

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure, possibly a bird or a person, surrounded by a laurel wreath. Above the wreath are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written along the top inner edge of the circle, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written along the bottom inner edge. There are two small dots on the left and right sides of the circle.

**AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DE CARACTERES
AGRONÔMICOS EM PROGENIES DE PUPUNHEIRA (*Bactris
gasipaes* Kunth.)**

CATIELE VIEIRA BORGES

MANAUS – AM
2016

CATIELE VIEIRA BORGES

**AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DE CARACTERES
AGRONÔMICOS EM PROGÊNIES DE PUPUNHEIRA (*Bactris
gasipaes* Kunth.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutora em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha

MANAUS – AM
2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B732a Borges, Catielle Vieira
Avaliações biométricas de caracteres agronômicos em progênies de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) / Catielle Vieira Borges. 2016
91 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Fábio Medeiros Ferreira
Coorientador: Rodrigo Barros Rocha
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Parâmetros genéticos. 3. Modelos biométricos. 4. Produção de frutos. I. Ferreira, Fábio Medeiros II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CATIELE VIEIRA BORGES

AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS DE CARACTERES
AGRONÔMICOS EM PROGÊNIES DE PUPUNHEIRA (*Bactris
gasipaes* Kunth.)


Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutora em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

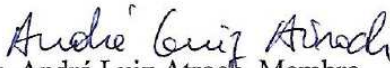
Aprovada em 31 de março de 2016

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira, Presidente
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Rodrigo Barros Rocha, Membro
Embrapa Rondônia


Dr. Mágnio Sávio Ferreira Valente, Membro
Universidade Federal do Amazonas


Dr. André Luiz Atroch, Membro
Embrapa Amazônia Ocidental


Profa. Dra. Fernanda Fátima Caniato, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Aos meus pais Joafran e Elizabete, aos meus irmãos Catilene, Queilâne, Joafran Júnior (in memorian) e Lucas, aos meus sobrinhos Henrique, João Victor, Enzo Matheus e Gabriel, por serem minha fortaleza e fonte de equilíbrio, pelo apoio e compreensão...

...Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por mais essa realização, pelo dom da vida e por todas as bênçãos a mim concedidas.

A toda a minha família, em especial a meus pais, pelo apoio inestimável a minha formação pessoal, acadêmica e profissional, por sempre acreditarem na minha capacidade e, sobretudo, por serem minha referência de amor, esperança e honestidade. Superar a distância e a saudade seria muito mais difícil sem a benção e o amor de vocês.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da UFAM, bem como a todos os docentes e funcionários que o compõe, pela oportunidade e realização do curso de doutorado.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia (EMBRAPA-RO), por disponibilizarem as condições necessárias para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Fábio Medeiros Ferreira e Dr. Rodrigo Barros Rocha, que me acompanharam nessa jornada desde o mestrado, pela parceria e amizade, por confiarem a mim a realização de mais este trabalho, pela paciência, pelos ensinamentos genéticos e estatísticos, e por todo o direcionamento e apoio necessários e indispensáveis para a conclusão desta tese.

As equipes de campo e laboratório da Embrapa-RO, pela valiosa colaboração em todas as etapas de avaliações.

Aos amigos e colegas pós-graduandos do PGATR, em especial a turma 2012/1 e aos que me acompanham desde a graduação e/ou mestrado e continuam nessa jornada da pesquisa, especialmente: Anselmo Santos, Dri (Adriana Gil), Franci, Gê (Gerlândio Suassuna), Iza (Iza Maria Paiva), Jô (Jolêmia Cristina), Liane Demosthenes, Marcely Cristiny, Miyosi (Jaisson Miyosi Oka), Tainah, Tathy (Tatiana Vieira Senra) e Wandí (Wanderléia Ribeiro), pelos momentos de descontração, pela companhia e amizade durante esses anos que passamos juntos, compartilhando não só conhecimento, mas também trocando experiência de vida.

A todos os amigos queridos de perto e de longe que não são do convívio acadêmico e que sempre estiveram na torcida por mim.

Enfim, a todos que de alguma forma tiveram papel importante, ou colaboraram indiretamente na realização deste trabalho no decorrer desses anos e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer o meu agradecimento.

AGRADEÇO!!!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Tereza de Calcuta

RESUMO GERAL

Avaliações Biométricas de Caracteres Agronômicos em Progênes de Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.)

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) é uma das poucas palmeiras domesticadas, cujo palmito e frutos se destacam na dieta alimentar, principalmente na região Amazônica. Porém, não existem cultivares desenvolvidas para a produção de frutos, que ainda são direcionados seja para subsistência de populações ribeirinhas e para mercados municipais, diferente do cultivo para palmito que é um agronegócio em crescente expansão. Os frutos da pupunheira possuem uma grande variabilidade natural de cores, sabores, oleosidade e textura. No entanto, essa variabilidade também limita o seu mercado, uma vez que os frutos adequados para consumo *in natura*, produção de farinha ou de óleo, têm diferentes características. Portanto, diante da relevância do cultivo da pupunheira para produção de frutos, objetiva-se com essa pesquisa direcionar estratégias de melhoramento genético para produção de frutos de pupunha a partir da avaliação de características agronômicas, fazendo uso de técnicas e modelos biométricos. O teste de progênes foi conduzido no campo experimental da Embrapa Rondônia, em que se encontram arranjas famílias de meios-irmãos de pupunheira, distribuídas em um hectare. O experimento foi delineado em blocos ao acaso com 14 famílias dispostas em três blocos com oito plantas por parcela, em espaçamento 6x4 m. Foram avaliados caracteres agronômicos, assim como, os componentes da produção, a partir da avaliação de dados de três anos agrícolas, que equivale a sete anos de cultivo. O método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viesada) foi utilizado para estimar os componentes de variância e os valores genéticos. Melhorias nas condições de cultivo proporcionadas pela calagem e adubação foram observadas a partir de 2012 (quarto ano de cultivo) na camada de 0 a 20 cm. A partir do sétimo ano de cultivo a produção de pupunha tende a estabilizar genotipicamente. O número e o peso de cachos são os principais caracteres associados a produção de frutos. O ganho de seleção com as estimativas dos efeitos genotípicos das plantas selecionadas, apresentaram maior influência na resposta das características com progresso genético de 59,57% no sétimo ano de cultivo, evidenciando maiores possibilidades de ganhos com a propagação assexuada.

Palavras-chave: Melhoramento genético vegetal. Parâmetros genéticos. Modelos biométricos. Produção de frutos.

GENERAL ABSTRACT

BIOMETRIC EVALUATIONS OF AGRONOMIC CHARACTERS IN PROGENIES OF PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes* Kunth)

The *pupunheira* (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) is one of the few domesticated palm trees, whose heart of palm and fruits stand out in the diet, especially in the Amazon region. However, there are no cultivars developed for fruit production, which are still targeted either for subsistence of riverine populations or for municipal markets, different from the cultivation for heart of palm which is a growing agribusiness. The fruits of the *pupunheira* have a great natural variability of colors, flavors, oiliness and texture. However, this variability also limits its market, since the fruits suitable for consumption *in natura*, production of flour or oil, have different characteristics. Therefore, given the importance of *pupunheira* cultivation for fruit production, the objective of this research is to direct strategies of genetic improvement for production of *pupunha* fruits from the evaluation of agronomic characteristics, using techniques and biometric models. The progeny test was conducted in the experimental field of Embrapa Rondônia, where families of half-siblings of *pupunheira* were arranged, distributed in one hectare. The experiment was designed in randomized blocks with 14 families arranged in three blocks with eight plants per parcel, spaced 6x4m apart. Agronomic characters were evaluated, as well as the components of the production, based on the evaluation of data of three agricultural years, which is equivalent to seven years of cultivation. The REML/BLUP method (maximum restricted likelihood/best linear unbiased prediction) was used to estimate the components of variance and genetic values. Improvements in the cultivation conditions provided by liming and fertilization were observed from 2012 (fourth year of cultivation) on the 0 to 20 cm layer. From the seventh year of cultivation the production of *pupunha* tends to stabilize genotypically. The number and weight of bunches are the main characters associated with fruit production. The selection gain with the estimates of the genotypic effects of the selected plants had a greater influence on the response of the traits with a genetic progress of 59,57% in the seventh year of cultivation, evidencing greater possibilities of gains with asexual propagation.

Keywords: Genetic plant breeding. Genetic parameters. Biometric models. Fruit production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1.** Arquitetura da planta matriz de pupunheira, com perfilhos em diferentes tamanhos e detalhes do estipe com presença e ausência de espinhos, Porto Velho-RO. Fotos: Catielle Vieira Borges, 2015..... 18
- Figura 2.** Detalhes da inflorescência e dos cachos no estipe com frutos em diferentes estágios de maturação, Porto Velho-RO. Fotos: Rodrigo Barros Rocha, 2011 e 2013..... 18
- Figura 3.** Detalhes dos frutos de pupunheira: fruto maduro, fruto aberto e sementes, Porto Velho-RO. Fotos: Catielle Vieira Borges, 2015..... 19
- Figura 4.** Localização dos experimentos de caracterização de acessos de pupunheira para produção de frutos em avaliação no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Porto Velho – Rondônia. A: Testes de progênes e de níveis de adubação, instalado no ano de 2008, B: Teste de progênes para produção de frutos com características mais adequadas para consumo in natura, instalado no ano de 2013, C: Teste de progênes para produção de frutos com maior teor de óleo, instalado no ano de 2013..... 25

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Localização do campo experimental da Embrapa-RO com testes de progênes e níveis de adubação, Porto Velho – RO..... 36
- Figura 2.** Representação gráfica bidimensional das médias de produção de frutos (kg.árvore-1) de 14 progênes de pupunheira, entre os pares de anos formados pelos 5º, 6º e 7º anos pós-plantio, Porto Velho – RO..... 45

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Diagrama ilustrativo representando, os efeitos diretos e indiretos dos componentes produtivos: peso do fruto (Pfruto), teor de matéria seca (Teor MS), número médio de cachos (NCa), peso médio de cachos (PC) e número de perfilhos por planta, sobre o caráter principal: produção (Prod.), Porto Velho – RO..... 56

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1.	Valores médios da massa fresca dos frutos em gramas.frutos-1 (Massa Fresca), percentual de polpa (Polpa(%)), teor de matéria seca (MS(%)), teor de óleo (Óleo(%)) e teor de fibras (Fibra(%)) de 15 matrizes selecionadas para produção de frutos com maior teor de óleo e 15 matrizes selecionadas para produção de frutos mais adequados para consumo in natura, a partir a prospecção e análise bromatológica dos frutos dos mercados de Porto Velho-RO.....	24
------------------	---	----

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Adubação em diferentes níveis por bloco realizadas de 2008 a 2015 na área experimental localizada no município de Porto Velho – RO.....	37
Tabela 2.	Atributos químicos do solo na camada de 0-20 e de 20-40 cm, avaliados de 2009 a 2013 na área experimental localizada no município de Porto Velho – RO.....	41
Tabela 3.	Análise de variância da produção de frutos de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., avaliados no 5º, 6º, e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO.....	41
Tabela 4.	Análise descritiva de alguns componentes de produção em <i>Bactris gasipaes</i> Kunth. com base em informações fenotípicas do 5º, 6º e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO.....	42
Tabela 5.	Médias da produção de frutos (kg.árvore-1) das 14 progênes de pupunheira, no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, comparadas pelo teste de Scott Knott (1974), a 5% de probabilidade, Porto Velho – RO.....	44
Tabela 6	Avaliação da herança gênica na característica espinhos no estipe de pupunheira, sob a hipótese de herança monogênica, nas proporções de segregação 3:1 e 1:1.....	46
Tabela 7	Avaliação da herança gênica na característica espinho na folha de pupunheira, sob a hipótese de herança monogênica, nas proporções de segregação 3:1 e 1:1	47

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Estimativas de correlações fenotípicas simples (diagonal superior) e fenotípicas parciais (diagonal inferior) entre caracteres agrônômicos, mensurados em progênes de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth, no 7º ano de cultivo de pupunheiras, em Porto Velho – RO.....	55
Tabela 2.	Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos componentes secundários (Teor MS, NCa, PC e Perf.) sobre o caráter principal (produção de frutos), no 7º ano de cultivo de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., Porto Velho – RO.....	56

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Parâmetros genéticos da produção de frutos (kg.árvore-1) no 5º, 6º e 7º ano de cultivo de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., Porto Velho – RO.....	67
Tabela 2.	Estimativas de parâmetros genéticos da análise conjunta da produção de frutos de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO.....	68
Tabela 3.	Estimativa dos parâmetros genéticos no 7º ano de cultivo, dos principais componentes da produção de frutos de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth, Porto Velho – RO.....	70
Tabela 4.	Número efetivo e ganho de seleção estimado da produção de frutos, considerando o efeito aditivo e o efeito genotípico em função da estratégia de seleção, Porto Velho – RO.....	71
Tabela 5.	Valores genéticos com a seleção dos três melhores indivíduos por família em função do efeito aditivo dos genes (produção de sementes) e o efeito genotípico (propagação vegetativa) de <i>Bactris gasipaes</i> Kunth., Porto Velho – RO.....	72
Tabela 6.	Progresso genético estimado da seleção direta dos três melhores indivíduos por família em <i>Bactris gasipaes</i> Kunth, Porto Velho – RO.....	73
Tabela 7.	Progresso genético para aumento na produção de frutos (Prod.) e respostas indiretas a outras características associadas à produção em <i>Bactris gasipaes</i> Kunth, Porto Velho – RO.....	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Aspectos botânicos da pupunheira	17
3.2 Origem e domesticação	20
3.3 Uso e Aspectos Socioeconômicos	21
3.4 Melhoramento genético	22
3.5 Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.....	26
3.5.1 Relação entre caracteres	26
3.5.2 Variabilidade genética e parâmetros genéticos	27
3.5.3 Progresso genético a partir de testes de progênies	30
CAPÍTULO I.....	32
DESEMPENHO AGRONÔMICO EM PROGÊNIES DE PUPUNHEIRA.....	32
RESUMO	32
CHAPTER I.....	33
AGRONOMIC PERFORMANCE IN PROGENIES OF <i>PUPUNHEIRA</i>	33
ABSTRACT	33
1 INTRODUÇÃO.....	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Instalação do experimento	36
2.2 Avaliações de campo	37
2.3 Análises genético-estatísticas	38
2.3.1 Estatística descritiva	38
2.3.2 Teste para a herança monogênica.....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4 CONCLUSÕES	48
CAPÍTULO II.....	49
RELAÇÕES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PUPUNHEIRA.....	49
RESUMO	49
CHAPTER II	50
PHENOTYPICAL RELATIONS BETWEEN AGRONOMIC CHARACTERS AND <i>PUPUNHEIRA</i> FRUIT PRODUCTION.....	50
ABSTRACT	50
1 INTRODUÇÃO.....	51

2 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1 Instalação do experimento	52
2.2 Avaliações de campo	52
2.3 Relação entre caracteres	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	54
4 CONCLUSÕES	57
CAPÍTULO III	58
AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO ENTRE E DENTRO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS PARA A PRODUÇÃO DE PUPUNHA.....	58
RESUMO	58
CHAPTER III.....	59
EVALUATION OF GENETIC PROGRESS BETWEEN AND WITHIN HALF-SIBLINGS FAMILIES FOR THE PRODUCTION OF <i>PUPUNHA</i>	59
ABSTRACT	59
1 INTRODUÇÃO.....	60
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1 Instalação do experimento	62
2.2 Avaliações de campo	62
2.3 Análises genético-estatísticas	63
2.3.1 Estimação de parâmetros genéticos.....	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4 CONCLUSÕES	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE	84

1 INTRODUÇÃO GERAL

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) é uma palmeira que se destaca pelo cultivo de dois produtos alimentares rentáveis: o palmito e o fruto. O fornecimento do palmito é um agronegócio em crescente expansão nas regiões Sul e Suldeste do país. De maneira diferente, o cultivo da pupunheira para a produção de frutos ocorre em pequenos pomares caseiros, na agricultura familiar na região Norte do país (CLEMENT et al., 2009a; FARIAS NETO et al., 2013). Os frutos, denominados como pupunhas, variam de amiláceos a oleosos e possuem uma grande variabilidade de cores, tamanhos e sabores.

Apesar de ser uma palmeira domesticada (CLEMENT, 1988), um dos maiores desafios para o desenvolvimento tecnológico da pupunheira está em oferecer cultivares definidos para boa produção e com qualidade dos frutos. Para superar essa realidade se fazem necessários estudos de caracterização e seleção de genótipos superiores nos programas de melhoramento.

No Brasil o melhoramento da pupunheira tem sido conduzido por empresas da iniciativa pública: A Embrapa Amazônia Ocidental vem conduzindo ensaios para o produto palmito, o Instituto Agrônomicos de Campinas (IAC) tem conduzido ensaios para o produto palmito, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) ensaios de produção para pupunha e palmito, Embrapa Florestas conduz os ensaios de produção de palmito da rede de melhoramento da Embrapa (CLEMENT et al., 2009b).

Há oito anos, o Centro de Pesquisas Agrofloretais da Embrapa – Porto Velho-RO, iniciou o programa de desenvolvimento tecnológico para o cultivo da pupunheira, dentro do qual estão inseridas ações para o melhoramento genético, com a finalidade de selecionar genótipos com potencial para a produção de frutos destinados para o consumo humano, e, ou, processamento industrial.

A literatura é recente e escassa sobre os resultados alcançados no melhoramento genético para produção de pupunhas e seus componentes agrônomicos (CORNELIUS et al., 2010; FARIAS NETO et al., 2013), principalmente quando o assunto é estimação de parâmetros genéticos, predição de ganhos com a seleção e associação de caracteres produtivas da espécie *B. gasipaes*.

