por não serem adequadamente despulpadas ou por serem danificadas durante o processo.

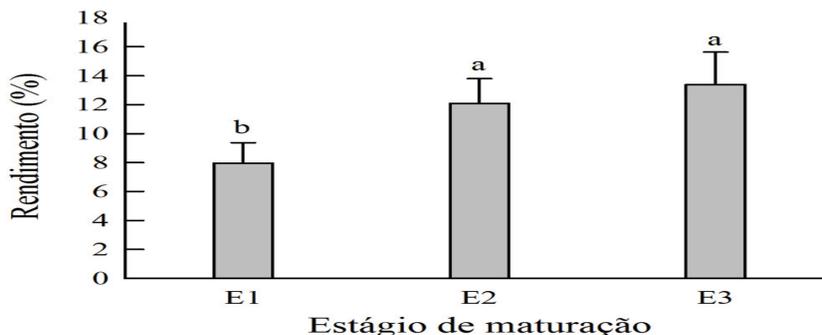


Figura 1. Rendimento de sementes secas de guaraná, expresso em porcentagem do peso de frutos, em função do estágio de maturação dos frutos (E₁ – Começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ – Aparência de maduros, porém ainda não abertos; e E₃ – Maduros abertos, em ponto de colheita).

Para Rendimento Relativo (SS/SDL%), (Tabelas 3 e 4), houve efeitos de Estágio de Maturação (EM) e Tempo de Fermentação (TF) ($p < 0,01$).

Estágio de Maturação*	Período de fermentação (horas)						Média
	0**	24**	48**	72**	96**	120**	
	Rendimento Relativo (SS/SDL%)						
E ₁	59,95	33,00	35,83	39,50	30,00	30,00	38,05
E ₂	61,08	44,50	56,93	56,25	55,75	50,00	54,09
E ₃	59,63	52,25	50,05	54,00	58,25	48,60	53,80
Média	60,22	43,25	47,60	49,92	48,00	42,87	

Tabela 3. Rendimento médio de sementes secas em relação às sementes despulpadas e lavadas (SS/SDL%) da cultivar BRS CG Maués em função do estágio de maturação dos frutos na colheita e do período de fermentação.

* E₁ - começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ - aparência de maduros, porém, ainda não abertos; e, E₃ - maduros abertos, em ponto de colheita.

** : Média de quatro repetições.

Causa variação	GL	QM	F	P > F
Estágio de maturação (EM)	2	2.021,3863	25,60	0,0000**
Tempo de fermentação (TF)	5	478,8570	6,07	0,0002**
EM*TF	10	125,3688	1,59	0,1354
Erro	54	78,9606		
Média			48,64	
CV(%)			18,27	

Tabela 4. Resumo da análise de variância para Rendimento médio de sementes secas em relação às sementes despulpadas e lavadas (SS/SDL%) da cultivar BRS CG Maués em função do estágio de maturação dos frutos na colheita e do período de fermentação.

** Significativo a 1% pelo teste de F.

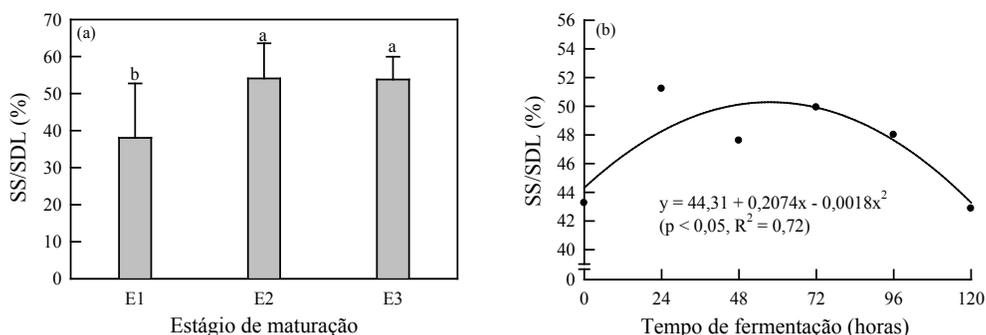


Figura 2. Rendimento de sementes secas de guaraná em relação às sementes despulpadas e lavadas (SS/SDL%) da cultivar BRS CG Maués, em função do estágio de maturação dos frutos na colheita (a) (E₁ – Começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ – Aparência de maduros, porém ainda não abertos; e E₃ – Maduros abertos, em ponto de colheita) e do período de fermentação em horas (b).

