

Manaus, AM / Setembro, 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Melhoramento genético do guaranazeiro: seleção clonal no período de 1996 a 2010

André Luiz Atroch⁽¹⁾ e Firmino José do Nascimento Filho⁽¹⁾.⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Resumo – Em 1996, a Embrapa Amazônia Ocidental implantou uma rede experimental estadual para a avaliação de 32 clones promissores de guaranazeiro, a fim de conhecer seu comportamento em diversas condições ambientais do Amazonas e quantificar a interação genótipos por ambientes, além de estimar a adaptabilidade e estabilidade dos clones. Os dados foram submetidos à análise de variância seguindo um modelo estatístico que considera os efeitos de bloco, ano, local, ecossistema, sistema de cultivo, clones e suas interações duplas. As interações de ordem superior não foram incluídas no modelo. Este considera todos os fatores de efeito fixo. A soma de quadrados utilizada nas análises é a soma de quadrados do tipo III, devido ao desbalanceamento dos dados. As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Foi realizada uma análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Annicchiarico. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do procedimento General Linear Model, do SAS/Stat software SAS/Stat® 9.2 e software Genes. O presente trabalho teve como objetivo mostrar os resultados de pesquisa com a seleção clonal da segunda fase do Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro no período de 1996 a 2010. Existe variabilidade fenotípica entre os genótipos testados neste trabalho que permite a seleção de genótipos para plantio no Amazonas. O clone 871 (BRS Maués) possui boa estabilidade, ampla adaptabilidade e maior produtividade na maioria dos ambientes testados, considerado então um genótipo ideal para cultivo nas condições do estado do Amazonas. O clone 631 possui boa estabilidade, adaptabilidade geral e alta produtividade, ótima opção para ser lançado para cultivo nas condições locais. O clone 626 (BRS Luzéia) possui boa estabilidade, adaptabilidade específica para ambientes favoráveis e alta produtividade, também uma boa opção para cultivo nas condições locais.

Termos para indexação: adaptabilidade, estabilidade, seleção clonal, melhoramento vegetal, culturas nativas.

Guarana breeding: selection from 1996 to 2010

Abstract – In 1996, Embrapa Western Amazon implemented a state experimental network to evaluate 32 promising clones of guarana, in order to understand their behavior in different environmental conditions in the Amazon and quantify the interaction between genotypes and environments, in addition to estimating adaptability and stability of the clones. The data were subjected

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada
Manaus/Itacoatiara, 69010-970,
Manaus, AM
www.embrapa.br/amazonia-ocidental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Kátia Emídio da Silva

Secretária-executiva

Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros

*Luiz Antônio de Araújo Cruz,
Maria Augusta Abtibol Brito de
Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira*

Edição executiva

Maria Perpétua Beleza Pereira

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

*Maria Augusta Abtibol Brito de
Sousa (CRB-11/420)*

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Gleise Maria Teles de Oliveira

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

to analysis of variance following a statistical model that considers the effects of block, year, location, ecosystem, cultivation system, clones, and their two-way interactions. Higher-order interactions were not included in the model. This model accounts for all fixed effect factors. The sum of squares used in the analyses is the type III sum of squares, due to the unbalanced data. The means were compared using the Scott & Knott test at a 5% probability level. An adaptability and stability analysis was conducted using the Annicchiarico method. All analyses were performed with the aid of the General Linear Model procedure in SAS/Stat® 9.2 and Genes software. The present work aimed to show the results of research with clonal selection from this second phase of the guarana plant breeding program from 1996 to 2010. There is phenotypic variability among the genotypes tested in this study, which allows for the selection of genotypes for planting in the Amazon. Clone 871 (BRS Maués) has good stability, wide adaptability, and higher productivity in most of the tested environments, making it an ideal genotype for cultivation under the conditions of the state of Amazonas. Clone 631 exhibits good stability, general adaptability, and high productivity, making it an excellent option for release for cultivation in local conditions. Clone 626 (BRS Luzéia) shows good stability, specific adaptability to favorable environments, and high productivity, also making it a good option for cultivation under local conditions.

Index terms: adaptability, stability, clonal selection, plant breeding, native crops.

Introdução

O guaranazeiro [*Paullinia cupana* Kunth. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke] ganhou importância econômica, devido ao alto teor de cafeína em suas sementes, além de outros constituintes antioxidantes, e às oportunidades de exploração sustentável em pequena, média e grande escalas industriais na fabricação de bebidas e refrigerantes, fitofármacos, alimentos funcionais e na área farmacêutica.

A área colhida, no âmbito nacional, é de 10.097 ha, com produção de 2.732 t de sementes secas e um rendimento na ordem de 271 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023). A produção no estado do Amazonas é de 643 t, com produtividade de 160 kg ha⁻¹ numa área colhida de 4.023 ha (IBGE, 2023).

O Programa de Melhoramento Genético (PMG) do Guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental teve início em 1976, com a seleção fenotípica de matrizes superiores, no Campo Experimental

de Maués e em regiões produtoras no Amazonas (Atroch; Nascimento Filho, 2018).

Após as primeiras coletas e seleções, iniciou-se a fase de avaliação de genótipos visando ao lançamento de materiais para plantio nas regiões produtoras de guaraná no Amazonas e no restante do Brasil. Nesse sentido, em 1984, uma rede nacional de avaliação de progênies de polinização aberta e clones foi implantada nas unidades da Embrapa da região Norte e na Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac)/Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), na Bahia. Esses experimentos foram conduzidos até 1994, mas o objetivo de recomendar materiais não foi alcançado em âmbito nacional (Atroch; Nascimento Filho, 2018).

Os experimentos conduzidos no estado do Amazonas, no período de 1984 a 1994, permitiram a seleção dos 12 primeiros clones de guaranazeiro recomendados para plantio no Amazonas (Nascimento Filho et al., 1999, 2000a). Os resultados dessa fase foram publicados por Nascimento Filho et al. (2000b).