O que se bem sabe é que a estratégia de melhoramento mais utilizada nesta palmácea têm sido os testes de progênies. Historicamente, este método é importante na quantificação dos parâmetros genéticos de várias espécies vegetais perenes, por gerar informações sobre o

potencial genético em nível individual e de progênies (comumente famílias de meios-irmãos) a serem selecionadas e/ou recombinadas para um novo ciclo de seleção.

Santos (2014) ao avaliar os caracteres físicos e químicos de pupunhas a partir de 83 matrizes pré-selecionadas conforme suas propriedades organolépticas, pôde evidenciar que estes materiais genéticos variavam fenotipicamente quanto ao tamanho e a massa dos frutos – classificando-as inicialmente nas categorias microcarpa (52%), mesocarpa (39%) e macrocarpa (10%). De acordo com Carvalho *et al.* (2013), características físicas da pupunha apresentam grande potencial para quantificar a divergência genética entre matrizes. Ademais, o teor de óleo apresentou variabilidade expressiva nos frutos, com média de 30,2%. Este resultado é fundamental para o desenvolvimento de cultivares de qualidade, visto que a preferência dos consumidores de pupunha está em frutos com teor de óleo moderado a alto (CLEMENT; SANTOS, 2002).

Desde 2008, a Embrapa-RO conduz um ensaio com 14 progênies de meios-irmãos, oriundas de sementes provenientes inicialmente dos mercados de Porto Velho-RO, a partir da avaliação visual de 1200 cachos equivalentes a uma intensidade de seleção de 1% (SANTOS, 2014).

Diante do exposto, espera-se com o presente estudo quantificar a variabilidade genética da produção de frutos e de seus principais componentes agronômicos. Compreender melhor as relações genéticas entre caracteres agronômicos e a produção de frutos, uma vez que associações com alto a moderado grau são esperadas, mas seus efeitos sobre a produção de frutos são desconhecidos. As respostas obtidas neste trabalho auxiliarão o referido programa de melhoramento e servirão aos demais melhoristas de pupunha como uma alternativa de estratégia(s) de seleção para se obter ganhos satisfatórios e analisar o progresso genético sobre a produção de frutos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Quantificar a variabilidade genética e avaliar o progresso genético com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos de pupunheira de desempenho superior para a produção de frutos, bem como compreender as relações de causa-efeito entre caracteres agronômicos e produtivos, a fim de direcionar as estratégias de seleção no programa de melhoramento de pupunha de mesa da Embrapa -RO.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Quantificar a produção de pupunha no ensaio de teste de progênies;
- ✓ Testar a segregação dos caracteres espinhos no estipe e na folha da pupunheira;
- ✓ Quantificar as associações fenotípicas entre caracteres agronômicos e a produção de frutos, e seus efeitos;
- ✓ Estimar parâmetros genéticos e predizer os valores genotípicos dos principais caracteres agronômicos e produtivos associados à produção de frutos;
- ✓ Quantificar o ganho com a seleção entre ou dentro de progênies;
- ✓ Recomendar os indivíduos e as progênies de melhor desempenho produtivo e comportamento para novos ciclos de melhoramento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos botânicos da pupunheira

A pupunheira é uma palmácea conhecida cientificamente por *Bactris gasipaes* Kunth e classificada botanicamente como pertencente à família Arecaceae. O gênero possui aproximadamente 73 espécies e 21 variedades que se distribuem desde o Sul do México e Caribe até o Sul do Brasil e Paraguai, com maior diversidade na Amazônia (HENDERSON, 2000).

A pupunha também é conhecida em outros países como tembe e palmeira-de-castilho (Bolívia), chonta (Bolívia e Equador) chontaduro (Colômbia e Equador), cachipay (Colômbia), pejibaye (Costa Rica, Guatemala e Nicarágua), paripie (Guiana), paréou (Guiana Francesa) piba e pisbae (Panamá), pijuayo (Perú), gachipaes (Venezuela), peach palm e pewa nut (Trinidad e Tobago) (MORA-URPI et al., 1997; FERREIRA, 2005).

É uma palmeira multicaule (Figura 1) que pode atingir mais de 20 m de altura, com 15 a 30 cm de diâmetro e entrenós de 1 a 30 cm de comprimento (CLEMENT, 1987; MORA-URPI et al., 1984). Possui sistema radicular fasciculado e superficial, cerca de 75% das raízes encontra-se nos primeiros 20 cm do solo, distribuindo-se num raio de 40 cm ao redor do estipe (FONSECA et al., 2001).

O estipe é coberto com numerosos espinhos, porém, também existem variedades sem espinhos selecionados pelos ameríndios em diversas áreas de ocorrência da espécie. Uma coroa de 15 a 25 folhas pinadas são sustentadas no ápice do estipe, com folíolos inseridos em diferentes ângulos. As folhas tenras não expandidas, localizadas acima do meristema, formam o palmito (CLEMENT, 1986).



Figura 1. Arquitetura da planta matriz de pupunheira, com perfilhos em diferentes tamanhos e detalhes do estipe com presença e ausência de espinhos, Porto Velho-RO. Fotos: Catielle Vieira Borges, 2015

As características florais a determinam como uma espécie monóica, com flores femininas e masculinas na mesma inflorescência e aparece nas axilas das folhas senescentes (Figura 2). Após a polinização, que ocorre principalmente por insetos (CLEMENT et al., 2009b), os cachos podem conter entre 50 e 1000 frutos e pesar de 1 a 25 Kg (MORA-URPÍ et al., 1997; CLEMENT et al., 2009a).



Figura 2. Detalhes da inflorescência e dos cachos no estipe com frutos em diferentes estágios de maturação, Porto Velho-RO. Fotos: Rodrigo Barros Rocha, 2011 e 2013

O período de inflorescência ocorre de agosto a outubro, com frutificação entre dezembro a março, podendo estender até abril. No entanto, dependendo das condições edafoclimáticas a pupunheira pode produzir fora dessa safra (CYMERIS; CLEMENT, 2005).

Diversos fatores fitossanitários e edafoclimáticos, como nutrição da planta, polinização deficiente, estiagem, competição e ataque de pragas e doenças, podem causar aborto dos frutos, diminuindo o peso dos cachos ou até mesmo causado a morte destes (CLEMENT et al., 2009b).

Os frutos (Figura 3) são drupas que pesam entre 0,5 a 250 g, com formato variando de globoso, ovoide ou elipsoide e quando maduros possuem epicarpo fibroso que varia de cor, podendo ser vermelha, laranja ou amarela, e um mesocarpo amiláceo a oleoso, com um endocarpo envolvendo um endosperma fibroso e oleoso (CLEMENT, 2000; CLEMENT et al., 2009b).



Figura 3. Detalhes dos frutos de pupunheira: fruto maduro, fruto aberto e sementes, Porto Velho-RO.
Foto: Catiele Vieira Borges, 2015

Quanto ao seu sistema reprodutivo, é uma espécie predominantemente alógama e possui um sistema de incompatibilidade gamética, podendo levar à produção de frutos partenocárpicos.

Segundo Mattos-Silva e Mora-Urpi (1996) existem pupunheiras com e sem espinhos, aquelas que os possuem, apresentando espinhos variando em comprimento e quantidade, podendo aparecer em toda extensão da planta ou somente nas folhas folíolos.

O sistema de plantio em nível comercial da pupunheira é realizado principalmente por meio de mudas originadas de sementes, uma vez que a propagação vegetativa por meio de cultura de tecidos para a produção de propágulos em larga escala encontra-se em fase de validação (FARIAS NETO et al., 2013).

A pupunheira quando bem nutrida, pode iniciar a floração com três anos no campo, embora o mais comum seja a partir dos cinco anos. Conforme relataram estes autores, o principal período de floração na Amazônia Central inicia em setembro, em plena época de estiagem, com amadurecimento dos frutos a partir do final de dezembro e até o início de março, em plena época chuvosa. Mudanças nos períodos de chuva e estiagem causam mudanças também na fenologia, mas ainda não existe uma análise precisa dessas variações. A pupunheira apresenta sazonalidade, o que é uma limitação séria para o processamento industrial do seu fruto (CLEMENT et al., 2009b).

3.2 Origem e domesticação

As populações de pupunheira foram reunidas em duas variedades: *B. gasipaes* var. *chichagui* (H. Karsten) Henderson, que inclui todas as populações silvestres com frutos pequenos (0,5 a 10 g) e *B. gasipaes*, que inclui todas as populações domesticadas de pupunhas com frutos grandes (10 a 250 g) (HENDERSON, 2000).

Ainda em sua revisão, Henderson (2000) propõe que as populações cultivadas originaram a partir da variedade *chichagui*, classificados em três tipos de frutos: o primeiro, com frutos muito pequenos de 0,9 a 1,6 cm de comprimento por 0,5 a 1,5 cm de diâmetro, distribuídos desde o centro-leste do Pará até os Andes no Sul da Amazônia; o segundo com frutos muito pequenos de 1,0 a 1,5 cm de comprimento por 1,0 a 1,4 cm de diâmetro, com distribuição ao norte dos Andes, na Colômbia e Venezuela, incluindo os vales dos Rios Cauca e Magdalena; e o terceiro tipo, com frutos pequenos de 1,5 a 2,9 cm de comprimento por 1,4 a 2,8 cm de diâmetro, com distribuição na Colômbia, Equador, Peru e no Brasil, sendo encontrados no sul da Amazônia, Acre e Rondônia.

A variedade *B. gasipaes*, de acordo com Clement et al. (2009b) está classificada em três categorias, que são: microcarpa (raças primitivas com frutos pequenos – de 10 a 20 g), mesocarpa (frutos médios – de 20 a 70 g) e macrocarpa (frutos maiores que 70 g).

A origem da pupunheira cultivada é ainda incerta. Clement et al. (2009b) sugerem a possível origem da pupunheira no Sudoeste da Amazônia, devido a existência de pelo menos dois tipos da variedade *chichagui*, que teria sido domesticada pelos povos indígenas por um longo período, criando numerosas raças primitivas, incluindo populações sem espinhos encontradas em diversas áreas de ocorrência da espécie.

Três outras hipóteses também são defendidas como possíveis origens da pupunheira: a primeira nos Andes da Colômbia; a segunda no Sudoeste da Amazônia e; a terceira por meio de múltiplas origens em diversos locais da variedade *chichagui* (MORA-URPI, 1992, 1993; CLEMENT et al., 2009b).

De acordo com Clement et al. (2009a), também existem três prováveis suposições e em diferentes momentos para o processo de domesticação da pupunheira: um que seria o uso da madeira (para fabricação de artefatos, caça, pesca e construção), outro em relação ao uso dos frutos oleosos (como fonte de energia) e, dos frutos amiláceos. Uma vez que esses frutos passaram a ser objeto de seleção, pode-se dizer que o aumento de amido no mesocarpo foi consequência direta da seleção para tamanho do fruto (CLEMENT et al., 2009b).

3.3 Uso e Aspectos Socioeconômicos

Das raízes até as folhas a pupunheira vem sendo amplamente utilizada pelos ameríndios desde a época pré-colombiana, porém o fruto e, principalmente, o palmito, se destacam no agronegócio brasileiro (FARIAS NETO et al., 2002; CLEMENT et al., 2009a).

Quanto à utilização do palmito, a espécie apresenta algumas características vantajosas em relação às outras palmeiras do gênero *Euterpe*, como a juçara (*Euterpe edulis*) e o açai (*Euterpe oleracea*), devido a precocidade, rusticidade, perfilhamento, palatabilidade e não escurecimento do palmito após o corte (BOVI, 1997; KALIL FILHO, 2010).

Entretanto, o principal uso da pupunheira na Amazônia é quase exclusivamente para o consumo *in natura* dos frutos cozidos com água e sal, tradicionalmente apreciados pelas propriedades nutritivas e como ingredientes em receitas culinárias, bem como para a ração animal (CLEMENT; MORA-URPI, 1987; FARIAS NETO; RESENDE, 2001).

Segundo Kalil Filho et al. (2010) e Clement et al. (2009b), o cultivo dos frutos ocorre principalmente em pomares caseiros e em pequenos sistemas agroflorestais ao contrário do palmito, em que a produção é realizada em larga escala no sistema de monocultivo com cinco a dez mil plantas por hectare.

Os frutos das populações silvestres do tipo 1 (frutos muito pequenos) nos estados de Rondônia e Acre, são consumidos cozidos, assim como com os frutos cultivados e também na forma de sucos, com preparação similar à usada com açaí (CLEMENT et al., 2009a). Em Manaus e em Porto Velho, consumidores entrevistados nas principais feiras, mostraram preferências por frutos médios, com coloração vermelha e oleosos (CLEMENT; SANTOS, 2002).

3.4 Melhoramento genético

As espécies perenes, tais quais as palmeiras frutíferas, apresentam vários aspectos biológicos peculiares que tornam o melhoramento genético das mesmas bastante diferenciado do melhoramento de culturas anuais. Dentre eles, citam-se: ciclo reprodutivo longo, reprodução sexuada e assexuada e expressão dos caracteres ao longo das várias idades (RESENDE, 2002).

A etapa básica do processo de melhoramento, segundo Pires et al. (2011), é a implementação de testes de progênes, a partir dos quais os materiais genéticos selecionados são recombinados para a continuidade do melhoramento ou recomendados para plantios de produção.

Os testes de progênes têm sido utilizados para estimar parâmetros genéticos e selecionar indivíduos, quando se procura avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível com vistas a quantificar e maximizar os ganhos genéticos, utilizando-se procedimentos de seleção adequada (RESENDE; DUARTE, 2007).

A pupunheira é uma espécie que foi totalmente domesticada em diferentes estágios e em diferentes ambientes, resultando em diversas variedades tradicionais que se diferem principalmente pelo tamanho do fruto e pela porcentagem de óleo (MORA-URPI et al., 1997; CLEMENT et al., 2009a). Porém, o melhoramento genético para a produção de frutos ainda se encontra em seus estágios iniciais.

A espécie apresenta uma grande diversidade genética em suas populações silvestres e domesticadas (CLEMENT, 1988; CLEMENT, 1995; MORA-URPI et al., 1997; YUYAMA et al., 2008). Contudo, um dos principais gargalos para adequar o sistema de produção é a indisponibilidade de cultivares e sementes selecionadas voltadas para a produção de frutos.

No Brasil, os programas de melhoramento genético da pupunheira, tanto para a produção de frutos, como para palmito (CLEMENT et al., 2009a), vêm sendo estudadas nas principais instituições de pesquisa, conforme segue:

INPA – O melhoramento da pupunheira foi iniciado no final da década de 1970, visando quatro objetivos diferentes com relação ao fruto: o fruto inteiro para consumo humano, a preparação de ração para animais, a preparação de farinha e de amido, bem como a extração de óleo. Devido às dificuldades econômicas do Brasil o projeto foi abandonado no final da década de 80.

INPA – Melhoramento para palmito iniciado em 1991 com o objetivo de obter progênies de crescimento rápido, com mais de quatro perfilhos perfeitos por ano, palmitos com comprimento maior que 45 cm e plantas sem espinhos nos estipes e nos pecíolos/ráquis das folhas.

Embrapa Amazônia Oriental – O programa de melhoramento genético, para a produção de frutos de qualidade em pupunheira teve início no ano de 2005, com uma proposta de suprir o mercado com um produto que atenda à demanda do produtor, do atacadista e do consumidor.

IAC – Pesquisas iniciadas em 1973, voltadas ao melhoramento para produção de palmito. Como estratégias de melhoramento foram estabelecidos ensaios de progênies em diferentes regiões de cultivo do Estado de São Paulo. O Instituto realiza também o melhoramento participativo, por meio de seleção massal estratificada.

EMBRAPA - Algumas unidades de pesquisa (Amapá, Amazônia Ocidental, Florestas, Rondônia e Roraima) iniciaram projetos para palmito em diferentes épocas. Em 2004, foram incluídos o Espírito Santo e o Paraná, no programa de melhoramento em rede. O projeto unificou e adotou estratégias de melhoramento para o palmito em todos os programas pontuais da EMBRAPA, que adotaram a seleção recorrente intrapopulacional, para avaliar e selecionar genótipos superiores.

Conhecer os métodos de cultivo e a variabilidade genética associada às principais populações de pupunheira usadas comercialmente no Brasil é de suma importância, tanto para os plantios visando a produção de frutos quanto a de palmito (FARIAS NETO; RESENDE, 2001).

Nesse contexto, a pupunheira, por se tratar de uma espécie totalmente domesticada, portanto, sem variedades comerciais melhoradas para a produção de frutos, o estabelecimento de critérios mais apropriados para a seleção de genótipos superiores tem sido especialmente importante para o seu cultivo. Com isso, cultivares com alta produtividade, teor de fibras mais baixo e com frutos de tamanho médios, são características desejáveis para o melhoramento dessa espécie.

Com o objetivo de desenvolver novas variedades para a produção de frutos, a Embrapa Rondônia iniciou seus trabalhos de caracterização de plantas no ano de 2008, com a seleção visual de quatorze matrizes provenientes dos campos experimentais da Embrapa Rondônia, localizados nos municípios de Porto Velho e de Machadinho do Oeste – RO, para instalação de um teste de progênes e de resposta a três diferentes níveis de adubação. Desde então, esse ensaio vem sendo avaliado anualmente em relação à produção e características de qualidade dos frutos.

No ano de 2012 foram realizadas análises bromatológicas de oitenta e três matrizes (cachos), selecionadas nos mercados da região de Porto Velho, Rondônia. Os cachos foram selecionados a partir da avaliação visual de frutos com tamanho médio e alto teor de óleo, estimado pelo tato (CLEMENT et al., 2004). Considerando que neste período foram avaliados aproximadamente 1200 cachos, a seleção de oitenta e três matrizes para caracterização bromatológica corresponde a uma intensidade de seleção de 6,91%. Por se tratar de uma palmeira nativa as referidas atividades de pesquisa foram realizadas mediante a autorização de acesso para fins de pesquisa científica número 02001.003363/2011-83.