Com relação ao rendimento (SS/SDL%) em função do estágio de maturação (Figura 2 a), verificou-se o mesmo comportamento obtido com a outra modalidade de rendimento (SS/F%) (Figura 1), com o estágio E₁ mostrando também a coerência de ser o mais baixo entre eles e, os outros dois estágios (E₂ e E₃), revelando serem superiores e não diferindo entre si.

Por sua vez, o rendimento (SS/SDL%) em função do tempo de fermentação em horas (Figura 2 b) revelou um comportamento quadrático, com o ponto de máximo rendimento (50,28%) determinado pelo tempo de fermentação de 57,1 horas. Neste caso, estão envolvidos os conceitos de base seca e base úmida, pois, dentro de limites, quanto mais tempo deixamos as sementes (junto aos frutos) fermentando antes de despulpá-las, mais elas perderão umidade e compostos orgânicos que as envolvem (arilo); portanto, estarão perdendo peso durante a fermentação e, ao serem secas ou torradas para se estabelecer

o rendimento, perderão menos massa do que as que não passaram pelo processo de fermentação, ou em relação às que fermentaram por menor tempo, dando a ilusão de maior rendimento. Mesmo assim, com a elevação do número de horas de fermentação, ultrapassando o tempo de 57,1 horas, nota-se um rápido declínio do rendimento relativo SS/SDL%.

Para teor de cafeína (%) nas sementes secas (Tabelas 5 e 6), foram significativos os efeitos de estágio de maturação e da interação estágio de maturação x tempo de fermentação ($p < 0,05$), mas não foi significativo o efeito de fermentação ($p > 0,05$). Os resultados indicam que o teor de cafeína na semente é influenciado pelo estágio de maturação, contudo esse efeito é variável dependendo do período de fermentação (Figura 3).

Estágio de Maturação*	Período de fermentação (horas)						Média
	0**	24**	48**	72**	96**	120**	
	Teor de cafeína (%)						
E₁	3,39	3,64	3,39	3,47	3,34	3,30	3,42
E₂	3,32	3,29	3,25	3,35	3,35	3,39	3,33
E₃	3,37	3,30	3,24	3,44	3,26	3,35	3,33
Média	3,39	3,64	3,39	3,47	3,34	3,30	3,42

Tabela 5 - Dados médios observados do teor de cafeína (%) de sementes secas da cultivar BRS CG Maués, em função do estágio de maturação na colheita e do período de fermentação em horas

* E₁ - começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ - aparência de maduros, porém, ainda não abertos; e, E₃ - maduros abertos, em ponto de colheita.

** : Média de quatro repetições.

Causa variação	GL	QM	F	P > F
Estágio de maturação (EM)	2	0,0735	5,85	0,0050*
Tempo de fermentação (TF)	5	0,0297	2,36	0,0518
EM x TF	10	0,0312	2,49	0,0156*
Erro	54	0,0126		
Média			3,56	
CV(%)			3,34	

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para teor de cafeína (%) nas sementes secas da cultivar BRS CG Maués, em função do estágio de maturação na colheita e do período de fermentação em horas.

* Significativo a 5% pelo teste de F.