No PMG do guaranazeiro, no Amazonas, resultados obtidos em testes preliminares, visando à seleção de clones de guaraná, detectaram a existência de interação genótipos por ambientes quando esses foram testados em dois locais (Nascimento Filho; Garcia, 1993). Também, nas avaliações de produção de clones de guaraná, em 13 experimentos de competição, no período de 1985 a 1994, detectou-se interação clones x anos (Nascimento Filho et al., 2000b). No primeiro caso, denotou-se inconsistência de comportamento entre os materiais genéticos em relação a locais; no segundo, houve forte evidência da inconsistência de um ano para outro.

Com base nesses resultados, os autores sugeriram inserir, nos testes de avaliação do PMG, componentes ambientais usuais, como locais e anos, e componentes ambientais não usuais, como sistemas de cultivo, por exemplo, com e sem adubação, e tipos de solo, com base na escolha da área para o plantio da cultura, tendo-se em conta a vegetação pré-existente ao plantio, como: mata e capoeira. Isso permite que os materiais possam expressar efetivamente o seu potencial genético diante de uma maior variação possível de condições ambientais.

Com essa diversificação de ambientes, objetivava-se caracterizar os clones de guaraná de forma mais segura, quanto à resposta de produção por meio do estudo das interações, e verificar o comportamento deles, com base nas produções anuais referentes aos anos, em três municípios, dois tipos de solo, caracterizados pelo tipo de vegetação (mata e

capoeira pré-existente ao plantio), e dois sistemas de cultivo, com adubação e sem adubação.

Assim, em 1996, a Embrapa Amazônia Ocidental implantou essa segunda rede, desta vez no âmbito estadual, para a avaliação de 32 clones promissores, a fim de conhecer o comportamento deles em diversas condições ambientais do Amazonas e quantificar a interação genótipos por ambientes, além de estimar a adaptabilidade e estabilidade dos clones. Essa fase proporcionou a recomendação de sete clones para plantio no Amazonas (Nascimento Filho et al., 2007a, 2007b, 2007c, 2007d, 2009a, 2009b, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo mostrar os resultados de pesquisa com a seleção clonal, no período de 1996 a 2010, segunda fase do PMG do guaranazeiro. Os resultados da primeira fase (1984 a 1994) foram publicados por Nascimento Filho et al. (2000b). Os resultados da terceira fase do PMG, já concluída, serão apresentados em publicação específica dessa fase; e a quarta fase está ainda em avaliação de campo.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico, 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, 12 – Consumo e Produção Responsáveis, 15 – Vida Terrestre e 17 – Parcerias e Meios de Implementação, reafirmando o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para o alcance das metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Material e métodos

Em 1996, foi implantada uma rede de ensaios composta de dez experimentos, em três municípios do estado do Amazonas, em campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental. Nessa rede de ensaios foram testados 32 clones de guaraná, durante 13 anos, em diferentes condições ambientais. Os clones avaliados foram desenvolvidos pelo PMG da Embrapa Amazônia Ocidental, provenientes de matrizes de plantios comerciais e de ensaios de progênies, em que as melhores plantas foram selecionadas quanto a produção e resistência à antracnose (*Colletotrichum guaranicola* Albuquerque). Para a definição dos municípios nos quais seriam instalados os experimentos foram considerados aspectos como: condições edafoclimáticas; vegetação predominante antes da implantação da cultura (capoeira e mata), denominada de ecossistema; e sistemas de cultivo

(com ou sem o uso de adubação). Os três municípios selecionados foram Manaus, Maués e Iranduba.

Nesses municípios, as diferentes vegetações predominantes, antes dos plantios dos experimentos, e os sistemas de cultivo foram combinados da seguinte forma: ambiente 1 – Iranduba, mata secundária, com adubo; ambiente 2 – Iranduba, mata secundária, sem adubo; ambiente 3 – Manaus, mata secundária, com adubo; ambiente 4 – Manaus, mata secundária, sem adubo; ambiente 5 – Manaus, capoeira, com adubo; ambiente 6 – Manaus, capoeira, sem adubo; ambiente 7 – Maués, mata primária, com adubo; ambiente 8 – Maués, mata primária, sem adubo; ambiente 9 – Maués, capoeira, com adubo; ambiente 10 – Maués, mata primária, sem adubo. O ambiente sem adubo não recebeu qualquer adubação, nem orgânica, nem mineral, incluindo covas, ou seja, o cultivo foi realizado nas condições naturais do solo da área.

A partir do segundo ano após o plantio, na fase produtiva, foi avaliada a produção de frutos frescos por planta por 13 anos consecutivos (1998 a 2010). A massa fresca dos frutos maduros incluiu a raques (parte central do racemo) e as sementes com casca e arilo. Para a obtenção da massa das sementes secas foi utilizada a conversão da massa fresca por meio da relação 6:1 (Smyth; Cravo, 1989).

As adubações dos ambientes destinados a receber adubação e os tratos culturais foram os usuais utilizados pela cultura, de acordo com as recomendações existentes no Sistema de Produção de Guaraná (Sistemas..., 1983; Embrapa, 1998; Pereira, 2005). Como o sistema de produção foi atualizado no decorrer da execução dos experimentos, em cada fase de condução foi utilizado um manejo de adubação relativo ao sistema atual, ou seja, na implantação e nos dois primeiros anos, utilizaram-se as recomendações do sistema de produção publicado em 1983; do terceiro ano até 2005, utilizou-se o sistema de produção publicado em 1998; e de 2006 até o ano de 2010, os experimentos foram conduzidos conforme o sistema de produção publicado em 2005.