A partir da caracterização bromatológica foram selecionadas 15 matrizes com frutos de tamanho médio, medianamente oleosos e menor conteúdo de fibras para instalação de um teste de progênes visando a seleção de plantas com frutos mais apropriadas para consumo *in natura*. Assim como também foram selecionadas 15 matrizes com alto teor de óleo nos frutos visando à seleção de plantas com frutos com alto teor de óleo (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios da massa fresca dos frutos em gramas.frutos⁻¹ (Massa Fresca), percentual de polpa (Polpa(%)), teor de matéria seca (MS(%)), teor de óleo (Óleo(%)) e teor de fibras (Fibra(%)) de 15 matrizes selecionadas para produção de frutos com maior teor de óleo e 15 matrizes selecionadas para produção de frutos mais adequados para consumo *in natura*, a partir a prospecção e análise bromatológica dos frutos dos mercados de Porto Velho-RO

Objetivo da seleção	Massa fresca	Polpa (%)	MS (%)	Óleo (%)	Fibra (%)
Consumo <i>in natura</i>	29,34	85,80	56,61	31,45	3,67
Produção de óleo	7,65	75,97	60,86	53,01	5,30

No ano de 2013, com a seleção de 15 matrizes para produção de frutos com maior teor de óleo e 15 matrizes para produção de frutos mais adequados para consumo *in natura* foram instalados dois testes de progênes em delineamento de blocos casualizados com informação dentro de parcela, utilizando três repetições de oito plantas (Figura 1).

Com o objetivo de desenvolver duas áreas de produção de sementes melhoradas (APS), uma de produção de frutos para consumo *in natura* e outra de produção de frutos para extração de óleo, pretende-se aumentar o número efetivo, entendido como o número de plantas não aparentadas, limitando o número de plantas a serem selecionadas dentro de cada família e pelo plantio de indivíduos com características superiores avaliadas no ensaio instalado no ano de 2008 (Figura 1 – A), que deverá ser eliminado com o término das avaliações.



Figura 4. Localização dos experimentos de caracterização de acessos de pupunheira para produção de frutos em avaliação no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Porto Velho – Rondônia. **A:** Testes de progênes e de níveis de adubação, instalado no ano de 2008, **B:** Teste de progênes para produção de frutos com características mais adequadas para consumo *in natura*, instalado no ano de 2013, **C:** Teste de progênes para produção de frutos com maior teor de óleo, instalado no ano de 2013

3.5 Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético

Estudos utilizando métodos e modelos estatísticos univariados e multivariados para avaliar características agronômicas do palmito de pupunheira podem ser encontrados na literatura (FARIAS NETO et al., 2001, 2002; BERGO et al., 2013), porém, o emprego destas técnicas são escassos quando se trata de caracteres relacionados aos frutos da pupunheira.

Serão reportados os principais métodos estatísticos e modelos biométricos utilizados no presente estudo a fim de responder aos objetivos e hipóteses suscitadas no trabalho.

3.5.1 Relação entre caracteres

No melhoramento genético entender a relação entre os caracteres por meio do grau de associação linear entre duas variáveis é particularmente importante, principalmente para aquelas variáveis de baixa herdabilidade, dificuldade de mensuração e identificação (CRUZ et al., 2012). Assim, segundo esses mesmos autores, selecionando caracteres de fácil mensuração e correlacionados ao caráter de interesse, as medições tornam-se menos demoradas e o processo de seleção mais acelerado.

A correlação entre caracteres, que pode ser fenotípica ou genotípica, refere-se ao grau de associação entre elas e quantifica as influências que determinados caracteres exercem sobre outros (RESENDE, 2002). Esse autor afirma ainda que quando a correlação genética for alta, seja ela negativa ou positiva, a alteração em um caráter via seleção promove alterações significativas em outros caracteres correlacionados a ele.

O coeficiente de correlação de Pearson (linear simples) conforme originalmente proposto não é uma medida de causa e efeito, assim como não o é a correlação parcial, embora esta seja uma medida mais informativa sobre a relação entre variáveis, pois é estimada com a remoção dos efeitos de outras variáveis ou um grupo de variáveis sobre a associação estudada (CRUZ et al., 2012).

A fim de compreender a relação de causa e efeito entre caracteres, Wright (1923) propôs a análise de trilha. O método permite desdobrar os coeficientes de correlação, entre uma variável tida como principal e outras explicativas, em componentes de efeitos diretos e indiretos por meio de um modelo aditivo de regressão linear múltipla.

Poucos estudos reportam as aplicações das estimativas de correlação e da análise de trilha para caracteres agronômicos dos frutos de pupunha. No entanto, estes estudos vêm sendo rotineiramente empregados em outras espécies de palmeiras cultivadas, como juçara

(MARÇAL et al., 2015), açazeiro (TEIXEIRA et al., 2012) e dendezeiro (OKWUGWU et al., 2008; OKOYE et al., 2009; KRUALEE et al., 2013), avaliando caracteres relacionados aos seus respectivos frutos.

Por meio da análise de trilha, foi possível verificar que o número de ráquias por cacho é o caractere mais promissor para se obter ganhos indiretos na produção total de frutos em açazeiro (TEIXEIRA et al., 2012).

3.5.2 Variabilidade genética e parâmetros genéticos

Uma das maneiras de identificar os indivíduos portadores de genes desejáveis é quantificar os componentes de variância genética e ambiental (FARIAS NETO et al., 2013). Os autores afirmam ainda, que a seleção deve ser feita com base nos valores genéticos aditivos dos indivíduos que serão utilizados na recombinação e nos valores genotípicos dos indivíduos que serão clonados.

Dentre os parâmetros genéticos populacionais estimados destacam-se as variâncias genéticas aditivas e não aditivas, as herdabilidade no sentido amplo e restrito, as interações genótipos e ambientes, as correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres (RESENDE, 2002; PIRES et al., 2011). Outros também são importantes para explicar as variações genéticas e ambientais, como coeficiente de variação genético e coeficiente de variação ambiental e sua relação, a acurácia, efeito de competição de parcela, desvio-padrão e variância do valor genético, e coeficiente de repetibilidade.

Segundo Cruz e Carneiro (2006), a herdabilidade expressa a acurácia do processo seletivo e é um dos principais fatores que determinam o ganho de seleção. Esse coeficiente de acordo com Resende (2002), refere-se à proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres, indicando o grau de facilidade ou dificuldade para melhorar determinados caracteres. Neste contexto, caracteres com herdabilidade baixa demandarão métodos de seleção mais elaborados que aqueles com herdabilidade alta.

Uma das finalidades da herdabilidade no processo de melhoramento é a de quantificar a proporção do diferencial de seleção que se espera ganhar quando a seleção for praticada sobre uma unidade de seleção definida (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

É importante ressaltar que a herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias do ambiente as quais os indivíduos estão sujeitos. Ou seja, o valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os

componentes de variância, uma alteração em qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade (FALCONER, 1987).

A aplicação da herdabilidade no sentido restrito é mais comum associada à avaliação de materiais de propagação sexuada, ao contrário da herdabilidade no sentido amplo que é aplicável a materiais de propagação vegetativa (PIRES et al., 2011).

Nesse sentido, estimar de maneira eficiente os parâmetros genéticos é fundamental, pois permite identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para a obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Na avaliação genética de espécies perenes, a metodologia dos modelos mistos da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), associada à Predição dos Valores Genéticos e Genotípicos (BLUP) se destaca como um dos principais procedimentos para estimar os parâmetros genéticos, ajustando os dados aos efeitos fixos e ao número desigual de informações por parcela (RESENDE, 2007).

O procedimento REML/BLUP permite ainda obter estimativas de valores genotípicos ou médias genotípicas de progênies, bem como valores genéticos aditivos de progênies de indivíduos com alta acurácia (GOMES JÚNIOR et al., 2015). No melhoramento de plantas perenes é amplamente utilizado por ser um procedimento ótimo de seleção adequado tanto para dados balanceados quanto desbalanceados (RESENDE, 2002, 2007).

Farias Neto e Resende (2001) utilizando o procedimento REML/BLUP, para estimar os componentes de variância e predizer os valores genéticos em pupunheira, verificaram que a metodologia dos modelos mistos deve ser utilizada na estimação/predição no melhoramento de plantas perenes, cujos experimentos, em geral, geram dados desbalanceados. Neste mesmo estudo, foram relatadas as seguintes estimativas para a herdabilidade no sentido restrito em nível de indivíduos: 18,44%, 3,16%, 42,47%, 10,54%, 5,70% e 6,15% para os caracteres altura da planta, diâmetro da planta à altura do colo, tamanho do palmito, diâmetro do palmito e peso residual basal, respectivamente, aos 26 meses pós-plantio.

A seleção de genótipos superiores baseia-se nos valores genéticos aditivos das matrizes que serão recombinadas e nos valores genotípicos das plantas que podem ser propagadas vegetativamente. A acurácia genotípica determina a eficiência do processo e o progresso genético que pode ser obtido com a seleção de plantas (CRUZ et al., 2012). Cruz e Carneiro (2006) ressaltam ainda, que em regra, quando a estratégia é a seleção de famílias

superiores, aproveita-se apenas a variabilidade “entre” e desconsidera-se a variabilidade “dentro” da família.

Geralmente, para selecionar genótipos superiores em uma população, são avaliados vários caracteres, o que gera um grande volume de dados. Com isso, a seleção de múltiplos caracteres pode ser realizada por diferentes métodos, e as estatísticas multivariadas são de grande utilidade e podem ser aplicadas a um conjunto de caracteres correlacionados para seleção e caracterização genética de uma população (OLIVEIRA et al., 2007, TEIXEIRA et al., 2012).

Em açaizeiro, Teixeira et al., (2011) utilizaram os índices de seleção para determinar a estratégia seletiva mais adequada para o incremento simultâneo de componentes da produção de frutos e verificaram que o índice da soma de postos, proposto por Mulamba e Mock (1978) estimou ganhos de forma mais robusta.

Segundo Bergo et al. (2013), que avaliaram quatro ciclos de cultivo de 85 progênies de meios-irmãos de pupunheira para palmito da raça Putumayo, são necessários sete ciclos de medições para predizer o valor real das progênies com acurácia de 85% pelo método dos componentes principais, baseado na matriz de variância e covariância fenotípicas. Entretanto, em estudo com híbridos de caiaué (*Elaeis oleifra*) e dendê (*Elaeis oleifera*), Lopes et al. (2012) relataram que são necessários apenas cinco anos de avaliação da produção de cachos na fase adulta para se obter acurácia de seleção superior a 80%.

O coeficiente de variação é expresso pela relação entre o desvio padrão e a média entre os caracteres e é um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a precisão do experimento (SOUZA, 2006). Entretanto, Borges et al. (2014) afirmam que o coeficiente de variação varia conforme o tipo de característica, delineamento experimental e espécie avaliada.

Para o estudo da herança (determinadas por genes e transmitidas para a próxima geração) de uma característica, é necessário compreender e diferir dois componentes da variabilidade: o genético e o ambiental, e a proporção de seus efeitos. Assim, a fração herdável da variância genotípica é aquele referente aos alelos e denomina-se variância aditiva. Já aquela resultante da combinação dos alelos em cada genótipo, ou seja, referente à interação intra-alélica, não é herdada, sendo denominada variância atribuída aos desvios da dominância. Além destas, quando se consideram dois ou mais locos, surge outra fração relativa à interação entre alelos de genes diferentes, denominada variância atribuída às interações epistáticas ou epistasia (CRUZ, 2005; CRUZ; CARNEIRO, 2006; PIRES et al., 2011).

Dos componentes de variância, a de efeito aditivo é a principal causa da semelhança entre indivíduos aparentados e o principal fator responsável pelo progresso obtido na seleção

(BUENO et al., 2006). Por isso, tem sido amplamente utilizado como uma das principais ferramentas para se obter outros parâmetros genéticos que possibilitam a ampliação do conhecimento sobre os caracteres de seleção e auxiliam na escolha de métodos de melhoramento mais eficientes (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Um dos importantes parâmetros genéticos é o tamanho efetivo populacional (N_e), introduzido por Wright (1931) como sendo o tamanho da população ideal que apresenta a mesma taxa de aumento na homozigose ou deriva genética, apresentada pela população real em consideração (RESENDE, 2002).

Estudos realizados por Pereira e Vencovsky (1988) relatam que o tamanho efetivo populacional necessário para a obtenção do teto seletivo, de maneira geral, não é de grande magnitude, situando-se na faixa de 30 a 60. No entanto, com um N_e pequeno, as populações são mais susceptíveis a perdas de alelos favoráveis por deriva genética. Adicionalmente, em pequenas populações os acasalamentos entre aparentados são mais favorecidos, ou seja, tem maior probabilidade de ocorrência, o que, conseqüentemente, gera maiores níveis de endogamia (CRUZ; CARNEIRO 2006).

3.5.3 Progresso genético a partir de testes de progênies

O progresso genético refere-se às modificações observadas nas características de interesse, transcorridos um ciclo de seleção com recombinações das unidades selecionadas, as quais segundo Pires et al. (2011) podem ser feitas diretamente para características desejadas (seleção direta) ou por meio de caracteres auxiliares (seleção indireta) e ainda de forma simultânea, em relação aos vários caracteres mensurados e de interesse do melhorista.

Em estratégias de melhoramento busca-se selecionar e aproveitar ao máximo a parte herdável do caractere com vista ao progresso genético. Em espécies perenes resultam basicamente da combinação entre delineamento de cruzamentos, métodos de seleção e estrutura de populações (PIRES et al., 2011).

Segundo Resende (2002), este progresso é reflexo do ganho genético que representa a superioridade (diferença) da população melhorada em relação à população não melhorada, ou seja, $\mu_1 - \mu_0$. A média genotípica da população melhorada (μ_1) corresponde à média dos valores genéticos dos indivíduos selecionados ao passo que a média da população não melhorada (μ_0) corresponde à média dos valores genéticos de todos os indivíduos da população.

Testes de progênies são um dos delineamentos genético-estatístico mais usados em programas de melhoramento, no qual são avaliadas as famílias de meios-irmãos, de irmãs completas ou de plantas resultantes da autofecundação (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Segundo Bueno et al. (2006) a seleção com os testes de progênies é mais eficaz que a seleção massal porque possibilita uma avaliação mais precisa dos genótipos selecionados, pois as progênies são avaliadas em ensaios com repetições, resultando em maior precisão das médias. Além disso, a possibilidade de avaliações em vários locais reduz o efeito da interação genótipo x ambiente no resultado da seleção, o que permite a utilização mais ampla do material selecionado.

Nas famílias (ou progênies) de meios-irmãos de espécies alógamas, como a pupunheira (predominantemente alógama), o controle parental é apenas o do sexo feminino, em razão das plantas dispostas no ensaio de campo serem oriundas de sementes ou frutos representativos de uma determinada matriz identificada (genitor materno em comum). O genitor masculino é desconhecido, porém admite-se que são os próprios indivíduos do ensaio os formadores do *pool* de pólen.

Comumente o melhorista ao empregar este delineamento avalia e passa a dispor dos dados em nível de plantas (ou árvores) dentro das parcelas, o que lhe permite várias estratégias de seleção, como: seleção entre famílias seguida, ou não, de seleção de plantas dentro da parcela, seleção massal (seleção de plantas dentro do experimento) e seleção massal estratificada (seleção de plantas dentro de cada bloco).

Para o caso de famílias de meios-irmãos derivadas de populações não-endogâmicas a variância genotípica entre médias de famílias é um quarto da variância genética aditiva e dentro de famílias corresponde a três quartos da variância genética aditiva somada a variância atribuída aos desvios de dominância (CRUZ et al., 2014). Já a seleção massal (estratificada ou não) capitaliza a variância genética aditiva total.

As estratégias definidas conforme a unidade de seleção direcionam a escolha de diferentes médias (ou grupos) de plantas ou famílias superiores que aliadas às respectivas estimativas de herdabilidade, no sentido restrito, geram diferentes progressos genéticos (ganhos com a seleção) e, por consequência, diferenças na predição da média da população melhorada após o ciclo de seleção.

CAPÍTULO I

DESEMPENHO AGRONÔMICO EM PROGÊNIES DE PUPUNHEIRA

RESUMO

A pupunheira apesar de ter um alto potencial para a produção de frutos, alguns aspectos importantes para a caracterização do desempenho agronômico da espécie ainda são restritos em estudos. Com isso, o propósito desse trabalho foi caracterizar o desempenho produtivo de 14 famílias de meios-irmãos de *Bactris gasipaes*, no 5º, 6º e 7º anos de cultivo. As progênies foram avaliadas em delineamento de blocos ao acaso com informação dentro de parcela, com três repetições de oito plantas, no campo experimental da Embrapa-RO. Os atributos químicos do solo indicaram eficiência da calagem e adubação do plantio observados na melhoria desses atributos. A produção de frutos apresentou variabilidade genética a 1% de probabilidade pelo teste F, evidenciando a possibilidade de ganho genético com a seleção de plantas. O efeito da interação progênies x anos não foi significativo, indicando que as progênies mantiveram sua superioridade com o passar do tempo. A análise descritiva dos componentes de produção mostrou tendência de a produção de frutos se estabilizar a partir do 7º ano de cultivo. As médias das progênies mostraram diferenças quando comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. As progênies 25 e 31 se destacaram como as mais produtivas e temporalmente estáveis.

Palavras-chave: produção de pupunha. Progênies. *Bactris gasipaes* Kunth.