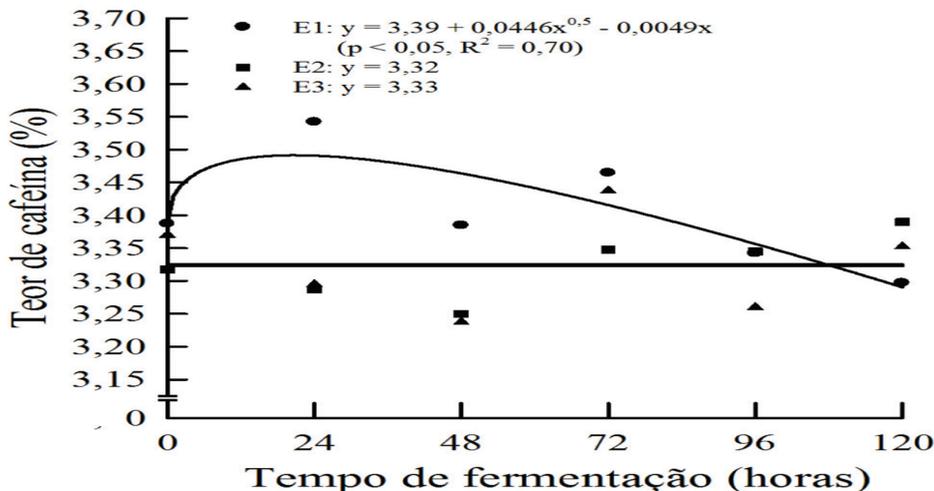


Figura 3. Teor de cafeína (%) em função do estágio de maturação dos frutos (E₁ – Começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ – Aparência de maduros, porém ainda não abertos; e E₃ – Maduros abertos, em ponto de colheita) e do tempo de fermentação (0; 24; 48; 72; 96; e 120 horas).

Para o estágio E₃, que é o ponto ideal de colheita do guaraná, bem como para o estágio E₂, que é o ponto mais próximo do E₃, e também tolerável para colheita, não houve efeito do período de fermentação sobre o teor de cafeína das sementes secas. Isso equivale a afirmar que o processo fermentativo, em qualquer dos seis períodos avaliados, não aumentou o teor de cafeína das sementes. Por sua vez, o estágio E₁, que é aquele equivalente ao ponto das sementes imaturas fisiologicamente, apresentou um comportamento quadrático, com o tempo de 20,71 horas determinando um acúmulo máximo de cafeína nas sementes de 3,49%, porém com declínio acentuado deste teor conforme o tempo de fermentação evoluía. Em razão de não existir a possibilidade de se recomendar a colheita do guaraná no estágio E₁, por questões de rendimento inferior e inviabilidade de seu processamento, esse resultado não afeta a conclusão de que a fermentação não eleva o teor de cafeína das sementes, tendo sido aqui estudado o estágio E₁ apenas como fonte de informação coadjuvante, que poderá trazer subsídios à compreensão mais abrangente dos fenômenos fisiológicos que afetam o rendimento e a qualidade final da matéria-prima para a indústria de refrigerantes: as sementes secas com seus respectivos teores de cafeína. Ademais, o estudo do estágio E₁ de maturação contribui para dirimir o conceito errôneo de que o guaraná colhido verde amadurece e se torna viável para ser aproveitado no beneficiamento, o que não é verdade.

No presente, com exceção da Agropecuária Jayoro Ltda, todas as empresas e também produtores de guaraná de base familiar, em todas as regiões produtoras do país, fermentam seu guaraná antes do beneficiamento das sementes, fato este determinado pela

tradição e o desconhecimento das informações aqui apresentadas. Ouvidas com frequência, as justificativas e argumentações adotadas pelos atores envolvidos no segmento produtivo da cadeia de valor do guaraná não mais se sustentam, tendo em vista as evoluções da pesquisa que geraram novas tecnologias e conhecimentos, com destaques para aquelas que vêm sendo desenvolvidas por meio da parceria Embrapa/Jayoro, como foram os casos recentes do desenvolvimento de uma usina completa de processamento pós-colheita e dos resultados aqui apresentados, relativos aos processos de fermentação. Para que haja uma conscientização dos produtores e uma conseqüente mudança operacional no processamento do guaraná, necessário se faz um abrangente trabalho de transferência de tecnologia, seguido de apoio governamental, e/ou de agências de crédito do setor privado, para que o processo seja radicalmente modificado, conferindo à cultura uma atualização do emprego das tecnologias disponíveis, representadas pela mecanização do processamento pós-colheita, com a eliminação da etapa da fermentação dos frutos/sementes. Essas iniciativas possibilitam os seguintes benefícios: a) Reduzir o custo operacional; b) Reduzir e/ou eliminar contaminações das sementes por microrganismos patogênicos (coliformes fecais, etc.); c) Evitar a deterioração das sementes por excessos de tempo de fermentação e temperaturas elevadas decorrentes deste processo; d) Eliminar a necessidade de espaços para fermentação; e) Economizar energia e mão de obra; f) Economizar combustíveis; g) Manter a proteção natural das sementes (casquilho) contra pragas e fungos de armazenamento, por não alterar sua consistência, ao contrário do que ocorre com a massa fermentada; h) Liberar mão de obra para outras atividades; i) Possibilitar imediato beneficiamento logo após colheita; j) Garantir qualidade superior das sementes; k) Elevar o tempo útil de armazenamento das sementes nos silos; l) Possibilitar a certificação de qualidade; m) outros.