Os dados foram submetidos à análise de variância seguindo um modelo estatístico que considera os efeitos de bloco, ano, local, ecossistema, sistema de cultivo, clones e suas interações duplas. As interações de ordem superior não foram incluídas no modelo. Este considera todos os fatores de efeito fixo. A soma de quadrados utilizada nas análises é a soma de quadrados do tipo III, devido ao desbalanceamento dos dados. As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Foi realizada uma análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Annicchiarico (1992).

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do procedimento General Linear Model (GLM), do SAS/Stat software SAS/Stat® 9.2 e software Genes (Cruz, 2016).

Tabela 1. Análise de variância conjunta para produção de frutos frescos por planta, em gramas por planta ao ano, no período de 1998 a 2010.

Fonte de variação	GL ⁽¹⁾	Quadrado médio
Blocos	1	341.025.769**
Anos	12	4.532.146.998**
Locais	2	4.139.472.685**
Ecosistemas	1	98.901.538 ^{ns}
Sistemas de cultivo	1	5.921.114.353**
Clones	31	1.558.002.482**
Anos x locais	24	1.657.476.299**
Anos x ecosistemas	12	1.259.201.323**
Anos x sistemas de cultivo	12	335.340.218**
Anos x clones	372	87.871.900**
Locais x ecosistemas	1	6.366.774 ^{ns}
Locais x sistemas de cultivo	2	1.479.853.880**
Ecosistemas x sistemas de cultivo	1	123.900.068*
Locais x clones	62	353.971.946**
Ecosistemas x clones	31	117.866.569**
Sistemas de cultivo x clones	31	250.131.761**
Erro	15.558	27.991.642
Média geral	6.283	–
CV (%)	84,21	–

⁽¹⁾ Grau de liberdade.

^{ns} Não significativo; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O coeficiente de variação foi de 84,21%, considerado de média magnitude para a variável produção, de acordo com Atroch e Nascimento Filho (2005). Segundo Nascimento Filho (2003), na cultura do guaraná, especialmente para a característica produção, verifica-se variação entre plantas, em virtude da arquitetura irregular, que, embora mais acentuada em plantas oriundas de sementes, está também presente entre os rametes. Essas plantas, durante as fases do desenvolvimento vegetativo anual, emitem grande número de ramos, que varia de uma planta para outra. Por outro lado, nem todos os ramos se tornam produtivos, surgindo, assim, outra fonte de variação. Esse comportamento

Resultados e discussão

Todas as fontes de variação apresentaram diferenças significativas pelo teste F, exceto a fonte ecosistemas e a interação local x ecosistemas (Tabela 1).

do guaranzeiro é uma das causas de variação em suas produções, e isso favorece a ocorrência de altas magnitudes dos coeficientes de variação experimental.

A média experimental foi de 6.283 g de frutos frescos por planta, o que equivale a 1.005 g por planta ao ano de sementes secas ou 400 kg ha⁻¹ de sementes secas no estande de 400 plantas por hectare.

Diferenças significativas foram verificadas entre as médias dos anos de colheita. Os anos de 2005 e 2006 apresentam as maiores produtividades e são estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais anos do período (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de produção, em gramas de frutos frescos por planta ao ano, entre os anos de 1998 e 2010, respectivamente, do segundo ao décimo quarto ano após o plantio.

Ano	Idade do plantio (anos)	Produtividade (gramas por planta ao ano)*
2005	9	9.414 a
2006	10	9.122 a
2010	14	8.319 b
2008	12	7.845 c
2002	6	6.573 d
2007	11	6.454 d
2009	13	6.288 d
2004	8	5.887 e
2003	7	5.481 f
2001	5	4.788 g
2000	4	3.932 h
1999	3	3.251 i
1998	2	1.700 j

*As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos locais de avaliação, a Tabela 3 mostra as médias de produção.

A fonte de variação ecossistemas refere-se aos ambientes de mata e capoeira, onde os experimentos foram instalados. Na Tabela 4, encontra-se o resultado do teste de médias.

Não houve diferença significativa entre os ecossistemas, sendo o ambiente de mata igual ao de capoeira em termos de produtividade (Tabela 4). Sendo assim, a opção pela utilização de áreas de capoeira, com uso anterior, é a recomendação mais adequada para implantação de novos plantios de guaranazeiro.

A Tabela 5 mostra a comparação entre as médias dos sistemas de cultivo adubado e não adubado. Houve diferença significativa entre eles, o sistema de cultivo com adubo foi superior ao sem adubo.

Nesse aspecto, será necessário realizar análise econômica complementar para verificar a viabilidade do uso de adubação, pois as diferenças de produtividade observadas não permitem essa decisão simplesmente baseada no aspecto agrônomo.

A comparação entre clones/cultivares testados é mostrada na Tabela 6.

Tabela 3. Médias de produção dos locais no período de 1998 a 2010.

Local de cultivo	Produtividade (gramas por planta ao ano)*
Iranduba	8.019 a
Manaus	6.588 b
Maués	5.035 c

*As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias de produção dos ecossistemas de mata e capoeira no período de 1998 a 2010.

Ecossistema	Produtividade (gramas por planta ao ano)*
Área de mata	6.731 a
Área de capoeira	5.727 a

*As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias de produção dos sistemas de cultivo adubado e não adubado no período de 1998 a 2010.

Sistema de cultivo	Produtividade (gramas por planta ao ano)*
Adubado	6.940 a
Não adubado	5.639 b

*As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Médias de produção de frutos frescos de clones e cultivares no período de 1998 a 2010.