CHAPTER I
AGRONOMIC PERFORMANCE IN PROGENIES OF *PUPUNHEIRA*

ABSTRACT

Although *pupunheira* has a high potential for fruit production, some important aspects for the characterization of the agronomic performance of the species are still restricted in studies. Therefore, the purpose of this work was to characterize the productive performance of 14 families of half-siblings of *Bactris gasipaes*, in the 5th, 6th and 7th years of cultivation. The progenies were evaluated in blocks designed at random with information inside the parcel, with three replicates of eight plants at Embrapa-RO's experimental field. The soil chemical attributes indicated liming efficiency and planting fertilization observed in the improvement of these attributes. The fruit yield presented genetic variability at 1% of probability by the F test, evidencing the possibility of genetic gain with the selection of plants. The effect of the interaction progenies x years was not significant, indicating that the progenies maintained their superiority with the passage of time. The descriptive analysis of the production components showed a tendency for fruit production to stabilize from the 7th year of cultivation. The progeny averages showed differences when compared by the Scott Knott test at 5% of probability. Progenies 25 and 31 stood out as the most productive and temporally stable.

Keywords: Production of *pupunha*. Progenies. *Bactris gasipaes* Kunth.

1 INTRODUÇÃO

A pupunheira se destaca por ser uma palmeira de múltiplo uso que, além do palmito de excelente qualidade, os frutos têm sido utilizados tanto para o consumo humano (cozidos ou na forma de farinha para uso culinário), como componente de ração balanceada para animais (CLEMENT et al., 2009a). As madeiras de plantas improdutivas, assim como as sementes, são utilizadas como matéria prima na confecção de artesanatos.

A indisponibilidade de frutos de comprovada qualidade, é um dos principais gargalos na expansão do consumo da pupunha. No entanto, a falta de uma cultivar com características desejáveis, faz com que o produtor usualmente, utilize em seu plantio sementes não selecionadas (CLEMENT et al., 2009a).

Para suprir essa demanda, a adequação do sistema de cultivo da pupunheira focada para a produção de frutos é de grande importância para o empreendedorismo rural, pois as informações e recomendações adequadas de manejo de cultivo (produção de mudas, plantio, adubação, condução de perfilhos e colheita) irão beneficiar principalmente os pequenos produtores.

Entretanto, apesar de domesticada e dada a sua importância para a região Norte do Brasil, a espécie ainda se encontra em fase inicial de melhoramento. Por se tratar de uma planta perene, a avaliação em idade produtiva no decorrer do tempo, segundo Resende (2007), é eficaz para o melhoramento genético da espécie. Com isso, é possível verificar o efeito dos anos sobre as progênies e se há ou não interação entre eles, ou seja, a melhor progênie em um ano pode não ser em outro.

Os objetivos do programa de melhoramento da Embrapa-RO visam a seleção de plantas promissoras, que apresentam frutos medianos que tenham preferencialmente maior teor de matéria seca e de óleo, menor teor de fibras e amido e de cores vermelhos ou alaranjados.

Uma das características agronômicas da pupunheira é a presença e ausência de espinhos tanto no estipe como nas folhas. Na literatura, características morfológicas de herança monogênica em palmeiras quase não são relatadas. Porém, essas características são importantes no sentido de facilitar o manejo da produção de palmito, assim como a produção de frutos.

Diante do contexto, o presente trabalho visa avaliar a produção de frutos da pupunheira com potencial para mesa, testar a herança monogênica das características espinhos no estipe e espinhos nas folhas, assim como, avaliar a estabilidade da produção de

frutos em uma população estruturada em progênies de meios-irmãos, avaliadas no 5º, 6º e 7º anos de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação do experimento

O teste de progênies e de resposta a três diferentes níveis de adubação em pupunheira, instalado em fevereiro de 2008, foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Embrapa, localizado no município de Porto Velho – RO (Figura 1).

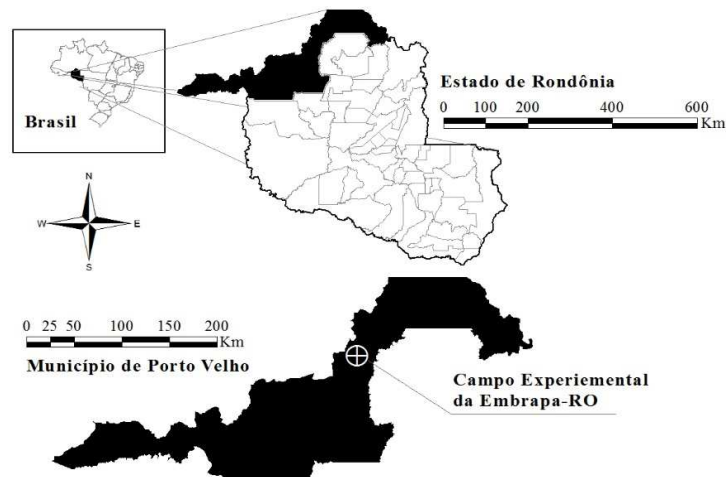


Figura 1. Localização do campo experimental da Embrapa-RO com testes de progênies e níveis de adubação, Porto Velho – RO

A região apresenta clima tropical tipo Aw, quente e úmido, período seco bem definido com ocorrência de déficit hídrico nos meses de junho a setembro. As médias anuais de temperatura são de 25 °C, com precipitação de 2.354 mm e evapotranspiração de 851 mm (BRASIL, 1992). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura muito argilosa.

A escolha dos acessos foi realizada a partir de aproximadamente 1200 cachos oriundos dos mercados de Porto Velho – RO. Análises bromatológicas foram realizadas em apenas 83 matrizes (cachos), selecionados a partir da avaliação visual de frutos com tamanho médio e alto teor de óleo, estimado pelo tato (CLEMENT et al., 2004). A partir da caracterização bromatológica foram selecionadas 14 matrizes com frutos de tamanho médio, menor conteúdo de fibras e mediano conteúdo de óleo para instalação do teste de progênies visando a seleção de plantas com frutos mais apropriados para o consumo *in natura*.

Para a instalação do teste de progênies foram dispostas ao acaso 14 famílias de meios-irmãos em três blocos completos com oito plantas por parcela, em espaçamento 6x4 m. A

manutenção e cuidados agrônômicos sobre o experimento foram realizados pela própria equipe da Embrapa-RO, em parceria ao desenvolvimento deste trabalho.

Em relação a adubação no plantio, foi utilizada 200g de superfosfato triplo, 50g de FTE e 50g de cloreto de potássio, em covas de 20x20 cm. Para corrigir a acidez do solo foram utilizados 4 t/ha de calcário no primeiro e segundo ano de cultivo. A partir do segundo ano, as adubações foram feitas de maneira diferenciada em cada bloco para obtenção de três diferentes níveis de adubação (Tabela 1). Para diagnosticar a fertilidade e avaliar a necessidade de adubação no experimento supracitado, foi realizada a análise química do solo.

Tabela 1. Adubação em diferentes níveis por bloco realizadas de 2008 a 2015 na área experimental localizada no município de Porto Velho – RO

Ano agrícola	NPK (kg.ha ⁻¹)	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
2008-2009	P ₂ O ₅	37	37	37
	N	25	25	25
	K ₂ O	15	15	15
2009-2010	P ₂ O ₅	37	37	37
	N	50	50	50
	K ₂ O	30	30	30
2010-2011	P ₂ O ₅	50	50	50
	N	25	50	100
	K ₂ O	15	30	60
2011-2012	P ₂ O ₅	75	75	75
	N	50	100	200
	K ₂ O	30	60	120
2012-2013	P ₂ O ₅	112.5	112.5	112.5
	N	100	200	400
	K ₂ O	60	120	240
2013-2015	P ₂ O ₅	150	150	150
	N	150	300	600
	K ₂ O	90	180	360

2.2 Avaliações de campo

Durante três anos agrícolas foram avaliados os seguintes caracteres produtivos e vegetativos: a) produção, em kg.árvore⁻¹; b) número de cachos, computados a partir do número total de cachos de uma árvore, c) peso de frutos, em g.fruto⁻¹; d) teor de matéria seca (em %), determinado em estufa a 60 °C, até o peso constante; e) peso médio de cachos, em kg.cacho⁻¹; f) número de perfilhos por árvore e; (g) presença e ausência de espinhos no estipe e nas folhas.

2.3 Análises genético-estatísticas

As análises genéticas e estatísticas do conjunto de caracteres avaliados no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, que são referentes a 2013, 2014 e 2015, foram realizadas com o uso do software GENES vs. 2015.5.0 (CRUZ, 2006).

2.3.1 Estatística descritiva

A avaliação dos componentes de produção de frutos de pupunheira no 5º, 6º e 7º anos de cultivo foram realizadas por meio de análises de variância univariadas, estatísticas descritivas, testes de médias e análises gráficas.

O modelo matemático para o ensaio fatorial, considerando os fatores progênes e anos, em blocos casualizados foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + B_j + A_k + GA_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = é o valor observado na parcela da i-ésima progênie, no j-ésimo bloco e no k-ésimo ano;

μ = é a média geral do experimento, $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$;

G_i = é o efeito da i-ésima progênie, considerada como efeito fixo, $E(G_i) = G_i$ e $E(G_i^2) = G_i^2$;

B_j = é o efeito do j-ésimo bloco, considerado de efeito fixo, $E(B_j) = B_j$ e $E(B_j^2) = B_j^2$;

A_k = representa o efeito de anos, considerado como efeito aleatório, $E(A_k) = 0$ e $E(A_k^2) = \sigma_a^2$;

GA_{ij} = é o efeito da interação entre progênes e anos, $E(GA_{ik}) = 0$ e $E(GA_{ik}^2) = \sigma_{ga}^2$;

e_{ijk} = é o erro experimental, $e_{ijk} \sim \text{NID}(0; \sigma^2)$.

As médias das progênes do caráter produção foram testadas a 1% de probabilidade pela análise de variância. Na comparação das médias de progênes e médias dos anos por progênie, utilizou-se teste de Scott e Knott (1974), testadas com $\alpha = 5\%$. Gráficos bidimensionais (produção/ano de plantio x produção/ano de plantio) foram confeccionados para visualizar-se a dispersão das progênes em relação às respectivas produções dos anos de avaliação.

2.3.2 Teste para a herança monogênica

A herança gênica para presença ou ausência de espinhos no estipe e nas folhas foi testada por meio do teste de qui-quadrado (χ^2), para cada progênie, considerando a hipótese de nulidade da segregação fenotípica ser de dominância completa (proporção 3:1), com $\alpha = 0,05$, pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum \frac{(F_O - F_E)^2}{F_E}$$

em que:

F_O é a frequência absoluta observada e F_E é a frequência absoluta esperada (RAMALHO et al., 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a acidez elevada dos solos da região Amazônica (SILVA et al., 2007), a adoção de práticas de calagem e adubação é indispensável para garantir o bom desempenho das culturas.

De acordo com as análises químicas (Tabela 2) e conforme a interpretação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais- CFSEMG (1999) de 2009 a 2013, na camada de 0 a 20 cm, o pH variou de 4,8 a 5,9, encontrando-se dentro de uma faixa ideal (de 5,5 a 6,0) para otimizar a eficiência dos nutrientes por esta espécie (MORO, 1998;). Na camada de 20 a 40 cm o pH quase não se alterou, e levemente tendeu a ter aumentada sua acidez neste perfil do solo.

Houve elevação nos teores cálcio e magnésio, causando redução da acidez trocável, o que ratifica o efeito positivo da calagem nos dois primeiros anos de cultivo.

Os teores de Al trocável (Al^{3+}) apresentados como alto na camada de 0-20 cm no ano de 2009 foi reduzindo gradativamente nos demais períodos de avaliação e na camada de 20-40 não houve alteração. Em relação a acidez potencial (H+Al) nota-se que não houve alteração nos níveis. Tais resultados não eram esperados, uma vez que, a aplicação de calcário tende a reduzir os componentes da acidez dos solos, em virtude dos efeitos das reações de hidrólise e formação de precipitados de Al (OH)₃.

O fósforo apresentou níveis muito baixos independente do período de avaliação e da camada do solo. Os resultados de Ca^{2+} , Mg^{2+} e potássio, na camada de 0-20 cm evidenciou o efeito positivo da calagem e da adubação na área experimental.

Resultados similares foram obtidos na saturação por bases (V%), que apresentou níveis baixos e muito baixos no ano de 2009, nas camadas de 0-20 e 20-40, respectivamente. E os anos de 2012 a 2013 passou a apresentar níveis médios e baixo, nas camadas de 0-20 e 20-40, respectivamente. Essas alterações, deve-se ao efeito positivo da calagem nos valores de pH e Al^{3+} e da adubação sobre as quantidades crescente de Ca^{2+} , M^{2+} e K, com isso houve incrementos nos valores de saturação por bases. Esses resultados demonstram a importância da correção da acidez do solo e adubação nos atributos químicos do solo, e conseqüentemente no cultivo da pupunheira.

Tabela 2. Atributos químicos do solo na camada de 0-20 e de 20-40 cm, avaliados de 2009 a 2013 na área experimental localizada no município de Porto Velho – RO

Data	Prof.	pH em água	P mg/dm ³	mmolc/dm ³					MO g/Kg	V %
				K	Ca	Mg	Al+H	Al		
2009	0-20	4,8	3	1,1	20,7	18,9	130,4	12	47,7	24
	20-40	5,4	1	1,87	12,7	10,7	125,4	5	40,7	17
2010	0-20	5,1	5	1,72	24,2	12,3	133,7	5,2	50,3	23
	20-40	5,5	2	3,08	16,6	15,2	120,5	3,3	43,4	22
2011	0-20	5,2	3	0,67	30,7	14,4	104	2,9	48,8	31
	20-40	5,2	2	1,51	14,1	12,1	113,9	3,6	35,2	24
2012	0-20	5,7	4	9,74	40,1	34,6	97,4	0	48,8	46
	20-40	5,2	4	0,87	21,5	14,1	113,9	3,5	54,2	24
2013	0-20	5,9	2	2,69	45,5	42,6	102,3	0	56,4	47
	20-40	5,3	2	4,12	16,2	13	118,4	3,9	43,4	22

P: fósforo (Mehlich⁻¹), **K:** potássio trocável (Mehlich⁻¹), **Mg:** magnésio trocável, **Al+H:** acidez titulável, **Al:** alumínio trocável, **M.O.:** matéria orgânica, **V:** saturação por bases.

Os resultados da análise variância para a produção de frutos de *B. gasipaes* apresentaram efeitos estatisticamente significativos ($P < 0,01$) entre progênes e entre anos. No entanto, o efeito da interação progênes x anos foi não significativo ($P > 0,01$), evidenciando que as fontes de variação progênie e ano podem ser interpretados separadamente e, por conseguinte, indicando que a manutenção das diferenças produtivas entre progênes se manteve ao longo do tempo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância da produção de frutos de *Bactris gasipaes* Kunth., avaliados no 5º, 6º, e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	3942,81	1971,41	
Progênes	13	2398,54	184,50	3,16**
Anos	2	18248,62	9124,31	109,51**
Progênes x Anos	26	1518,98	58,42	0,70 ^{ns}
Resíduo	82	6832,40	83,32	
Total	125			
Média	20,95			
CV (%)	43,58			

GL: grau de liberdade, SQ: soma de quadrados e QM: quadrados médio.

C.V.: coeficiente de variação ambiental.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns}: Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O coeficiente de variação para a análise conjunta de 43,58%, foi superior a 29,49% encontrado para o número total de cachos em açazeiro por Yokomizo et al. (2010). Este valor de precisão experimental, provavelmente se deveu a instabilidade da primeira produção, cujo C.V. neste ano de avaliação foi de 55,66%. Contudo, as variações individuais no sexto e no sétimo anos de cultivo foram de 32,56 e 35,98%, respectivamente, provavelmente em razão da estabilidade na produção (Tabela 4). Nas demais características, considerando o 6º e o 7º ano de cultivo, os C.V's variaram de 15,50% para Número de Cachos por planta (NCa – 6º ano) a 38,24% para o teor de matéria seca (Teor MS – 7º ano).

Tabela 4. Análise descritiva de alguns componentes de produção em *Bactris gasipaes* Kunth. com base em informações fenotípicas do 5º, 6º e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO

Variável	Medida				
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	C.V. (%) [#]
Prod. (5º ano)	7,16	0,88	20,69	5,27	55,66
Prod. (6º ano)	19,20	5,27	41,73	7,41	32,56
Prod. (7º ano)	36,48	13,86	94,64	16,59	35,98
NCa (6º ano)	7,38	4,20	10,14	1,64	15,50
NCa (7º ano)	9,89	4,50	18,40	3,27	26,21
PC (6º ano)	2,53	0,92	4,32	0,74	24,06
PC (7º ano)	3,60	1,64	5,45	0,86	21,21
Pfruto (7º ano)	22,49	1,57	45,35	9,37	33,43
Teor MS (7º ano)	33,84	18,22	49,84	7,89	38,24
Perf (7º ano)	2,64	0,63	4,75	0,86	21,22

[#]C.V.: coeficiente de variação ambiental.

Prod: produção de frutos (kg.árvore⁻¹), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos (kg.cacho⁻¹), Pfruto: peso médio de frutos (g.fruto⁻¹), Teor MS: teor de matéria seca do fruto (em porcentagem) e Perf: número de perfilhos por planta.

A média da produção de frutos no quinto ano de cultivo do experimento foi de 7,16 kg.árvore⁻¹, variando de 0,88 a 20,69 kg. No sexto ano a média foi de 19,20 kg.árvore⁻¹, com variação de 5,27 a 41,73 kg. Já no sétimo e último ano, a produção variou de 13,86 a 94,64, com média de 36,48 kg.árvore⁻¹. Com isso, a produção do 7º ano superou em cinco vezes a produção de frutos do 5º ano de cultivo.

Nos demais caracteres observou-se essa superioridade também nas médias do 7º ano de cultivo para os caracteres teor de matéria seca, peso médio de frutos e número de cachos por planta, cujos valores foram 33,84%, 22,49 g.fruto⁻¹ e 9,89, respectivamente.