Para Temperatura (Tabelas 7 e 8), houve efeitos de Estágio de Maturação (EM), Tempo de Fermentação (TF) e da interação Estágio de Maturação x Tempo de Fermentação (EM*TF) ($p < 0,01$). Os resultados indicam que a temperatura da massa fermentativa é influenciada pelo estágio de maturação, pelo tempo de fermentação, bem como pela interação entre esses dois fatores (Figura 4).

Estágio de Maturação*	Período de fermentação (h)						Média
	0**	24**	48**	72**	96**	120**	
	Temperatura (°C)						
E ₁	30,00	30,63	31,88	31,63	31,50	31,88	31,25
E ₂	30,00	32,00	33,63	35,00	34,38	35,75	33,46
E ₃	30,00	36,50	37,75	36,88	35,75	33,25	33,25
Média	30,00	33,04	34,42	34,50	33,88	33,63	

Tabela 7 - Dados médios observados da temperatura (°C) da massa fermentativa da cultivar BRS CG Maués, em função do estágio de maturação na colheita e do período de fermentação em horas

* E₁ - começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ - aparência de maduros, porém, ainda não abertos; e, E₃ - maduros abertos, em ponto de colheita.

** : Média de quatro repetições.

Causa variação	GL	QM	F	P > F
Estágio de maturação (EM)	2	86,1493	58,29	0,0000**
Tempo de fermentação (TF)	5	33,7451	22,83	0,0000**
EM*TF	10	10,1160	6,84	0,0000**
Erro	54	1,4780		
Média			33,24	
CV(%)			3,34	

Tabela 8 – Resumo da análise de variância da temperatura (°C) da massa fermentativa da cultivar BRS CG Maués, em função do estágio de maturação na colheita e do período de fermentação em horas

** Significativo a 1% pelo teste de F.

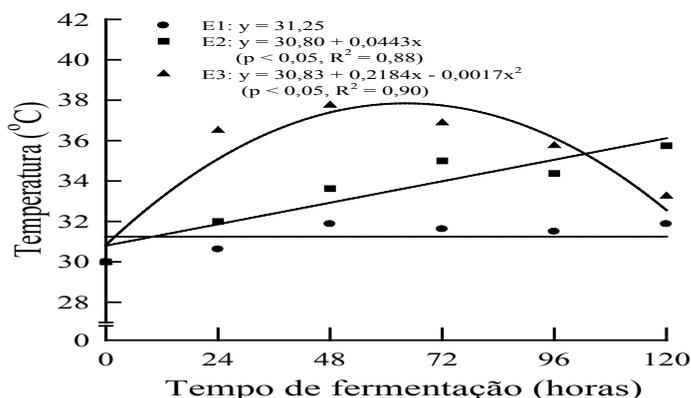


Figura 4. Temperatura da massa fermentativa (°C) em função do estágio de maturação dos frutos (E₁ – Começando a pintar da cor característica da cultivar; E₂ – Aparência de maduros, porém ainda não abertos; e E₃ – Maduros abertos, em ponto de colheita) e do tempo de fermentação (0; 24; 48; 72; 96; e 120 horas).

No estágio de maturação E_1 , não houve efeito do tempo de fermentação sobre a temperatura da massa fermentativa. No estágio E_2 , houve uma resposta linear crescente, com o tempo de fermentação de 120 horas determinando uma temperatura de 36,12 °C. No estágio de maturação E_3 , a resposta foi quadrática, com o tempo de fermentação de 64,24 horas conferindo um ponto de máxima temperatura de 37,84 °C.