Clone/Cultivar	Produção (gramas por planta ao ano)*
CMU 871 (BRS Maués)	11.596 a
CMU 626 (BRS Luzéia)	9.686 b
CMU 631	8.933 c
CMU 612 (BRS CG 612)	8.056 d
CMU 619	7.936 d
CMU 375	7.635 d
CMU 882 (BRS CG 882)	7.533 d
CMU 610 (BRS CG 610)	7.026 e
CMU 624 (BRS Andirá)	6.954 e
CMU 861 (BRS Cereçaporanga)	6.894 e
CMU 300 (BRS Amazonas)	6.272 f
CMU 388 (BRS Mundurucânia)	6.261 f
CMU 605 (BRS Onhiamuaçabê)	5.815 f
CIR 217	5.534 f
CMU 607	5.392 g
CMU 609	5.371 g
CMU 611 (BRS CG 611)	5.310 g
CMA 227	5.287 g
CMU 385	5.234 g
CMA 274	5.165 g
CMU 648 (BRS CG 648)	5.032 g
CMA 224	4.980 g
CMU 613	4.969 g
CMU 381	4.866 g
CMA 222	4.849 g
CMU 601 (BRS Marabitaná)	4.812 g
CMA 225	4.772 g
CMA 223	4.753 g
CMA 276	4.690 g
CMA 228	4.628 g

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Clone/Cultivar	Produção (gramas por planta ao ano)*
CMU 389	4.602 g
CMU 862	4.510 g

*As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

A diferença estatística entre os genótipos pode ser visualizada na Tabela 5. O clone CMU 871, recomendado como cultivar para plantio em 1999 sob a denominação de BRS Maués (Nascimento Filho et al., 1999), foi superior a todos os demais materiais genéticos, com produtividade de 11.596 g por planta ao ano de frutos frescos, o que equivale a 1,93 kg por planta ao ano de sementes secas ou 772 kg ha⁻¹, se considerarmos um estande de 400 plantas por hectare. A segunda cultivar mais produtiva foi a BRS Luzéia, com 9.686 g por planta ao ano de frutos frescos, 646 kg ha⁻¹ recomendada para plantio em 2007 (Nascimento Filho et al., 2007d), superior aos demais materiais genéticos.

Em relação às interações mais significativas neste trabalho, cabe destacar a interação anos x clones, indicando que o comportamento dos clones não é o mesmo no decorrer dos anos. Essa interação foi detectada por Nascimento Filho et al. (2000b) e é de grande importância na seleção de novos materiais genéticos, pois o guaranazeiro é uma cultura perene que demanda vários anos de pesquisa para que a indicação de novas cultivares seja a mais segura possível, e o estudo desse tipo de interação e o modo de minimizar seus efeitos são também de grande importância.

Uma das formas mais utilizadas na minimização dos efeitos da interação genótipos por ambientes é estimar a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos diante das mudanças ambientais. Nesse sentido, Pinto et al. (2018) estimaram a adaptabilidade e a estabilidade dos 32 clones de guaranazeiro

utilizados neste trabalho por meio de três métodos estatísticos: Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e o método REML/BLUP, apresentado por Resende (2002). O clone CMU 871 (BRS Maués) apresentou boa estabilidade, ampla adaptabilidade e alta produtividade em todos os métodos utilizados, considerado um genótipo ideal para os ambientes favoráveis e desfavoráveis.

A interação ecossistemas x clones foi significativa (Tabela 1), indicando que existem clones específicos para cada ecossistema.

Outra interação significativa de interesse foi a sistemas de cultivo x clones, indicando, nesse caso, que existem materiais específicos para cultivo no sistema adubado e no sistema não adubado, e para ambos, como citado anteriormente (Pinto et al., 2018), por exemplo, a cultivar BRS Maués.

Desdobramento das interações

No desdobramento da interação local x ano (idade do plantio), quando comparadas as médias de produção de diferentes locais para cada ano, verificou-se alteração de classificação das médias dos locais com a mudança do ano (Tabela 7). Os resultados demonstraram inconsistência nas produções entre locais ao longo dos anos de avaliação, variações que podem ser decorrentes das condições ambientais do ano de avaliação e da idade do plantio.

No desdobramento da interação ano x ecossistemas, observou-se troca de classificação entre os ecossistemas dentro de anos (Tabela 8).

Tabela 7. Médias da interação anos de plantio por locais para produtividade, em gramas de frutos por planta ao ano, no período de 1998 a 2010.

Idade do plantio (anos)	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
2	1.552,03A	1.963,63A	1.517,41A
3	3.154,05A	2.604,69B	3.574,96A
4	3.616,18B	4.664,73A	3.555,05B
5	4.883,38A	4.981,89A	4.611,31A

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Idade do plantio (anos)	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
6	6.708,04B	2.821,11C	7.774,37A
7	6.452,74A	4.456,27C	5.456,95B
8	8.725,14A	5.637,39B	4.536,28C
9	17.499,79A	6.870,08B	7.093,61B
10	11.581,42A	8.177,45B	868,68C
11	6.657,98B	7.838,97A	4.629,66C
12	6.824,11B	9.364,69A	5.803,89C
13	8.166,35A	7.143,00B	3.905,31C
14	10.837,62A	8.757,76B	6.172,70C

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Médias da interação anos de plantio por ecossistemas para produtividade, em gramas de frutos por planta ao ano, no período de 1998 a 2010.

Idade do plantio (anos)	Ecossistema	
	Capoeira	Mata
2	1.835,44A	1.581,05A
3	2.804,68B	3.559,25A
4	3.131,27B	4.403,98A
5	4.325,84B	5.097,27A
6	6.745,47A	6.451,69A
7	5.547,39A	5.431,74A
8	5.593,50A	6.094,86A
9	4.561,02B	11.971,24A
10	5.853,72B	10.554,08A
11	6.365,54A	6.518,19A
12	7.575,47A	8.062,68A
13	6.879,00A	5.866,97B
14	9.034,54A	7.745,46B

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação anos x sistemas de cultivo (Tabela 9), apenas aos 14 anos do plantio, verificou-se diferença entre as médias dos sistemas dentro de ano; nos demais anos de avaliação, as médias dos sistemas de cultivo não diferiram entre si. Aos 14 anos de idade, o cultivo adubado superou o não adubado significativamente. Na análise de variância, essa interação foi significativa pelo teste F a 1% de probabilidade, contudo esse

efeito não foi verificado no teste de médias, o que pode ser devido a erro do tipo II do teste de médias de Scott & Knott.