A composição da matéria seca segundo Santos (2014), está diretamente correlacionado com o teor de óleo e carboidratos da pupunha. Porém, segundo o mesmo autor a correlação entre o teor de óleo, teor de carboidratos e porcentagem de polpa é negativa, fato esse que

confirma a tendência de que frutos de menor tamanho apresentarem maior teor em óleo e os frutos maiores, maior teor de amido.

Uma vez que a interação progênes x anos foi não significativa, o efeito das progênes e anos pode ser estudado separadamente sem a necessidade de se decompor um fator em relação ao outro, ou seja, não foi observado inconsistência significativa no comportamento das progênes ao longo dos anos (Tabela 3). O teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade indica que as progênes apresentaram diferenças significativas entre si quanto à média de produção somente a partir do sétimo ano de cultivo (Tabela 5). Este ano de plantio revelou ser aquele em que houve superioridade (significância $P < 0,05$) na produção para a grande maioria das progênes quando comparado com os outros dois anos.

As médias para a produção de frutos foram baixas nos anos de 2013 e 2014 (quinto e sexto ano de cultivo, respectivamente) em contrapartida os resultados da safra de 2015 (sétimo ano de cultivo) foi superior. O número de plantas que produziram frutos no quinto, sexto e sétimo ano de cultivo foram de 63%, 85% e 93%, respectivamente. Estes dados levam a crer que no sétimo ano, ou seja, no terceiro ano de produção de frutos, a pupunheira tenha atingido seu pico de produção e a partir de então, estudos de medidas repetidas (repetibilidade) podem ser realizados.

Cruz et al. (2014) ressaltam que determinados caracteres regulados por conjuntos gênicos diferentes poderão ter seus genes mais ou menos ativos, em função do desenvolvimento da planta. O número de cachos de uma árvore na última colheita avaliada pode apresentar sua expressão controlada por um conjunto gênico diferente daquele que controlava o número de frutos da primeira colheita, uma vez que a produção depende dos processos de desenvolvimento fisiológicos provavelmente distintos.

Observa-se associação e correspondência linear na dispersão das produções das progênes entre os pares de anos (Figura1). No entanto, apresentaram baixos valores de R^2 , contudo, esses valores são crescentes com o passar dos anos proporcionando a escolha das progênes mais produtivas nos anos considerados.

Tais resultados, principalmente do sétimo ano de cultivo, dão expectativas de se obter ganhos genéticos pelo menos com a seleção entre as progênes de meios-irmãos para a produção de frutos em pupunheira.

Segundo Pires et al. (2011) quando existe variabilidade e a participação dos componentes genéticos na manifestação da característica for expressiva, será possível promover alterações desejadas nas características sob seleção.

Tabela 5. Médias da produção de frutos (kg.árvore⁻¹) das 14 progênes de pupunheira, no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, comparadas pelo teste de Scott Knott (1974), a 5% de probabilidade, Porto Velho - RO

Progênes	Ano de cultivo		
	5º	6º	7º
9	6,36 aB	19,98 aB	41,91 aA
18	11,59 aB	20,24 aB	46,84 aA
24	9,60 aB	21,21 aA	28,16 bA
25	7,46 aB	21,63 aB	53,03 aA
26	4,46 aB	15,31 aB	26,48 bA
27	6,77 aB	13,92 aA	24,04 bA
28	4,54 aB	18,03 aB	38,40 aA
29	9,54 aC	26,64 aB	42,94 aA
31	11,91 aB	23,08 aB	45,25 aA
32	3,58 aB	14,58 aB	26,10 bA
33	5,77 aB	16,07 aB	34,90 bA
40	4,67 aB	17,61 aA	28,58 bA
42	6,19 aC	21,80 aB	40,00 aA
43	7,75 aB	18,76 aB	34,09 bA
Média	7,15	19,20	36,32

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna constituem grupos de progênes estatisticamente homogêneos dentro de anos. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha constituem grupos de anos estatisticamente homogêneos.

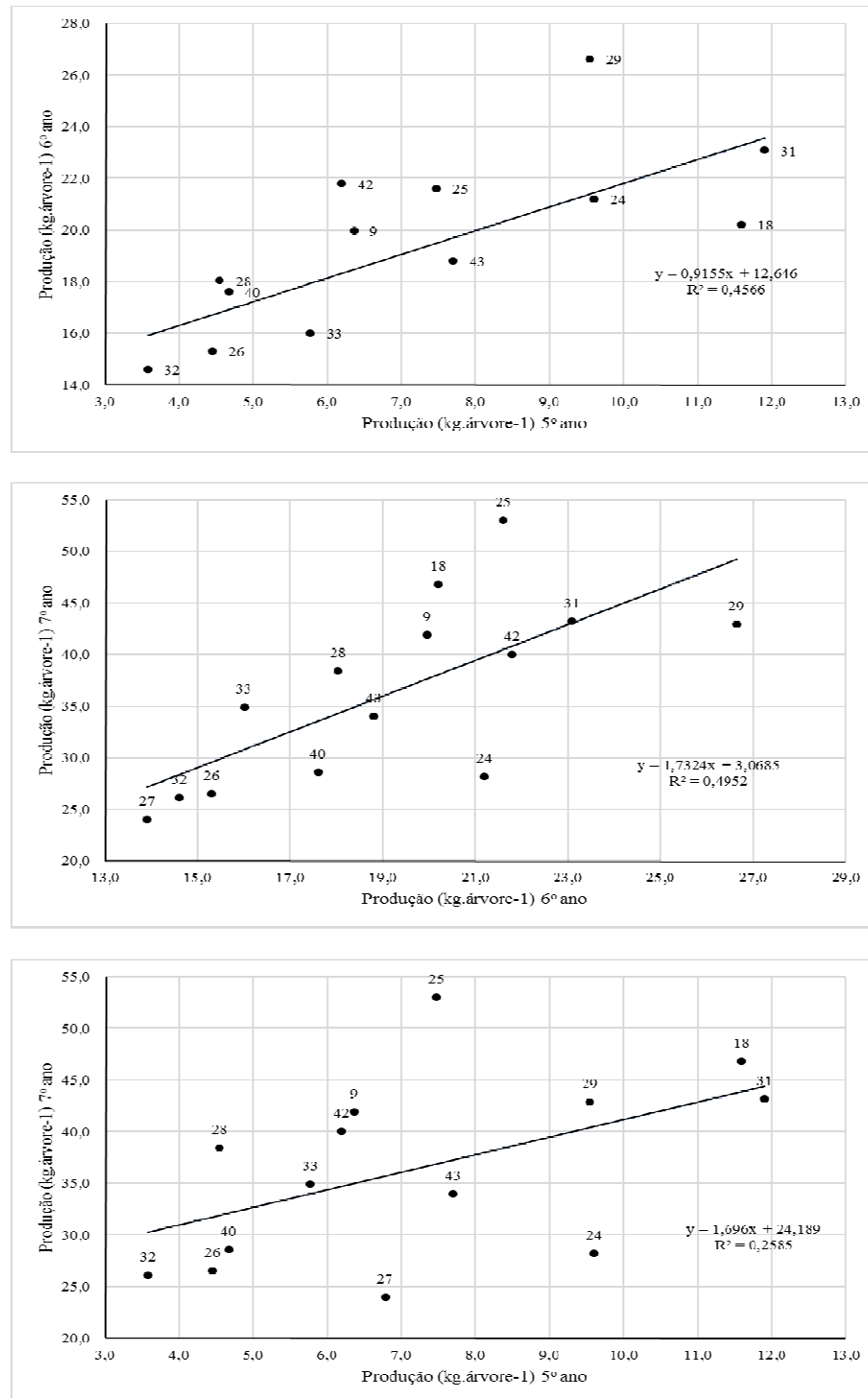


Figura 2. Representação gráfica bidimensional das médias de produção de frutos (kg.árvore⁻¹) de 14 progênes de pupunheira, entre os pares de anos formados pelos 5º, 6º e 7º anos pós-plantio, Porto Velho – RO

Foi constatada herança monogênica com dominância completa, para a maioria das progênes tanto para os caracteres espinhos no estipe quanto espinhos nas folhas (Tabela 6 e 7), considerando a proporção de segregação esperada 3:1 ou 1:1, pelo teste de qui-quadrado,

em nível de 5% de probabilidade. Os resultados indicam que o alelo dominante é responsável pela presença e o recessivo pela ausência de espinhos no estipe e nas folhas. Estudos de herança em caracteres agrônômicos em pupunheira, como também em outras palmeiras são escassos ou inexistente na literatura, de maneira que dificulta uma comparação mais detalhada desses resultados.

Tabela 6. Avaliação da herança gênica na característica espinhos no estipe de pupunheira, sob a hipótese de herança monogênica, nas proporções de segregação 3:1 e 1:1

Família	Espinho no estipe	Número de plantas observado	Número de plantas esperado (1:1)	Número de plantas esperado (3:1)	$X^2_{\text{calc1:1}}$	$X^2_{\text{calc3:1}}$
9	Presença	12	12	18	0,0 ^{ns}	8,0 [*]
	Ausência	12	12	6		
18	Presença	9	7,5	11,25	0,6 ^{ns}	1,8 ^{ns}
	Ausência	6	7,5	3,75		
24	Presença	8	12	18	2,7 ^{ns}	22,2 [*]
	Ausência	16	12	6		
25	Presença	15	10,5	15,75	3,9 [*]	0,1 ^{ns}
	Ausência	6	10,5	5,25		
26	Presença	18	16	24	0,5 ^{ns}	6,0 [*]
	Ausência	14	16	8		
27	Presença	20	12	18	10,7 [*]	0,9 ^{ns}
	Ausência	4	12	6		
28	Presença	17	12	18	4,2 [*]	0,2 ^{ns}
	Ausência	7	12	6		
29	Presença	17	10,5	15,75	8,0 [*]	0,4 ^{ns}
	Ausência	4	10,5	5,25		
31	Presença	13	12	18	0,2 ^{ns}	5,6 [*]
	Ausência	11	12	6		
32	Presença	9	11	16,5	0,7 ^{ns}	13,6 [*]
	Ausência	13	11	5,5		
33	Presença	13	10,5	15,75	1,2 ^{ns}	1,9 ^{ns}
	Ausência	8	10,5	5,25		
40	Presença	11	12	18	0,2 ^{ns}	10,9 [*]
	Ausência	13	12	6		
42	Presença	15	12	18	1,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}
	Ausência	9	12	6		
43	Presença	10	12	18	0,7 ^{ns}	14,2 [*]
	Ausência	14	12	6		

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste χ^2 .

^{ns}: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste χ^2 .

Tabela 7. Avaliação da herança gênica na característica espinho na folha de pupunheira, sob a hipótese de herança monogênica, nas proporções de segregação 3:1 e 1:1

Família	Espinho na folha	Número de plantas observado	Número de plantas esperado (1:1)	Número de plantas esperado (3:1)	$\chi^2_{\text{calc1:1}}$	$\chi^2_{\text{calc3:1}}$
9	Presença	9	12	18	1,5 ^{ns}	18,0*
	Ausência	15	12	6		
18	Presença	3	7,5	11,25	5,4*	24,2*
	Ausência	12	7,5	3,75		
24	Presença	6	12	18	6,0*	32,0*
	Ausência	18	12	6		
25	Presença	14	10,5	15,75	2,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}
	Ausência	7	10,5	5,25		
26	Presença	18	16	24	0,5 ^{ns}	6,0*
	Ausência	14	16	8		
27	Presença	10	12	18	0,7 ^{ns}	14,2*
	Ausência	14	12	6		
28	Presença	9	12	18	1,5 ^{ns}	18,0*
	Ausência	15	12	6		
29	Presença	7	10,5	15,75	2,3 ^{ns}	19,4*
	Ausência	14	10,5	5,25		
31	Presença	10	12	18	0,7 ^{ns}	14,2*
	Ausência	14	12	6		
32	Presença	11	11	16,5	0,0 ^{ns}	7,3*
	Ausência	11	11	5,5		
33	Presença	10	10,5	15,75	0,0 ^{ns}	8,4*
	Ausência	11	10,5	5,25		
40	Presença	11	12	18	0,2 ^{ns}	10,9*
	Ausência	13	12	6		
42	Presença	18	12	18	6,0*	0,0 ^{ns}
	Ausência	6	12	6		
43	Presença	10	10	15	0,0 ^{ns}	6,7*
	Ausência	10	10	5		

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste χ^2 .

^{ns}: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste χ^2 .

4 CONCLUSÕES

1. Observou-se diferenças significativas entre as progênes de meios-irmãos indicando a possibilidade de se obter ganhos com a seleção;
2. O efeito da interação progênes x anos foi não significativo, indicando a manutenção da superioridade das progênes ao longo do tempo;
3. A partir do sétimo ano de plantio, ou terceiro ano de produção, as pupunheiras apresentaram tendência à estabilidade da produção.

CAPÍTULO II

RELAÇÕES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS E PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PUPUNHEIRA

RESUMO

A análise de trilha apresenta-se como uma ferramenta importante para delinear estratégias no processo de seleção de progênies, pois permite conhecer as correlações existentes entre os principais caracteres, desdobrando-as em efeitos diretos e indiretos sobre o caráter principal. Nesse contexto, objetivou-se nesse estudo avaliar as correlações simples e parciais entre caracteres agronômicos importantes no melhoramento genético da pupunheira, além de desdobrar as correlações das variáveis explicativas em efeitos diretos e indiretos sobre produção de frutos, afim de verificar o melhor critério de seleção para obtenção de progênies de pupunheira mais produtivas. O experimento foi realizado no 7º ano de cultivo, utilizando o delineamento em blocos ao acaso, com 14 progênies de meios-irmãos em três blocos com oito plantas por parcela. Antes de processar a análise de trilha e de posse das correlações foi executado o diagnóstico de multicolinearidade e detectado como fraco, o que permitiu realizar as análises com todos os caracteres. Avaliaram-se os caracteres de produção: produção de frutos, peso médio de frutos, teor de matéria seca, número de cachos por plantas, peso médio de cachos e número de perfilhos por planta. As correlações simples, parciais e análise de trilha identificaram os caracteres número de cachos por plantas e peso médio de cachos de maiores efeitos favoráveis à produção de frutos.

Palavras-chave: *Bactris gasipaes* Kunth. Efeitos diretos e indiretos. Correlações.

CHAPTER II
PHENOTYPICAL RELATIONS BETWEEN AGRONOMIC CHARACTERS AND
***PUPUNHEIRA* FRUIT PRODUCTION**

ABSTRACT

Path analysis is an important tool to delineate strategies in the process of progeny selection, since it allows to know the correlations between the main characters, unfolding them in direct and indirect effects on the main character. In this context, the objective of this study was to evaluate the simple and partial correlations between important agronomic traits in the genetic improvement of *pupunheira*, besides unfolding the correlations of the explanatory variables in direct and indirect effects on fruit production, in order to verify the best selection criteria to obtain more productive *pupunheira* progenies. The experiment was carried out in the 7th year of cultivation, using a randomized block design with 14 half-siblings progenies in three blocks with eight plants per parcel. Before performing the path analysis and possession of the correlations, the diagnosis of multicollinearity was performed and detected as weak, which allowed to carry out the analyzes with all the characters. The production characteristics were evaluated: fruit yield, average fruit weight, dry matter content, number of bunches per plant, average bunches weight and number of tillers per plant. Simple correlations, partial and path analysis identified the characters number of bunches per plant and the average weight of clusters with higher favorable effects on fruit production.

Keywords: *Bactris gasipaes* Kunth. Direct and indirect effects. Correlations.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) tem se expandido no mercado nacional principalmente para atender a demanda de palmito. Em contrapartida, a produção de frutos é demandada apenas pelos estados da região Norte do país.

A produção de frutos, como produto final, é um caráter complexo e resulta da interação de diversos caracteres, denominados componentes de produção (SILVA et al., 2009). Assim, para um melhor entendimento dos fenômenos de associação entre essas variáveis, estudo sobre as relações dos caracteres são indispensáveis também no melhoramento da pupunheira. Em estudos de melhoramento genético, segundo Ferreira et al. (2007), conhecer essa associação entre os caracteres é de suma importância, visto que muitas vezes a obtenção de ganhos genéticos e definição dos melhores genótipos são atribuídos a um conjunto de variáveis agronômicas e comerciais.

Nesse contexto, a análise de trilha é uma ferramenta estatística que permite a decomposição dos coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos e fornece uma relação mais prática dos caracteres, ajudando na identificação de componentes de grande efeito (EPÓSITO et al., 2012). Além disso, no melhoramento de plantas procura-se encontrar variáveis correlacionadas e com alto efeito direto favorável sobre a variável principal (OLIVEIRA et al., 2010). Poucos estudos em pupunheira (CORNELIUS et al., 2010) apresentaram as relações de associação e causa-efeito dos principais componentes para a produção de frutos.

Diante das considerações acima, propõe-se compreender melhor as (co) relações entre os componentes de produção e outros caracteres (número de cachos, peso de fruto, teor de matéria seca, peso médio de cachos e número de perfilhos por planta) com a produção de pupunha, neste estágio inicial de seleção de progênies do programa de melhoramento da Embrapa-RO.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação do experimento

O teste de progênies e de resposta a três diferentes níveis de adubação em pupunheira, instalado em fevereiro de 2008, foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Embrapa, localizado no município de Porto Velho – RO.

A região apresenta clima tropical tipo Aw, quente e úmido, período seco bem definido com ocorrência de déficit hídrico nos meses de junho a setembro. As médias anuais de temperatura são de 25 °C, com precipitação de 2.354 mm e evapotranspiração de 851 mm (BRASIL, 1992). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura muito argilosa.