A temperatura mostrou-se bastante coerente em relação aos três estágios de maturação. No estágio E_1 , em que os frutos não completaram ainda sua síntese de compostos orgânicos e possuem menores quantidades de substratos para serem desdobrados, a temperatura foi a menor registrada; no estágio E_2 , a temperatura se mostrou bem mais elevada e, no estágio E_3 , fase em que os frutos completaram sua maturação fisiológica e, portanto, possuem mais substratos para os microrganismos, revelou a mais alta temperatura, o que é bastante coerente com o fenômeno biológico da fermentação.

4 | CONCLUSÕES

- O rendimento de sementes secas em relação aos frutos não é afetado pela fermentação.
- O teor de cafeína não varia com a fermentação para os estágios de maturação E_2 e E_3 , que são os estágios nos quais as sementes são colhidas no campo.
- O teor de cafeína varia com a fermentação para o estágio de maturação E_1 , com o ponto de máximo acúmulo (3,49%) determinado pelo tempo de fermentação de 20,71 horas.
- É mais viável, do ponto de vista técnico, processar o guaraná *in natura*, sem a prática da fermentação.
- Com base nas evidências deste trabalho, presume-se que o estudo econômico também indicará que o processamento do guaraná sem a prática da fermentação é o mais indicado.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto neste trabalho fica clara a necessidade da implementação de estudos mais aprofundados na linha de pesquisa do segmento pós-colheita da cultura do guaranazeiro, visando a maiores aprimoramentos da dimensão técnica, mas também associando-a à dimensão econômica, o que dará respaldo para as recomendações das novas práticas com total segurança aos produtores. Destaca-se também que as operações da fase pós-colheita estão fortemente relacionadas com a dimensão ambiental, razão pela qual cuidados especiais devem ser adotados visando à economia no uso dos recursos hídricos, bem como à destinação correta da água residuária resultante desse processo, após sua reutilização, que poderá ser empregada como fertilizante na própria lavoura de guaraná.

AGRADECIMENTOS

À Agropecuária Jayoro Ltda., por ter apoiado este projeto; ao engenheiro-agrônomo Lucio Resende, pelo apoio nas atividades de instalação, condução e coleta de dados do experimento; ao professor Enilson de Barros Silva, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucurí (UFVJM), pelo apoio nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 12, p. 53, dez. 2016.

PEREIRA, J. C. R. (Ed.). **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**. 4. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção, 2).

SANTOS, L. P. **Sistema mecanizado de processamento pós-colheita de guaraná**: nova tecnologia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 10 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 108). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1000439/1/ComTec108.df>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SANTOS, L. P. Sistema mecanizado de processamento pós-colheita de guaraná: nova tecnologia para o agronegócio e a agricultura familiar. In: MACHADO, M. W. K. (Org.). **A engenharia de produção na contemporaneidade**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 2. p. 283-293.

SANTOS, L. P.; SILVA, E. de B.; BRAGANÇA, S. M.; RESENDE, L. Gesso agrícola associado ao calcário e produtividade de sementes secas de guaraná. In: ELEMENTOS da natureza e propriedades do solo. Ponta Grossa: Atena Editora, 2018. v. 3. p. 270-280. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173539/1/E-book-lementos-da-Natureza-Vol.-3-Lucio.pdf>>. Acesso em: 03 ago.2019.

SILVA, A. C. B. da; BROSLER, E. M.; ALMEIDA, L. B. de; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. **A cadeia de valor do guaraná de Maués**. Manaus: IDESAM, 2018. 82 p.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-uímicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.



Figura 5. Vista geral da instalação do experimento, com a composição dos tratamentos/ repetições, distribuição aleatória das caixas contendo os distintos estágios de maturação, para submissão aos períodos de fermentação.



Figura 6. Local onde foram colhidos os frutos para a composição dos tratamentos de fermentação: Unidade de Referência Tecnológica - URT PI Guaraná – Agropecuária Jayoro Ltda (Presidente Figueiredo). Título da URT: Validação de tecnologias de correção do solo, condicionamento da rizosfera e fertilizações vias solo e foliar na cultura do guaranzeiro para compor as bases tecnológicas de suporte ao Sistema Produção Integrada de Guaraná – P. I. Guaraná.

Créditos das Fotografias: Lucio Pereira Santos