No desdobramento da interação anos x clones (Tabela 10), observou-se que o genótipo 871 (BRS Maués) apresentou-se sempre no grupo mais produtivo, de acordo com o teste de agrupamento das médias, tendo sido superado somente no último ano pelos genótipos 626 (lançado sob a denominação

de BRS Luzéia) e o clone 631, ainda não lançado para plantio como cultivar.

No desdobramento da interação local x ecossistemas, as médias não apresentaram diferenças significativas entre ecossistemas dentro de locais (Tabela 11), em que as produtividades entre os ecossistemas de capoeira e mata não diferem entre si nos diferentes ambientes.

O experimento no ecossistema de capoeira em Iranduba foi descontinuado após 3 anos de idade por causa da doença podridão vermelha de raízes, que não permitiu o desenvolvimento normal das plantas de guaraná.

No desdobramento da interação local x sistemas de cultivo, as médias do sistema com e sem adubação não diferiram significativamente entre si (Tabela 12), não refletindo o efeito significativo da interação observada na análise de variância. Essa divergência entre os testes pode ser atribuída a erro do tipo II do teste de médias de Scott & Knott.

No desdobramento da interação ecossistemas x sistemas de cultivo, o efeito significativo da interação entre as fontes de variação, detectado na análise de variância, também não se refletiu no teste de médias, pois as produtividades entre os sistemas de cultivo não diferem entre si nos diferentes

ecossistemas. A divergência dos resultados pode ser atribuída a erro do tipo II do teste de médias de Scott & Knott. A maior produtividade observada (7.504 g por planta ao ano) foi na área de capoeira, no sistema de cultivo não adubado (Tabela 13).

Na análise do desdobramento de clones x locais de avaliação, o teste de médias indicou troca de classificação no desempenho dos genótipos quando há mudança de local (Tabela 14). O melhor genótipo para o local Iranduba foi o 871 (BRS Maués), repetindo-se o desempenho para Maués, juntamente com o genótipo 626 (BRS Luzéia); enquanto, em Manaus, o genótipo de melhor desempenho produtivo foi o 631.

No desdobramento da interação clones x ecossistemas, no teste de agrupamento de médias, verificou-se troca de classificação de clones com a mudança de ecossistema (Tabela 15). As médias dos clones 871 (BRS Maués) e 626 (BRS Luzéia) não diferiram entre si e foram superiores a dos demais na área de capoeira. Na área de mata, o clone 871 (BRS Maués) superou todos os demais. Portanto, os resultados demonstraram que esse clone pode ser indicado para plantio em ambos os ecossistemas, já o 626 (BRS Luzéia) para o ambiente de capoeira.

Tabela 9. Médias da interação anos de plantio por sistemas de cultivo para produtividade, em gramas de frutos por planta ao ano, no período de 1998 a 2010.

Idade do plantio (anos)	Sistema de cultivo	
	Adubado	Não adubado
2	2.236,38A	1.096,15A
3	3.564,41A	2.923,50A
4	4.266,82A	3.650,49A
5	5.704,22A	3.798,12A
6	7.791,35A	5.533,74A
7	6.204,09A	4.763,91A
8	6.040,42A	5.740,79A
9	10.891,87A	8.042,32A
10	9.809,43A	8.470,49A
11	7.011,59A	5.899,50A
12	8.281,50A	7.413,55A
13	6.053,28A	6.527,34A
14	9.975,23A	6.661,43B

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Médias da interação anos de plantio por ecossistemas para produtividade, em gramas de frutos por planta ao ano, no período de 1998 a 2010.

Clone	Idade das plantas (anos após o plantio)													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
217	2.626a	4.083a	4.585b	6.718b	5.215c	3.216d	2.821e	6.454e	11.091d	3.183d	5.352d	6.190d	6.454d	
222	2.291 a	3.378b	6.531a	3.089d	5.367c	1.748e	3.048e	6.531e	8.247e	6.531c	5.654d	5.387e	6.836d	
223	1.596 a	2.168b	6.639a	2.181d	3.412d	1.804e	2.157e	6.639e	6.393f	6.639c	7.008c	6.100d	7.054d	
224	2.009 a	3.044b	6.276a	2.796d	3.812d	3.711d	4.211e	6.276e	5.755f	6.276c	7.184c	5.838e	6.327d	
225	1.576 a	2.775b	6.986a	1.880d	3.757d	2.242e	3.489e	6.986e	8.395e	6.986c	4.503d	6.494d	8.553c	
227	2.256 a	3.153b	7.775a	3.196d	2.782d	1.507e	3.183e	7.775e	8.557e	7.775c	7.270c	5.613e	9.659c	
228	1.331 a	2.868b	6.675a	1.641d	5.390c	1.676e	3.068e	6.675e	7.872e	6.675c	5.528d	5.305e	7.993c	
274	1.562 a	3.599a	6.758a	3.064d	6.758c	4.121d	4.231e	9.578d	8.259e	6.758c	6.147d	6.304d	6.320d	
276	807 a	3.799a	6.283a	2.131d	6.283c	1.946e	3.043e	8.694d	7.531e	6.283c	6.651d	3.691e	7.260d	
300	3.146 a	5.533a	6.741a	4.212c	6.741c	6.180c	6.808d	6.776e	7.506e	6.741c	6.950c	4.712e	7.797c	
375	2.922 a	4.219a	9.085a	4.939c	9.085b	3.916d	5.815d	1.5778a	11.336d	9.085b	7.580c	4.940e	12.483b	
381	556 a	2.991b	5.573a	3.757c	5.573c	4.593d	3.917e	6.345e	7.691e	5.573c	5.944d	4.346e	4.310d	
385	820 a	2.069b	6.858a	3.826c	6.858c	4.708d	3.942e	6.910e	7.352e	6.858c	6.888c	6.287d	6.903d	
388	1.418 a	2.869b	4.053b	4.575c	6.528c	8.360b	9.662c	7.622e	7.753e	6.528c	7.390c	5.478e	5.490d	
389	475 a	1.456b	3.735b	3.332d	5.298c	6.053c	3.625e	7.757e	3.791g	5.298d	5.184d	5.298e	6.917d	
601	1.166 a	2.305b	1.678b	3.710c	5.747c	5.257d	4.512e	7.185e	6.136f	5.747c	5.185d	5.747e	5.921d	
605	1.351 a	2.407b	3.251b	3.669c	8.192b	4.808d	6.873d	7.575e	9.312e	8.192c	6.416d	8.192d	8.850c	
607	1.155 a	2.180b	3.649b	3.948c	7.749b	3.552d	6.034d	8.277d	8.363e	7.749c	6.831c	7.749d	8.054c	
609	1.152 a	1.516b	2.672b	4.361c	8.808b	2.748e	3.737e	9.329d	9.709e	8.808b	8.302b	8.808c	8.413c	
610	1.610 a	3.901a	3.441b	5.746b	9.298b	6.763c	8.983c	10.293d	12.199d	9.298b	7.530c	9.298c	8.166c	
611	1.567 a	2.940b	3.204b	4.278c	6.773c	5.031d	6.773d	7.651.6e	6.130f	6.533c	7.646c	6.773d	6.783d	
612	868 a	4.060a	3.769b	7.336b	9.969b	6.423c	9.969c	1.0818c	13.287c	6.968c	8.776b	9.969c	10.844b	
613	540 a	1.518b	2.861b	3.385d	7.407c	1.641e	7.407d	7.751e	7.983e	7.547c	7.465c	7.407d	6.634d	