A escolha dos acessos foi realizada a partir de aproximadamente 1200 cachos oriundos dos mercados de Porto Velho – RO. Análises bromatológicas foram realizadas em apenas 83 matrizes (cachos), selecionados a partir da avaliação visual de frutos com tamanho médio e alto teor de óleo, estimado pelo tato (CLEMENT et al., 2004). A partir da caracterização bromatológica foram selecionadas 14 matrizes com frutos de tamanho médio, menor conteúdo de fibras e mediano conteúdo de óleo para instalação do teste de progênies visando a seleção de plantas com frutos mais apropriados para o consumo *in natura*.

Para a instalação do teste de progênies foram dispostas ao acaso 14 famílias de meios-irmãos em três blocos completos com oito plantas por parcela, em espaçamento 6x4 m. A manutenção e cuidados agrônômicos sobre o experimento foram realizados pela própria equipe da Embrapa-RO, em parceria ao desenvolvimento deste trabalho.

2.2 Avaliações de campo

As avaliações do ano de 2015 (7º ano de cultivo) serviram para as análises de relação de caracteres sobre as variáveis (explicativas): a) número de cachos, computados a partir do número total de cachos de uma árvore (NCa); b) peso de frutos, em g (Pfruto); c) teor de matéria seca, determinados em estufa a 60 °C até o peso constante (Teor MS); d) peso médio de cachos, em kg.arv⁻¹ (PC); e) número de perfilhos por planta (Perf) e; (principal) f) produção de frutos, em kg.arv⁻¹ (Prod.).

2.3 Relação entre caracteres

A partir do conjunto de dados fenotípicos da média das 14 progênes foram estimadas as correlações lineares simples entre os pares de caracteres acima descritos e estimadas as correlações parciais, retirando-se de cada estimação todos os demais caracteres não envolvidos no par. As correlações foram testadas pelo teste t de Student em nível de 5% de significância.

A partir das estimativas de correlação simples foi realizada a análise de trilha considerando a produção de frutos como caractere principal. Antes de processar a análise de trilha, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade na matriz de correlação dos caracteres explicativos, de acordo com Cruz e Carneiro (2006), cujo critério adotado (Número de condição < 100) (MONTGOMERY; PECK; VINING, 1981) detectou colinearidade fraca e permitiu realizar a análises com todos os caracteres.

Para estas análises foi utilizado o software GENES VS 2015.5.0 (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na interpretação da estimativa dos coeficientes de correlação, três aspectos devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância. Segundo Nogueira et al., (2012) correlações positivas indicam a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta, enquanto as negativas indicam tendência de uma variável aumentar quando a outra diminui.

O coeficiente de correlação de acordo com Bueno et al. (2006) refere-se a uma medida do grau de associação de duas variáveis. Assim, segundo esses mesmos autores, a tendência de duas características diferentes do mesmo indivíduo, ou da mesma característica em pares de indivíduos relacionados de qualquer forma, variarem na mesma direção, é medida pelo coeficiente de correlação, expressando nesse caso, uma correlação positiva.

As estimativas de correlações simples e parciais em sua maioria não foram significativas ($P < 0,05$) e apresentaram baixa magnitude para os seguintes componentes da produção de frutos (Tabela 1): $r_{\text{Prod} \times \text{NCa}} = 0,823$ e $0,881$, simples e parcial, respectivamente), $r_{\text{Prod} \times \text{IPC}} = 0,800/0,887$ e $r_{\text{Teor MS} \times \text{IPerf}} = 0,731/0,679$. Também observou-se correlação parcial significativa, alta, de tendência negativa ($r_{\text{NCa} \times \text{PC}} = -0,717$).

A associação entre o peso de fruto e a produção, foram positivas e baixas, mostrando que o aumento no peso do fruto não aumenta a produção e, por conseguinte, diminui o número de frutos por cacho. A associação positiva entre dois caracteres resulta que a alteração em um deles pode provocar mudança, no mesmo sentido, no outro (CRUZ et al., 2012).

Estimativa altas e positivas de correlação entre o número de cachos e a produção de frutos, foram obtidas em estudos com açazeiro (FARIAS NETO et al., 2008).

O teor de matéria seca associou-se inversamente a produção, o que favorece a seleção de frutos com um maior teor de óleo.

A comparação entre o número de cacho e o número de perfilhos é outra associação importante, de magnitude alta e negativa que indica a necessidade de manejo. Valores de correlações entre caracteres de produtividade com a quantidade de perfilhos, segundo relatado por Yokomizo et al. (2010), mostraram que o manejo é um procedimento recomendável para garantir plantas de açazeiro mais produtivas.

De acordo com Falconer (1987) o pleiotropismo é uma das principais causas de altas correlações, em que um mesmo gene influencia na expressão de mais de um caráter, de modo que se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nos caracteres que ele afeta. Ainda, segundo Cruz et al. (2012), correlações positivas são indicativos da viabilidade da seleção indireta para a obtenção de ganhos no caráter de maior importância econômica.

Por outro lado, a correlação parcial negativa, ou seja, inversamente proporcional entre número de cachos por planta e o peso médio de cachos, indica que o aumento na quantidade de cachos tende a diminuir o peso por unidade dos mesmos (Tabela 1). Teixeira et al., 2012, verificaram para o número de cachos em açazeiro como uma das principais determinantes na variação da produção de frutos por planta. Contudo, seus respectivos efeitos diretos e indiretos foram os que melhor contribuíram com as variações da produção de frutos (Tabela 2). Em progênies de dendezeiro, Cedilho et al. (2008) relataram correlação negativa entre o número de cachos e a produção.

Tabela 1. Estimativas de correlações fenotípicas simples (diagonal superior) e fenotípicas parciais (diagonal inferior) entre caracteres agrônômicos, mensurados em progênies de *Bactris gasipaes* Kunth, no 7º ano de cultivo de pupunheiras, em Porto Velho – RO

Variáveis	Prod.	Pfruto	Teor MS	NCa	PC	Perf
Prod.	1	0,360 ^{ns}	-0,143 ^{ns}	0,823 [*]	0,800 [*]	-0,217 ^{ns}
Pfruto	-0,254 ^{ns}	1	0,195 ^{ns}	0,496 ^{ns}	0,359 ^{ns}	0,396 ^{ns}
Teor MS	-0,064 ^{ns}	-0,203 ^{ns}	1	-0,062 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,731 [*]
NCa	0,881 [*]	0,444 ^{ns}	0,081 ^{ns}	1	0,458 [*]	-0,075 ^{ns}
PC	0,887 [*]	0,315 ^{ns}	0,108 ^{ns}	-0,717 [*]	1	-0,012 ^{ns}
Perf	-0,257 ^{ns}	0,386 ^{ns}	0,679 [*]	-0,113 ^{ns}	0,170 ^{ns}	1

* Significativo a 5% pelo teste t, respectivamente.

^{ns}: não significativo a 5% pelo teste t.

Prod: produção de frutos (kg.árvore⁻¹), Pfruto: peso médio de frutos (g.fruto⁻¹), Teor MS: Teor de matéria seca (em porcentagem), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos (kg.cacho⁻¹) e número de perfílos por planta (Perf).

Quanto a análise de trilha o modelo causal utilizado permitiu explicar 93,6% (R^2) da variação total na produção de frutos, com um efeito residual de 25,1% (Tabela 2, Figura 1), indicando o bom ajuste do modelo na explicação dos efeitos genéticos relacionados a variável principal produção.

Os caracteres que mais influenciaram na produção de frutos, foram o NCa e o PC, com efeitos diretos e correlações bem semelhantes. Dessa maneira, pode se dizer que esses dois caracteres são determinantes na seleção indireta para a produção de frutos.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos componentes secundários (Teor MS, NCa, PC e Perf.) sobre o caráter principal (produção de frutos), no 7º ano de cultivo de *Bactris gasipaes* Kunth., Porto Velho – RO

Variáveis	Efeito DiretoEfeitos indiretos.....					Correlação
		Pfruto	Teor MS	Nca	PC	Perf	
Pfruto	-0,091	-	-0,005	0,300	0,200	-0,044	0,360
Teor MS	-0,024	-0,018	-	0,038	0,018	-0,082	-0,143
Nca	0,604	-0,045	0,001	-	0,254	0,008	0,823
PC	0,556	-0,033	-0,001	0,276	-	0,001	0,800
Perf	-0,112	-0,036	-0,017	-0,045	-0,007	-	-0,217
R ²	0,936						
Efeito residual	0,251						

R²: Coeficiente de determinação.

Pfruto: peso médio de frutos (g.fruto⁻¹), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos (kg.cacho⁻¹) e número de perfilhos por planta (Perf).

Os efeitos indiretos foram negativos para alguns caracteres, porém, foram inferiores ao efeito residual, o que significa que a associação entre essas variáveis pode não ser relevantes.

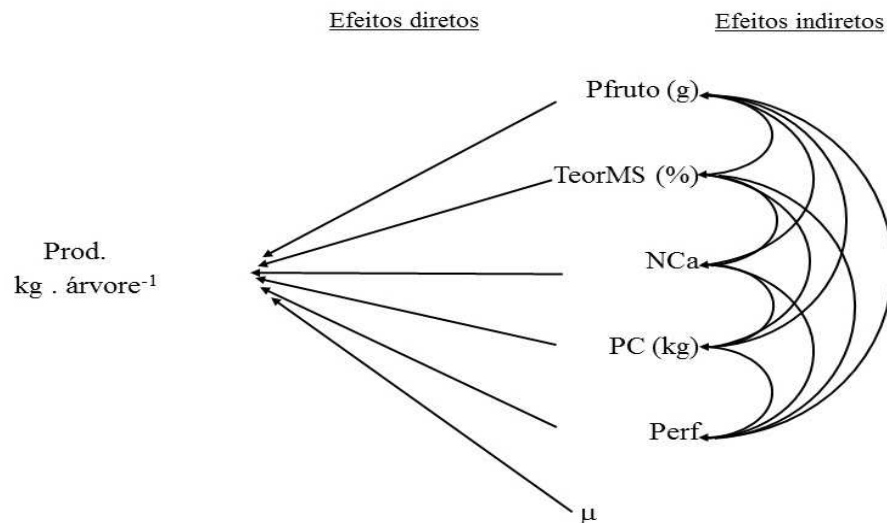


Figura 1. Diagrama ilustrativo representando, os efeitos diretos e indiretos dos componentes produtivos: peso do fruto (Pfruto), teor de matéria seca (Teor MS), número médio de cachos (Nca), peso médio de cachos (PC) e número de perfilhos por planta, sobre o caráter principal: produção (Prod.), Porto Velho – RO

4 CONCLUSÕES

1. Os caracteres números de cachos por planta e peso médio de cachos estão altamente correlacionados com a produção total de frutos e apresentam efeitos diretos e indiretos com alta magnitude, podendo ser utilizados como alternativas à seleção indireta.
2. Embora o diagrama causal proposto tenha captado uma fração representativa da variação na produção de frutos ($R^2 > 93\%$), outros caracteres mais importantes podem ser associados ao modelo de causa-efeito sobre a produção de pupunha.

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO ENTRE E DENTRO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS PARA A PRODUÇÃO DE PUPUNHA

RESUMO

Conhecer a herança e os ganhos genéticos dos caracteres produtivos, além da variação genética entre e dentro de progênies, visando a produção de frutos em pupunheira, são primordiais para o melhoramento genético da espécie. Assim, as estimativas de parâmetros genéticos associados ao progresso genético são de fundamental importância para delinear estratégias de seleção de progênies promissoras. Nesse sentido, o presente trabalho visa quantificar o progresso genético com a seleção entre e dentro de progênies para a produção de frutos em pupunheira com base nos principais componentes de produção, referentes ao 5º, 6º e 7º anos de cultivo. Para o estudo, foram avaliadas 14 progênies de meios-irmãos, em delineamento em blocos ao acaso com três repetições e oito plantas por parcela, no espaçamento de 6x4 m. Os parâmetros genéticos mostraram que a pupunheira estabilizou sua produção a partir do 7º ano de cultivo. Com a seleção entre e dentro de progênies, selecionando três melhores indivíduos por família, maiores ganhos de seleção foram obtidos. Por meio da seleção direta e indireta, ganhos superiores foram obtidos com a produção de frutos (Prod.) apresentando ganhos também nos demais caracteres quando correlacionados. Os ganhos genéticos relativos à produção de frutos (Prod.) no 7º ano de cultivo, selecionando três indivíduos por família, considerando a propagação por sementes e via clonagem foram de 35,58% e 58,58%, respectivamente. Evidenciando que mais estudos para estabelecer protocolos de propagação vegetativa serão de fundamental importância para o melhoramento genético da espécie, visando o desenvolvimento de uma nova cultivar.

Palavras-chave: Pupunha. Produção de frutos. Parâmetros genéticos.

CHAPTER III
EVALUATION OF GENETIC PROGRESS BETWEEN AND WITHIN HALF-SIBLINGS FAMILIES FOR THE PRODUCTION OF *PUPUNHA*

ABSTRACT

Knowing the inheritance and the genetic gains of the productive characters, besides the genetic variation among and within progenies, aiming the production of fruits in *pupunheira*, are primordial for the genetic improvement of the species. Thus, the estimates of genetic parameters associated with genetic progress are crucial in outlining strategies for selection of promising progenies. In this sense, the present work aims to quantify the genetic progress with the selection among and within progenies for fruit production in *pupunheira*, based on the main production components, referring to the 5th, 6th and 7th years of cultivation. For the study, 14 half-sibling progenies were evaluated, in randomly delineated blocks with three replications and eight plants per parcel, at 6x4 m spacing. The genetic parameters showed that the *pupunheira* stabilized its production from the 7th year of cultivation. With selection among and within progenies, selecting three best individuals per family, greater selection gains were obtained. Through direct and indirect selection, superior gains were obtained with the fruit yielding (prod.), presenting gains also in the other characters when correlated. The genetic gains related to fruit yielding (prod.) in the 7th year of cultivation, selecting three individuals per family, considering seed propagation and through cloning were 35,58% and 58,58%, respectively. Showing that more studies to establish vegetative propagation protocols will be of fundamental importance for the genetic improvement of the species, to develop a new cultivar.

Keywords: *Pupunha*. Fruit production. Genetic parameters.

1 INTRODUÇÃO

A pupunheira é uma espécie perene totalmente domesticada, propagada principalmente por sementes e predominantemente alógama. Os frutos possuem uma grande variabilidade no formato, tamanho e na composição de mesocarpo e exocarpo (CLEMENT et al., 2009b). Porém, essa variabilidade genética contribui para a heterogeneidade dos frutos nos mercados que resulta em uma mistura de frutos de diferentes tamanhos, cores e teores de amido e óleo. Na região Norte são preferidos os frutos médios, com coloração vermelha e oleosos (CLEMENT et al., 2001, 2004).

Na região norte do Brasil, principalmente em Belém, Manaus e Porto Velho, os cachos de pupunha são comercializados nos mercados e feiras livres da cidade, e os frutos cozidos, pronto para o consumo, são vendidos nas ruas. Entretanto, apesar do grande potencial nutritivo e econômico, a pupunheira está em fase inicial de melhoramento e grande parte dos estudos de herança concentram-se em caracteres relacionados à produção de palmito (FARIAS NETO; RESENDE, 2001; FARIAS NETO et al., 2002).

O período necessário para avaliação em espécies perenes de longo ciclo de vida faz com que os programas de melhoramento sejam uma atividade dispendiosa, de modo que, a utilização de metodologias que aumentem a acurácia no processo de seleção é de fundamental importância (FARIAS NETO et al., 2008).

Estudos sobre o potencial e propriedades genéticas em progênies de pupunheira para fins de melhoramento genético para a produção de frutos são escassos na literatura (CORNELIUS et al., 2010; FARIAS NETOS et al., 2013). Por conseguinte, informações sobre os parâmetros e progressos genéticos permitem direcionar estratégias de melhoramento que visem a produção de frutos.

A escolha de um método ótimo de estimação/predição de valores genéticos proporciona estimar valores genotípicos ou médias genotípicas de progênies, assim como valores genéticos aditivos de progênies de indivíduos com alta acurácia (GOMES JÚNIOR et al., 2015).

Nesse contexto, os modelos mistos REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), são utilizados para prever os valores genéticos dos indivíduos em testes de progênies e o ganho genético e a acurácia de seleção, principalmente na ocorrência de desbalanceamento no experimento.

Estimativas de parâmetros genéticos e procedimento REML/BLUP vem sendo rotineiramente utilizados em palmeiras para a seleção de indivíduos e progênies de coqueiro

(FARIAS NETO et al., 2008), caiaué (OKOYE et al., 2009; LOPES et al., 2012; GOMES JÚNIOR et al., 2015), açazeiro (FARIAS NETO et al., 2008, 2012) e pupunheira (FARIAS NETO et al., 2008, 2012, 2013).

Pires et al (2011) ressalta que, usando o software Selegen-Reml/Blup, o ganho genético é computado diretamente como a média dos efeitos genéticos aditivos (visando a propagação sexuada) e genotípicos (visando a propagação clonal) dos indivíduos selecionados.

Na Embrapa Rondônia o programa de melhoramento genético da pupunheira, visando a produção de frutos de pupunha para mesa e para óleo, é recente e os testes de progênies tem sido o método utilizado para avaliar a melhoria genética, estimar os parâmetros genéticos e por meio do progresso genético selecionar os melhores indivíduos para novos ciclos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação do experimento

O teste de progênies e de resposta a três diferentes níveis de adubação em pupunheira, instalado em fevereiro de 2008, foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Embrapa, localizado no município de Porto Velho – RO.

A região apresenta clima tropical tipo Aw, quente e úmido, período seco bem definido com ocorrência de déficit hídrico nos meses de junho a setembro. As médias anuais de temperatura são de 25 °C, com precipitação de 2.354 mm e evapotranspiração de 851 mm (BRASIL, 1992). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura muito argilosa.