Continua...

Tabela 10. Continuação.

Clone	Idade das plantas (anos após o plantio)													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
619	2.363 a	5.730a	6.827a	7.452b	8.783b	7.797b	8.783c	11.056c	8.907e	6.190c	8.654b	8.783c	11.382b	
624	1.681 a	2.994b	4.523b	4.474c	9.257b	7.240c	9.257c	9.198d	9.592e	7.623c	10.314b	9.257c	9.500c	
626	988 a	2.548b	4.557b	7.080b	12.436a	9.132b	1.2436b	13.168b	11.036d	9.794b	14.031a	12.436b	14.884a	
631	2.543 a	4.941a	5.769a	5.121c	7.101c	4.180d	14.567a	13.160b	15.280b	13.083a	15.345a	14.567a	14.558a	
648	965 a	1.650b	2.126b	3.389d	6.641c	4.774d	5.225d	7.676e	4.338g	4.101d	5.282d	5.225e	7.180d	
861	2.027 a	3.656a	6.594a	6.402b	8.460b	8.769b	7.665c	8.169d	9.039e	7.274c	7.809c	7.665d	6.539d	
862	808 a	2.110b	3.224b	4.455c	5.790c	4.371d	4.781e	6.623e	5.582f	3.724d	5.007d	4.781e	4.813d	
871	2.223 a	5.450a	6.494a	1.1008a	13.448a	14.241a	14.915a	17.799a	20.233a	1.2613a	15.387a	14.915a	11.426b	
882	975 a	2.368b	4.837b	5.858b	7.149c	7.213c	9.780c	12.276b	12.836c	9.876b	9.268b	9.780c	7.140d	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação local x ecossistemas no período de 1998 a 2010.

Ecossistema	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
Capoeira	-	6.256a	5.025a
Mata	8.019	6.939a	5.045a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação local x sistemas de cultivo no período de 1998 a 2010.

Sistema de cultivo	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
Adubado	9.295a	6.828a	5.665a
Não adubado	6.618a	6.362a	4.432a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação ecossistemas x sistemas de cultivo no período de 1998 a 2010.

Sistema de cultivo	Local	
	Capoeira	Mata
Adubado	6.112a	5.152a
Não adubado	7.504a	5.972a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação local x clones no período de 1998 a 2010.

Clone	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
217	8.804d	5.848d	3.271e
222	7.611e	5.180e	2.608e
223	6.831e	5.283e	2.487e
224	7.101e	5.902d	2.662e
225	6.153f	6.071d	2.438e
227	8.242d	6.071d	2.491e
228	7.344e	5.281e	2.467e
274	7.632e	6.063d	2.239e
276	7.313e	5.675d	2.025e
300	8.628d	5.335e	6.000c
375	8.255d	8.514c	6.551b
381	6.868e	5.149e	4.091d

Continua...

Tabela 14. Continuação.

Clone	Local		
	Iranduba	Manaus	Maués
385	4.818f	5.421e	5.259c
388	6.560e	5.319e	7.110b
389	3.961f	3.728f	5.443c
601	5.312f	4.907e	4.490d
605	7.254e	6.117d	4.791d
607	7.642e	6.598d	3.121e
609	8.100d	6.656d	2.443e
610	10.364c	7.473c	4.560d
611	5.465f	5.295e	5.253c
612	10.357c	9.480b	5.412c
613	4.469f	7.020d	1.100e
619	9.011d	7.839c	7.505b
624	7.690e	6.792d	6.698b
626	8.095d	9.342b	10.979a
631	12.401b	11.327a	3.794d
648	5.427f	3.495f	5.768c
861	7.871d	6.069d	7.059b
862	4.848f	4.612e	4.225d
871	16.320a	9.959b	10.172a
882	10.964c	6.817d	6.446b

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação ecossistemas x clones no período de 1998 a 2010.

Clone	Ecossistema	
	Capoeira	Mata
217	4.637c	6.111c
222	3.227c	5.974c
223	3.636c	5.548c
224	4.287c	5.479c
225	4.045c	5.270c
227	3.077c	6.629c
228	3.435c	5.465c
274	3.873c	5.934c
276	2.855c	5.819c
300	6.060b	6.438c

Continua...

Tabela 15. Continuação.

Clone	Ecossistema	
	Capoeira	Mata
375	7.100b	8.011b
381	3.861c	5.525c
385	5.195c	5.257c
388	5.816b	6.584c
389	6.695b	3.868c
601	4.655c	4.919c
605	6.177b	5.553c
607	4.543c	5.966c
609	4.888c	5.712c
610	6.964b	7.068c
611	5.015c	5.511c
612	8.018b	8.084b
613	4.066c	5.667c
619	7.510b	8.231b
624	6.639b	7.177c
626	10.536a	9.046b
631	7.300b	10.138b
648	4.812c	5.173c
861	5.936b	7.636b
862	4.039c	4.809c
871	8.879a	13.310a
882	6.285b	8.387b

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação clones x sistema de cultivo, verificou-se alteração no agrupamento das médias de produção dos clones de acordo com o sistema de cultivo (Tabela 16). O clone 871 (BRS Maués) foi o melhor no sistema de cultivo adubado, superando todos os demais. No sistema de cultivo sem adubação, as médias dos clones 871 (BRS Maués), 626 (BRS Luzéia), 631 e 612 não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores a dos demais clones. Assim, o clone 871 pode ser indicado para plantio em ambos os sistemas de cultivo, enquanto no sistema sem adubação podem ser indicados os clones 626, 631 e 612.

A interação genótipos por ambientes é o principal complicador para a tomada de decisão dos

melhoristas de plantas na seleção dos genótipos, isso porque nem sempre o melhor genótipo em um ambiente permanece o melhor em outro ambiente, como é demonstrado nos resultados apresentados neste trabalho.

Após a quantificação da magnitude das interações entre os genótipos e os ambientes, é possível fazer um estudo de adaptabilidade e estabilidade para minimizar o efeito dessas interações significativas. Assim, é viável selecionar genótipos com ampla adaptabilidade e boa estabilidade, ou selecionar genótipos com adaptabilidade específica a determinado ambiente, capitalizando a interação; porém, na prática, essa possibilidade é inviável por diversas razões, uma delas é a dificuldade de produção de

sementes e/ou mudas de uma grande quantidade de material genético para determinada região.

Utilizando os mesmos dados deste trabalho, Pinto et al. (2018) realizaram um estudo de adaptabilidade e estabilidade por meio do método de Anicchiario (1992), apresentado na Tabela 17.

Observou-se, na Tabela 17, que o clone 871 (BRS Maués) foi o genótipo mais adaptado e estável em todos os ambientes, com índice de confiança (li) geral de 184,56; e de 175,51 e 195,49 nos ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente, mantendo sua produtividade e comportando-se de maneira previsível, mesmo em condições ambientais diferentes. Desse modo, pelo seu comportamento de ampla adaptabilidade geral e boa

estabilidade, e maior produtividade na maioria dos ambientes testados, o clone 871 (BRS Maués) pode ser considerado um genótipo ideal para cultivo nas condições do Amazonas.

O clone 631, com índice de confiança (li) geral de 142,84, possui boa estabilidade, adaptabilidade geral e alta produtividade, além de ótima opção para ser lançado para cultivo nas condições locais.

O clone 626 (BRS Luzéia), com índice de confiança (li) geral de 135,95, possui boa estabilidade e adaptabilidade específica para ambientes favoráveis, com índice de confiança (li) de 153,83, e alta produtividade, sendo boa opção para cultivo nas condições locais.

Tabela 16. Médias, em gramas de frutos por planta ao ano, da interação sistemas de cultivo x clones no período de 1998 a 2010.

Clone	Sistema de cultivo	
	Aduado	Não aduado
217	6.486d	4.402c
222	5.387e	4.338c
223	4.633e	4.857c
224	4.657e	5.285c
225	4.866e	4.681c
227	5.529e	5.060c
228	5.218e	4.017c
274	5.136e	5.194c
276	5.057e	4.401c
300	7.330d	5.180c
375	8.829c	6.424b
381	4.981e	4.761c
385	5.162e	5.300c
388	6.526d	6.035c
389	5.853e	3.119c
601	5.370e	4.202c
605	6.556d	4.928c
607	5.788e	5.046c
609	5.365e	5.375c
610	7.735c	6.281b
611	5.782e	4.813c
612	8.552c	7.561a

Continua...

Tabela 16. Continuação.

Clone	Sistema de cultivo	
	Adubado	Não adubado
613	4.235e	5.584c
619	9.503c	6.174b
624	7.840c	6.070b
626	11.257b	8.136a
631	10.088c	7.839a
648	5.390e	4.667c
861	7.381d	6.462b
862	4.267e	4.729c
871	13.923a	9.343a
882	9.023c	6.022b

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 17. Estimativa do índice de confiança de Annicchiarico (li) para produção (gramas por planta ao ano) de 32 clones de guaranazeiro, avaliados em 13 anos consecutivos em diversos ambientes do Amazonas.

Clone	Média	li ⁽¹⁾ Geral	Clone	li Desfavorável	Clone	li Favorável
871	11.648,00	184,56	871	195,49	871	175,51
631	9.118,30	142,84	619	147,81	631	158,04
626	9.099,53	135,95	861	141,26	626	153,83
619	7.667,38	129,50	300	130,12	375	122,40
375	7.527,23	119,54	631	126,76	612	121,49
612	7.524,84	117,22	610	118,06	619	116,41
861	6.808,07	114,65	626	116,97	624	115,03
624	6.890,76	112,66	375	115,37	882	112,41
882	7.334,00	111,09	388	112,58	610	105,51
610	6.855,61	111,05	612	112,47	861	97,10
300	6.170,53	105,68	624	109,63	605	95,49
388	6.052,07	97,32	882	109,29	607	90,07
605	5.724,00	92,00	217	102,05	609	89,15
217	5.425,84	89,09	611	88,43	300	88,07
607	5.312,00	85,45	605	87,86	388	86,74
611	5.127,15	85,20	274	83,36	385	86,66
274	4.927,84	80,36	607	80,86	227	84,61
385	5.004,38	79,07	224	74,34	611	82,39
609	5.170,30	76,69	381	73,97	217	79,78

Continua...