A escolha dos acessos foi realizada a partir de aproximadamente 1200 cachos oriundos dos mercados de Porto Velho – RO. Análises bromatológicas foram realizadas em apenas 83 matrizes (cachos), selecionados a partir da avaliação visual de frutos com tamanho médio e alto teor de óleo, estimado pelo tato (CLEMENT et al., 2004). A partir da caracterização bromatológica foram selecionadas 14 matrizes com frutos de tamanho médio, menor conteúdo de fibras e mediano conteúdo de óleo para instalação do teste de progênies visando a seleção de plantas com frutos mais apropriados para o consumo *in natura*.

Para a instalação do teste de progênies foram dispostas ao acaso 14 famílias de meios-irmãos em três blocos completos com oito plantas por parcela, em espaçamento 6x4 m. A manutenção e cuidados agrônômicos sobre o experimento foram realizados pela própria equipe da Embrapa-RO, em parceria ao desenvolvimento deste trabalho.

2.2 Avaliações de campo

Durante três anos (5º, 6º e 7º anos de cultivo) foram avaliados os seguintes caracteres produtivos e vegetativos: a) produção, em kg.árvore⁻¹; b) número de cachos, computados a partir do número total de cachos de uma árvore; c) peso de frutos, em g; d) teor de matéria seca, determinados em estufa a 60 °C até o peso constante; e) peso médio de cachos, em kg. árvore⁻¹; e f) número de perfilhos por planta.

2.3 Análises genético-estatísticas

As análises genéticas e estatísticas do conjunto de caracteres avaliados no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, referente aos anos de 2013, 2014 e 2015 foram realizadas com o uso do software SELEGEN (RESENDE, 2007a).

2.3.1 Estimação de parâmetros genéticos

Estimativas de parâmetros genéticos e verificação da variabilidade genética existente foram obtidas por intermédio do REML/BLUP (do português, método de máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), considerando os seguintes modelos estatísticos:

I) Univariado, blocos, progênies de meios-irmãos, uma medida (ano):

$$y = Xr + Za + Wp + e,$$

em que: y , r , a , p e e são vetores de dados em nível de cada medição, de repetição (assumidos como fixos), de efeitos genéticos aditivos (aleatório), de efeitos de parcelas (aleatório), e de erros aleatórios, respectivamente; X , Z e W , representam as matrizes de incidência para os respectivos efeitos.

II) Univariado, blocos, progênies de meios-irmãos, várias medidas (ano):

$$y = Xm + Za + Wp + Qi + Ts + e,$$

em que: y , m , a , p , i , s e e são vetores de dados em nível de cada medição, de repetição (assumidos como fixos), de efeitos genéticos aditivos individuais (aleatório), de efeitos de parcelas (aleatório), efeitos da interação genótipos x medições (aleatórios), de efeitos permanentes (aleatórios) e de erros ou resíduos aleatórios, respectivamente; X , Z , W , Q e T representam as matrizes de incidência para os respectivos efeitos.

Foram estimados parâmetros genéticos e preditas as seguintes variáveis aleatórias para os caracteres avaliados:

a) componentes de variância: genética aditiva, ambiental entre parcelas, residual (ambiental + não aditiva), ambiental entre parcelas, residual temporária, dos efeitos

permanentes e fenotípica individual; b) herdabilidades: individual no sentido restrito (com desvio padrão), ou seja, dos efeitos aditivos e da média de progênes, assumindo sobrevivência completa; c) coeficientes de variação: genética aditiva individual, genotípica entre progênes, residual e variação relativa (razão entre coeficientes de variação genotípica entre progênes e residual); d) variância do erro de predição dos valores genotípicos e desvio padrão do valor genotípico predito de progênes, assumindo sobrevivência completa; e) outros coeficientes: de determinação dos efeitos de parcelas, dos efeitos permanentes e acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa; repetibilidade individual (com desvio padrão) e média genotípica (geral) do experimento, conforme descrito por Resende (2007a).

Estimou-se a herdabilidade no sentido restrito, da seguinte forma:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2 + \sigma_p^2}$$

em que: h_a^2 é a herdabilidade em sentido restrito, σ_a^2 é a variância genética aditiva, σ_e^2 é a variância ambiental e σ_p^2 é a variância entre parcelas.

A repetibilidade (ρ) foi obtida conforme o estimador (RESENDE, 2002):

$$\rho = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{ep}^2 + \sigma_a^2}{\sigma_y^2}$$

em que: ρ é a repetibilidade, σ_a^2 é a variância genética aditiva, σ_a^2 é a variância dos efeitos permanentes do ambiente e σ_y^2 é a variância fenotípica.

A acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}) para a seleção de indivíduos, baseada no comportamento das famílias de meios-irmãos, foi obtida conforme Resende (2002):

$$\hat{r}_{gg} = 0,5 \left[\frac{m \cdot N \cdot h_a^2}{1 + (m - 1) \rho + (N - 1) m \cdot 0,25 \cdot h_a^2} \right]$$

sendo m : número de medidas repetidas, h_a^2 : herdabilidade no sentido restrito, ρ : repetibilidade e N : número de observações. A acurácia seletiva varia de 0 a 1 e segundo

classificação de Resende (2002) pode ser considerada como muito alta ($\hat{f}_{gg} \geq 0,9$), alta ($0,7 \leq \hat{f}_{gg} < 0,9$), moderada ($0,5 \leq \hat{f}_{gg} < 0,7$) e baixa ($\hat{f}_{gg} < 0,5$).

2.3.2 Progresso genético

Ganhos genéticos diretos e indiretos foram preditos em função do efeito genético aditivo (para reprodução sexuada) e do valor genotípico (propagação vegetativa), por meio do REML/BLUP, considerando os três melhores indivíduos por família e um tamanho efetivo igual a 30, obtido conforme Resende (2002):

$$N_e = \frac{4N_f K_f}{K_f + 3}$$

em que: N_e é o tamanho efetivo populacional, N_f é o número de famílias selecionadas e K_f é o número de indivíduos selecionados por família.

Os ganhos genéticos diretos foram preditos pela expressão:

$$\tilde{G}_s (\%) = 100 \cdot (a_1 - a_0)$$

em que: a_1 é o valor genético aditivo das plantas selecionadas e a_0 é o valor genético da população não melhorada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No melhoramento de plantas perenes, a avaliação do progresso genético por meio da obtenção das estimativas de parâmetros genéticos é fundamental para identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência. Bem como, avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para a obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada (CRUZ et al., 2006).

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos da produção de frutos no 5º, 6º e 7º ano de cultivo estão sumarizados na Tabela 1. Constatou-se que os valores da variância fenotípica individual (V_f) apresentou maior valor no 7º ano de cultivo (398,55).

As herdabilidades no sentido restrito podem ser classificadas como baixa ($h^2_a < 0,15$), média/moderada ($0,15 < h^2_a < 0,50$) ou alta magnitude ($h^2_a > 0,50$), de acordo com a classificação descrita por Resende (2002). A herdabilidade no sentido restrito (h^2_a) foi de 0,46 para o 7º ano de cultivo, 3,0 e 2,5 vezes maior que o quinto e sexto ano, respectivamente. Considerando os desvios padrões de h^2_a , pode-se considerar que no 5º e 6º ano de plantio, não diferiram em magnitude estimada.

Essa estimativa foi superior a 0,21 encontrado por Farias Neto et al. (2013) para peso total de cachos em progênies de polinização aberta de pupunheira. E em açazeiro Farias Neto et al. (2008) encontraram para o peso total de cachos e o número de cachos, herdabilidades de 0,29 e 0,13 respectivamente.

O coeficiente de variação experimental (CV_e) da produção, decresceu com o passar dos anos de avaliação, de 127,14%, depois 84,04%, para 49,07%, Farias Neto et al. (2013) encontrou valor similar (41,85%) em peso total de cacho.

Para Vencovski e Barriga (1992) valores maiores ou iguais a 1 de coeficiente de variação relativa (CV_r), indicam situação bastante favorável para a seleção.

Os coeficientes de variação relativa ($CV_{r(ep)} = CV_{gp} / CV_e$) nos três anos avaliados foram menores que 0,28 e, associados ao número de repetições, conduziram baixa a moderadas confiabilidade ou herdabilidade em nível de progênies (h^2_{mp} , de 0,11 a 0,28) e moderada acurácia seletiva (A_{cprog} , de 0,33 a 0,53). As herdabilidades para a seleção dentro de progênies (h^2_{ad}) apresentaram magnitudes semelhantes às herdabilidades no sentido restrito nos três anos de avaliação, podendo ser consideradas de alta magnitude.

Embora o coeficiente de variação relativa ($CV_{r(dp)} = CV_{gi} / CV_e$) ter proporcionado valores inferiores a 1, os CV_{r_s} apresentaram tendência a aumentar com o passar dos anos e as estimativas dentro de progênies também foram maiores.

Houve uma tendência em aumentar tanto a PEV, que refere-se à variância do erro de predição do valores genotípicos da progênie, quanto o SEP, que é o valor genotípico predito da progênie. Nesses parâmetros verificou-se que a variabilidade na produção de pupunha aumentou com o passar dos anos, em razão dos genótipos expressarem cada vez mais seu potencial de produção, como também oscilarem mais os valores de produção.

Tabela 1. Parâmetros genéticos da produção de frutos (kg.árvore⁻¹) no 5º, 6º e 7º ano de cultivo de *Bactris gasipaes* Kunth., Porto Velho – RO

Parâmetros	5º ano	6º ano	7º ano
V _a	12,56	35,11	183,23
V _e	69,50	163,05	215,32
V _f	82,06	198,17	398,55
h ² _a	0,15 (0,12)	0,18 (0,13)	0,46 (0,22)
h ² _{mp}	0,11	0,12	0,28
A _{cprog}	0,33	0,35	0,53
h ² _{ad}	0,12	0,14	0,39
CV _{gi}	50,72	36,18	35,36
CV _{gp}	25,36	18,09	17,68
CV _e	127,14	84,04	49,07
CV _{r(ep)}	0,20	0,22	0,36
CV _{r(dp)}	0,40	0,43	0,72
PEV	2,81	7,71	32,96
SEP	1,67	2,78	5,74
Média geral	6,99	16,38	38,28

V_a: variância genética aditiva; V_e: variância residual (ambiental + não aditiva); V_f: variância fenotípica individual; h²_a: herdabilidade individual no sentido restrito; h²_{mp}: herdabilidade da média de progênies, assumindo sobrevivência completa; A_{cprog}: acurácia da seleção de progênies, assumindo sobrevivência completa; h²_{ad}: herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi}: coeficiente de variação genotípica aditiva individual; CV_{gp}: coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e: coeficiente de variação residual; CV_r = CV_{gp}/CV_e = coeficiente de variação relativa; PEV: variância do erro de predição dos valores genotípicos de progênie; SEP: desvio padrão do valor genotípico predito da progênie.

Os valores entre parênteses representam os desvios padrão das respectivas estimativas de h²_a.

Na avaliação conjunta realizada para os três anos (Tabela 2), a herdabilidade apresentou baixa magnitude devido maior influência do ambiente nos dois primeiros anos de avaliação, conforme observou-se nas estimativas de parâmetros genéticos nas duas primeiras colheitas.

A repetibilidade individual (r) encontrada para a produção de frutos da pupunheira por meio da análise conjunta foi moderada (0,50; +/- 0,07), de acordo com a classificação de

Resende (2002), quando $0,30 < p < 0,60$. Segundo Cruz et al. (2012) valores intermediários de repetibilidade indicam que não é vantajoso realizar mais de três medições em cada indivíduo para cada caráter.

Os baixos valores dos coeficientes de determinação dos efeitos de parcela (C^2_{parc}) e dos efeitos permanentes (C^2_{perm}) indicam a boa precisão experimental e acurácia em relação à avaliação conjunta dos dados. O C^2_{perm} fornece também a variação ambiental de um ano para o outro. Segundo Resende (2002) para as variáveis biométricas C^2_{parc} e C^2_{perm} o valor de referência para bons experimentos é de 10%.

A média geral da produção pela análise conjunta foi de $22,37 \text{ kg.árvore}^{-1}$ ($9,33 \text{ ton.hectare}^{-1}$) inferior ao 7º ano de cultivo ($38,28 \text{ kg.árvore}^{-1} / 15,96 \text{ ton.hectare}^{-1}$). Evidenciando que produções excessivamente baixas nos dois primeiros anos de produção depreciam as estimativas dos parâmetros genéticos quando inseridas em avaliação conjunta. Assim, reforça-se a tese de que estudos genéticos sobre a produção de pupunha devem ser realizados a partir do terceiro ano de produção (ou sétimo ano de plantio), quando a estabilidade genotípica foi atingida e os genótipos exibem melhor suas potencialidades produtivas.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros genéticos da análise conjunta da produção de frutos de *Bactris gasipaes* Kunth., no 5º, 6º e 7º anos de cultivo, Porto Velho – RO

Variável	Parâmetros genéticos									
	V_a	V_{parc}	V_{perm}	V_e	V_f	h^2_a	r	C^2_{parc}	C^2_{perm}	Média geral
Prod.	39,63	34,47	46,56	119,00	239,66	0,17	0,50	0,14	0,19	22,37
	(0,08) [#] (0,07)									

Prod: produção de frutos (kg.árvore^{-1}).

V_a : variância genética aditiva; V_{parc} : variância ambiental entre parcelas; V_{perm} : variância dos efeitos permanentes; V_e : variância residual temporária; V_f : variância fenotípica individual; h^2_a : herdabilidade individual no sentido restrito; r : repetibilidade individual; C^2_{parc} : coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; C^2_{perm} : coeficiente de determinação dos efeitos permanentes.

[#]Os valores entre parênteses representam os desvios padrão das respectivas estimativas de h^2_a e r .

No 7º ano de cultivo, ano que estabilizou a produção, as estimativas de herdabilidade em sentido restrito, que se deve a relação entre a variância genética aditiva (V_a) e a variância fenotípica (V_f) dos principais componentes de produção (Tabela 3), variaram em relação aos caracteres de 0,16 (NCa) a 0,83 (Teor MS). A estimativa de herdabilidade individual para o número de perfilhos foi bem próximo ao valor de 0,43 encontrado por Farias Neto et al (2013), em *Euterge oleracea* na fase juvenil.

Para os caracteres peso médio, peso total e número de cachos, Lopes et al. (2012) encontraram herdabilidades individuais variando de 0,24 a 0,30. De acordo com Resende

(2002), para caracteres quantitativos são comuns herdabilidades individuais de baixa magnitudes e, geralmente, conduzem a moderadas magnitudes das herdabilidades em nível de média de progênes.

A relação entre o CV_{gp} e o CV_e propiciaram valores de CV_r maiores que 0,20, com herdabilidade em média de progênes variando de 0,11 a 0,44 e acurácias seletiva de 0,33 a 0,66. Caracteres mensuráveis como o número de cachos e o número de perfilhos por plantas, segundo Resende (2007) apresentam maiores valores de coeficientes de variação.

Em progênes de açazeiro Yokomizo et al. (2010) encontraram valores abaixo de 0,80 de CV_{ge}/CV_e e herdabilidades abaixo de 0,52 para os caracteres de produção de frutos. Porém, esses valores foram superiores ao número de cachos por planta e o peso do cacho em matrizes de açazeiros, que foram inferiores a 0,10, conforme também relatado por Santos et al. (2014).

No geral, as acurácias das progênes (Acprog, PEV e SEP) apresentaram magnitudes moderadas para todos os caracteres avaliados. As herdabilidades da média de progênes foram bem similares as herdabilidades individuais no sentido restrito.

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros genéticos no 7º ano de cultivo, dos principais componentes da produção de frutos de *Bactris gasipaes* Kunth, Porto Velho – RO

Parâmetros	Pfruto	Teor MS	NCa	PC	Perf.
V_a	48,59	50,55	3,39	0,67	0,82
V_e	57,49	10,62	18,42	1,31	1,49
V_f	106,07	61,17	21,80	1,99	2,31
h^2_a	0,46 (0,25)	0,83 (0,34)	0,16 (0,13)	0,34 (0,19)	0,35 (0,20)
h^2_{mp}	0,28	0,44	0,11	0,22	0,23
A_{cprog}	0,53	0,66	0,33	0,47	0,48
h^2_{ad}	0,39	0,78	0,12	0,28	0,29
CV_{gi}	24,32	15,60	17,62	21,33	29,40
CV_{gp}	12,16	7,80	8,81	10,67	14,70
CV_e	33,82	15,29	43,83	35,04	47,14
CV_r	0,36	0,51	0,20	0,30	0,31
PEV	8,75	7,09	0,75	0,13	0,16
SEP	2,96	2,66	0,87	0,36	0,40
Média geral	28,66	45,57	10,45	3,85	3,08

Pfruto: peso médio de frutos ($g \cdot \text{fruto}^{-1}$), Teor MS: Teor de matéria seca (em porcentagem), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos ($kg \cdot \text{cacho}^{-1}$) e Perf: número de perfílios por planta.

V_a : variância genética aditiva; V_e : variância residual (ambiental + não aditiva); V_f : variância fenotípica individual; h^2_a : herdabilidade individual no sentido restrito; h^2_{mp} : herdabilidade da média de progênes, assumindo sobrevivência completa; A_{cprog} : acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa; h^2_{ad} : herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} : coeficiente de variação genotípica aditiva individual; CV_{gp} : coeficiente de variação genotípica entre progênes; CV_e : coeficiente de variação residual; $CV_r = CV_{gp}/CV_e =$ coeficiente de variação relativa; PEV: variância do erro de predição dos valores genotípicos de progênie; SEP: desvio padrão do valor genotípico predito da progênie.

#Os valores entre parênteses representam os desvios padrão das respectivas estimativas de h^2_a .