Tabela 17. Continuação.

Clone	Média	li ⁽¹⁾ Geral	Clone	li Desfavorável	Clone	li Favorável
227	4.975,92	75,95	601	72,15	222	78,32
224	4.696,46	75,94	385	71,23	223	78,29
222	4.671,53	74,37	222	70,64	274	77,55
601	4.586,46	73,99	862	69,81	224	77,25
381	4.675,53	73,81	227	66,16	613	75,91
648	4.461,69	69,81	648	65,94	601	75,58
862	4.284,53	68,94	609	64,41	276	75,36
225	4.446,07	68,69	389	64,11	225	74,86
276	4.429,53	67,08	225	61,53	228	73,35
223	4.376,23	66,96	276	58,39	381	73,27
389	4.322,84	65,59	223	55,09	648	73,03
228	4.166,61	63,46	228	52,89	862	67,88
613	4.464,61	62,86	613	49,83	389	67,22

⁽¹⁾Índice de confiança de Annicchiarico.

Conclusões

Existe variabilidade fenotípica entre os genótipos testados neste trabalho que permite a seleção de genótipos para plantio no Amazonas.

O clone 871 (BRS Maués) possui boa estabilidade, ampla adaptabilidade e maior produtividade na maioria dos ambientes testados, considerado então um genótipo ideal para cultivo nas condições do estado do Amazonas.

O clone 631 possui boa estabilidade, adaptabilidade geral e alta produtividade, ótima opção para ser lançado para cultivo nas condições locais.

O clone 626 (BRS Luzéia) possui boa estabilidade, adaptabilidade específica para ambientes favoráveis e alta produtividade, também uma boa opção para cultivo nas condições locais.

Referências

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics & Breeding**, v. 46, n. 3, p. 269-278, 1992.

ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, p. 43-48, 2005.

ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. Guaraná – *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. O.; BRITO, E. S. (ed.). **Exotic fruits**. London: Academic Press, 2018. p. 225-236. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00029-0>.

CRUZ, C. D. Genes software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Sistema de produção para guaraná**. 3. ed. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 34 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89551/1/sistema-de-producao-de-gurana.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2023.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps88-01>.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. 2003. 187 f. Tese (Doutorado

em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; CRAVO, M. da S. **Melhoramento genético do guaranazeiro resultados de ensaios de avaliação de clones fase produtiva 1985 a 1994**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000b. 54 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa, 7). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/6298/1/BP-7.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; CRAVO, M. da S.; GARCIA, T. B.; RIBEIRO, J. de R. C.; LIMA, L. dos P.; FERREIRA, J. O. **Novos clones de guaranazeiro para o Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000a. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 8). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/7052/1/ComTec-8.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; CRAVO, M. da S.; MACEDO, J. L. V. de; GARCIA, T. B.; COSTA JÚNIOR, R. C.; RIBEIRO, J. de R. C. **Clones de guaranazeiro para o Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195693/1/Com-Tec-1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; ARAÚJO, J. C. A. de. **BRS Andirá**: cultivar de alta produção e resistente às principais doenças. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007b. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 55). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/19317/1/Com_Tec_55.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; ARAÚJO, J. C. A. de. **BRS Cereçaporanga**: nova cultivar para o agronegócio do guaraná. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007c. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 56). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/19318/1/Com_Tec_56.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; ARAÚJO, J. C. A. de. **BRS Luzéia**: nova cultivar para o agronegócio do guaraná no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007d. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 57). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/19319/1/Com_Tec_57.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; ARAÚJO, J. C. A. de. **Cultivar**

BRS Mundurucânia: resistente e produtiva. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007a. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 54). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64235/1/ComTec-54-2007.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; SOUSA, N. R. **BRS Onhiamuaçabê**: nova cultivar de guaranazeiro recomendada para o Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 93). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101439/1/Com-Tec-93.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; SOUSA, N. R. **BRS Saterê**: nova cultivar de guaranazeiro para o Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009a. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 82). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63956/1/ComTec-82-2009.pdf>. Acesso em: 5 out. 2023.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R.; SOUSA, N. R. **Marabitaná**: nova opção de guaranazeiro para o Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009b. 2 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 83). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63957/1/ComTec-83-2009.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; GARCIA, T. B. **Competição e avaliação de clones de guaraná**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1993. 37 p. (EMBRAPA-CPAA. Programa 7 – Diversificação Agropecuária – Guaraná. Projeto 8.07.83.005-4). Projeto concluído.

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). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAA-2009-09/14953/1/Sistema_Prod_Guarana.pdf. Acesso em: 5 jan. 2024.

PINTO, C. E. D. L.; ATROCH, A. L.; FAJARDO, J. D. V.; NASCIMENTO FILHO, F. J. do. Seleção de clones de guaranazeiro para adaptabilidade e estabilidade no estado do Amazonas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186046/1/Selecao-de-clones.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2024.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

SISTEMAS de produção para guaraná (revisão): estado do Amazonas. [S.l.]: EMBRAPA, 1983. 31 p. (Sistemas de produção, Boletim 1). Reunião para elaboração de “Sistemas de produção para guaraná”, realizada em Manaus-AM, no período de 25 a 29 de outubro de 1982. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46403/1/>

SID-DOCUMENTOS-01-SISTEMAS-DE-PRODUCAO-PARA-GUARANA-REVISAO-ESTADO-DO-AMAZONAS-CDU-633-88.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. **Resposta do guaranazeiro a níveis de N, P, K e Mg**. Relatório final de projeto. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1989.