Cornelius et al. (2010) e Farias Neto et al. (2013) estudaram as correlações fenotípicas e estimaram parâmetros genéticos, bem como o ganho de seleção para a produção de frutos em progênes de polinização aberta de pupunheira.

No estudo de Cornelius et al. (2010) os resultados demonstraram que os caracteres relacionados ao tamanho e peso dos frutos individuais apresentaram maior herdabilidade que o total de frutos por cacho ou número de frutos por cacho, o que sugere a possibilidade de seleção indireta precoce, para este aspecto da produtividade. Já no estudo de Farias Neto et al. (2013) o peso total dos cachos, observados por meio dos ganhos genéticos elevou em 25,8% a média populacional para o caráter após um ciclo de seleção, demonstrando a possibilidade do aumento da produção de frutos via seleção.

Diferentes estratégias de seleção podem ser utilizadas na seleção de genótipos superiores de pupunheira para a produção de frutos, cujo programa de melhoramento genético encontra-se em seus estágios iniciais. Pereira e Vencovsky (1988) sugerem que um tamanho

efetivo populacional de 30 indivíduos é suficiente para a prevenção da endogamia e manutenção da variabilidade genética. Tamanhos efetivos menores, segundo Cruz e Carneiro (2006), geralmente acarretam maiores níveis de endogamia. Logo, decidiu-se selecionar as três melhores plantas por família, apesar da redução no ganho (Tabela 4).

Segundo Resende (2002), se o programa de melhoramento genético da espécie tiver como objetivo desenvolver cultivares propagadas sexuadamente (produção por sementes), a média da população equivalerá a média dos valores genéticos aditivos dos indivíduos selecionados, caso o objetivo seja cultivares clonais (propagação assexuada), esta média equivalerá a média dos valores genotípicos totais.

A seleção de 3 plantas por família que equivale a uma intensidade de seleção de 14%, proporciona ganhos estimados de efeito aditivo de 33,90% em relação à média geral do experimento, elevando assim a média genotípica da produção de frutos de 37,87 para 50,71 kg.árvore⁻¹. Já a seleção visando a propagação assexuada propiciou ganhos estimados de efeito genotípico de 59,57% em relação à média, aumentando a produção de frutos de para 60,43 kg.árvore⁻¹, o que equivale a uma produção de 25,20 ton.hectare⁻¹.

Tabela 4. Número efetivo e ganho de seleção estimado da produção de frutos, considerando o efeito aditivo e o efeito genotípico em função da estratégia de seleção, Porto Velho - RO

Método de seleção	Intensidade seleção (i)	Ganho (efeito aditivo)	(%)	Ganho (efeito genotípico)	(%)	Ne
30 melhores plantas	10%	20,36	53,76	31,06	82,02	18
2 plantas por família	9%	14,87	39,26	26,10	68,92	24
3 plantas por família	14%	12,84	33,90	22,56	59,57	30
4 plantas por família	18%	10,92	28,83	17,69	46,71	34

Uma vez que as pesquisas de melhoramento genético da pupunheira, voltadas para a produção de frutos tendo em vista o longo ciclo de vida dessa palmácea a seleção precoce é de fundamental importância. Nesse contexto, os ganhos genéticos preditos para a produção de frutos, considerando a seleção dos três melhores indivíduos por família estão apresentados na tabela 5.

Em progênies de polinização aberta de açazeiro, Farias Neto et al. (2008) estimaram parâmetros genéticos e estatísticos para caracteres relativos a produção de frutos e encontraram ganho genético considerável de 45, 53% em relação à média do experimento, com a seleção dos 20 melhores indivíduos.

Tabela 5. Valores genéticos com a seleção dos três melhores indivíduos por família em função do efeito aditivo dos genes (produção de sementes) e o efeito genotípico (propagação vegetativa) de *Bactris gasipaes* Kunth., Porto Velho – RO

Ordem	Bloco	Família	Planta	f	a	u+a	d	u+a+d
1	3	25	7	139,60	40,16	78,44	21,79	100,23
2	3	25	6	136,53	38,97	77,25	20,99	98,23
3	3	31	8	132,00	36,54	74,82	20,10	94,91
4	3	25	9	113,80	30,11	68,39	15,09	83,48
5	3	31	6	114,80	29,84	68,11	15,63	83,74
6	3	9	8	112,53	26,73	65,01	15,99	80,99
7	2	18	5	98,00	26,35	64,63	14,47	79,10
8	3	29	5	98,00	22,51	60,78	11,60	72,38
9	3	28	7	100,50	22,46	60,73	12,68	73,42
10	3	31	2	93,08	21,38	59,65	9,99	69,64
11	3	28	5	95,40	20,47	58,75	11,36	70,11
12	3	28	9	91,43	18,92	57,20	10,33	67,53
13	3	42	7	90,65	18,74	57,02	10,08	67,09
14	3	42	8	89,20	18,17	56,45	9,70	66,15
15	3	29	9	86,33	17,96	56,24	8,57	64,81
16	2	33	6	83,47	17,40	55,68	12,09	67,77
17	2	42	8	76,04	17,17	55,45	9,03	64,48
18	1	43	5	72,13	16,34	54,61	11,42	66,03
19	2	18	4	69,20	15,13	53,41	6,99	60,40
20	2	40	7	81,80	15,01	53,29	12,40	65,69
21	1	33	3	62,90	12,77	51,05	9,01	60,06
22	2	9	3	66,09	12,76	51,04	6,67	57,71
23	1	9	6	57,00	12,60	50,88	6,57	57,45
24	2	29	4	58,80	11,36	49,64	4,17	53,81
25	2	18	9	56,00	9,99	48,27	3,56	51,83
26	2	33	3	63,20	9,50	47,78	6,83	54,61
27	1	43	9	53,60	9,12	47,40	6,60	54,00
28	3	43	2	68,60	7,45	45,73	5,50	51,23
29	1	32	9	51,06	6,29	44,57	6,73	51,30
30	1	32	5	48,37	5,25	43,52	6,03	49,55
31	3	24	6	67,40	5,16	43,43	5,96	49,40
32	2	40	6	49,40	2,39	40,67	3,99	44,65
33	1	24	8	38,00	1,21	39,49	3,33	42,82
34	2	40	3	44,30	0,40	38,68	2,66	41,34
35	1	24	5	34,40	-0,19	38,09	2,40	40,48
36	3	32	9	51,50	-1,04	37,23	1,83	39,07
37	1	26	4	38,33	-2,80	35,48	5,18	40,66
38	2	26	6	45,50	-3,39	34,89	4,78	39,67
39	2	27	2	44,80	-3,43	34,85	4,50	39,35
40	2	27	8	40,20	-5,22	33,06	3,31	36,37
41	1	26	7	31,30	-5,54	32,74	3,35	36,09
42	3	27	6	48,50	-6,11	32,17	2,72	34,88

f: valor fenotípico, a: efeito aditivo, u: média genotípica ou média geral e d: efeito de dominância.

Conforme os resultados da Tabela 6, a produção assexuada proporcionou maiores ganhos estimados na seleção direta para os componentes de produção avaliados e para a produção de pupunha em relação à propagação sexuada.

Tabela 6. Progresso genético estimado da seleção direta dos três melhores indivíduos por família em *Bactris gasipaes* Kunth, Porto Velho – RO

Ganho de seleção	Produção de sementes	Propagação vegetativa	Eficiência
Prod.	35,58%	58,58%	57,97 %
NCa	9,42%	15,36%	14,75 %
PC	17,20%	28,46%	27,85 %
Pfruto	19,17%	31,65%	31,04 %
Teor MS	15,75%	26,18%	25,58 %
Perf.	18,60%	31,94%	31,36 %

Prod: produção de frutos (kg.árvore⁻¹), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos (kg.cacho⁻¹), Pfruto: peso médio de frutos (g.fruto⁻¹), Teor MS: Teor de matéria seca (em porcentagem) e Perf: número de perfilhos por planta.

Na seleção direta para produção de frutos, foram selecionados os principais componentes de produção correlacionados com esse caráter, visando a propagação sexuada e assexuada (Tabela 7). Os resultados demonstraram que a seleção direta sobre o caráter produção proporcionou ganhos positivos em NCa, PC e Pfruto e negativos em Teor MS e Perf.

Os ganhos de seleção na propagação vegetativa quando comparados com a produção de sementes foram quase 50% maiores. Segundo Pires et al. (2011), a propagação vegetativa pode distribuir com maior rapidez e eficiência os ganhos adquiridos pelo melhoramento genético, além de conseguir capturar o componente genético total (aditivo e não aditivo), resultando em maiores ganhos dentro de um mesmo ciclo de produção.

Apesar da clonagem apresentar diversas características desejáveis como uniformidade de crescimento e qualidades tecnológicas, ainda não existe um protocolo estabelecido para a propagação assexuada da pupunheira. Porém, diferentes técnicas de propagação para a espécie já vêm sendo estudadas, como embriogênese somática (ALMEIDA; ALMEIDA, 2006; MACIEL et al., 2010; VIÑAS; JIMÉNEZ, 2011), cultivo *in vitro* (SANTO et al., 2010, 2012; GRANER et al., 2013) e indução de perfilhos (MOSSANEK et al., 2014).

Em função disso, o estabelecimento de protocolo para a propagação por meio de clonagem, irá permitir a manutenção do valor genético total das melhores progênies, contribuindo assim para uma maior uniformidade e produção dos plantios de pupunheira.

Tabela 7. Progresso genético para aumento na produção de frutos (Prod.) e respostas indiretas a outras características associadas à produção em *Bactris gasipaes* Kunth, Porto Velho – RO

Progresso genético	Prod.	Nca	PC	Pfruto	Teor MS	Perf.
Produção de sementes (%)	35,58	7,09	5,89	2,01	-1,93	-3,82
Ganhos de seleção (%)	92,95	67,85	153,00	7,01	-4,23	-124,02
Propagação vegetativa (%)	58,58	11,46	9,53	3,04	-3,30	-5,42
Ganhos de seleção (%)	153,03	109,66	247,53	10,60	-7,24	-175,98

Prod: produção de frutos (kg.árvore⁻¹), NCa: número de cachos por planta, PC: peso médio de cachos (kg.cacho⁻¹), Pfruto: peso médio de frutos (g.fruto⁻¹), Teor MS: Teor de matéria seca (em porcentagem) e Perf: número de perfilhos por planta.

4 CONCLUSÕES

1. Maiores ganhos com a produtividade podem ser obtidos selecionando a produção de frutos, caráter esse que apresentou controle genético preeminente.
2. As estimativas de parâmetros genéticos dos principais componentes de produção, durante o 5º, 6º e 7º ano de cultivo da pupunheira, mostraram que a estabilidade da produção tende a estabilizar a partir do 7º ano, com possibilidades de ganhos com a seleção.
3. A seleção de três indivíduos por família, permitiu a obtenção de ganhos com a seleção e manutenção de um número efetivo mínimo próximo a trinta.
4. Ganhos genéticos a partir da reprodução assexuada, ou seja, propagação por clonagem, mostrou ser mais indicado para os caracteres produção e seus componentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das avaliações apresentadas nesse estudo, sugere-se três critérios de seleção como estratégias para o direcionamento e continuidade de pesquisas com o melhoramento genético em pupunheira para a produção de frutos:

1º critério – a estabilidade genotípica da produção de pupunha ocorre a partir do 7º ano de cultivo, neste caso, terceiro ano de produção (Capítulos I e III);

2º critério – Os principais caracteres associados à produtividade são número e peso de cachos (Capítulo. II);

3º critério - O método de seleção baseado em três plantas por família foi o escolhido em razão da obtenção de ganhos satisfatórios em produção de frutos e com tamanho efetivo populacional de 30 indivíduos, visando estabelecer uma APS (Capítulo. III).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.; ALMEIDA, C. V. Somatic embryogenesis and in vitro plant regeneration from pejibae adult plant leaf primordia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1449-1452, set. 2006.
- BERGO, C. L.; NEGREIROS, J. R. da S.; MIQUELONI, D. P.; LUNZ, A. M. P. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça putumayo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 829-836, set. 2013.
- BORGES, C. V.; FERREIRA, F. M.; ROCHA, R. B.; SANTOS, A. R. dos; LAVIOLA, B. G. Capacidade produtiva e progresso genético de pinhão-manso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 64-70, jan. 2014.
- BOVI, M. L. A. Expansão do cultivo de pupunheira para palmito no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15 (supl.), p. 183-185, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992, 84 p.
- BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2ªed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 319p.
- CARVALHO, A.V.; BECKMAN, J.C.; MACIEL, R. de A.; FARIAS NETO, J.T. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 763-768, set. 2013.
- CEDILHO, D. S.; BARROS, W. S.; FERREIRA, F. M.; DIAS, A. dos S. D.; ROCHA, R. B.; CRUZ, C. D. Correlation and repeatability in progênies of African oil palm. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 197-201, abr./jun. 2008.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.
- CLEMENT, C.R. The pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K) as an agroforestry component. **Agroforestry Systems**, v. 4, n. 3, p. 205-219, set. 1986.
- CLEMENT, C. R.; MORA U. J. Pejybaye palm (*Bactris gasipaes*, Arecaceae): Muti-use potential for the lowland humid tropics. **Economy Botany**, New York, v. 42, n. 2, p. 302-311, abr. 1987.
- CLEMENT, C. R. Domestication of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes*): past and present. **Advances Economy Botany**, New York, v. 6, p. 155-174, 1988.
- CLEMENT, C. R. Pejibaye (*Bactris gasipaes*). In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. 2ºed. London: Longman, 1995. p. 383-388.

CLEMENT, C. R. **Pupunha**. In: Clay, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade Amazônica. INPA, Manaus, p. 82-99, 2000.

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, mai. 2000.

CLEMENT, C. R.; YUYAMA, K.; CHÁVEZ FLORES, W. B. Recursos genéticos de pupunha. In: SOUSA, N. R.; SOUZA, A. G. C. (Ed.). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental**: conservação, pesquisa e utilização. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 143-187.

CLEMENT, C.R.; SANTOS, L.A. Pupunha no mercado de Manaus: preferências de consumidores e suas implicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 778-779, dez. 2002.

CLEMENT, C. R.; WEBER, J. C.; VAN LEEUWEN, J.; DOMIAN, C. A.; COLE, D. M.; LOPEZ, L. A. A.; ARGUELLO, H. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 61, n. 1, p.195-206, jul. 2004.

CLEMENT, C. R.; CYMERYYS, M. **Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônia. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300p.

CLEMENT, C. R.; RIVAL, L.; COLE, D. M. **Domestication of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth): the roles of human mobility and migration**. In: ALEXIADES, M. N. (Ed.). Shifting spaces, changing times: Mobility, migration and displacement in indigenous lowland South America. Oxford: Berghahn Books, 2009a. p. 115-14.

CLEMENT, C. R.; KALIL FILHO, A.N.; MODOLO, V.A.; YUYAMA, K.; RODRIGUES, D.P.; VAN LEEUWEN, J.; FARIAS NETO, J.T.; CRISTO-ARAÚJO, M.; FLORES, W.B.C. **Domesticação e melhoramento de pupunha**. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Ed.). Domesticação e melhoramento: Espécies amazônicas. Viçosa: Editora UFV, 2009b. p. 367-398.

CORNELIUS, J. P.; WEBER, J. C.; SOTELO-MONTES, C.; UGARTE-GUERRA, L. J. Phenotypic correlations and site effects in a Peruvian landrace of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth). **Euphytica**, Wageningen, v. 173, n. 2, p. 173-183, mai. 2010.

CRUZ, C. D. **Princípios da genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2, 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2006, 585p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2, 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014, 668p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1, 4ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2012, 514p.

EPÓSITO, D. P.; PETERNELLI, L. A.; PAULA, T. O. M.; BARBOSA, M. H. P. Análise de trilha usando valores fenotípicos e genotípicos para componentes do rendimento na seleção de famílias de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 38-44, dez. 2012.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1987. 279p.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V. de. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância de predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 320-324, ago. 2001.

FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 731-733, dez. 2002.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, M. do S. P.; NOGUEIRA, O. L.; FALCÃO, P. N. B.; SANTOS, N. S. A. dos. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1051-1056, dez. 2008.

FARIAS NETO, J. T.; OLIVEIRA, M. do S. P.; RESENDE, M. D. V.; RODRIGUES, J. C. Parâmetros genéticos e ganhos com a seleção de progênies de *Euterpe oleracea* na fase juvenil. **Revista cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 515-521, jul. 2012.

FARIAS NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção para produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no Estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 122-126, abr./jun. 2013.

FERREIRA, F. M.; BARROS, W. S.; SILVA, F. L. da; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BASTOS, I. T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 605-610, jul. 2007.

FERREIRA, S. A. do N. **Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth** in: FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. (Eds). Manual de sementes da Amazônia. Fascículo 5, 12p. INPA, Manaus-AM, 2005.

FONSECA, E. B. A.; MOREIRA, M. A.; CARVALHO, J. G. de. Cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). UFLA: **Boletim de extensão**, n. 29, 2001.

GOMES JÚNIOR, R. A.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; PINA, A. J. de A.; SILVA, M. P. da; RESENDE, M. D. V. de. Características vegetativas na fase juvenil de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 58, n. 1, p. 27-35, jan./mar. 2015.

- GRANER, É. M.; OBERSCHEL, G. P. J.; BRONDANI, G. E.; BATAGIN-PIOTO, K. D.; ALMEIDA, C. V. de; ALMEIDA, M. TDZ pulzing evaluation on the in vitro morphogenesis of peach palm. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, India, v. 29, abr. 2013.
- HENDERSON, A. *Bactris* (Palmae). **Flora Neotropica Monograph 79**, 2000, 181p.
- KALIL FILHO, A. N.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V.; FARIAS NETO, J. T.; BERGO, C. L. YOKOMIZO, G. K.; KAMINSKI, P. E.; YUYAMA, K.; MODOLO, V. A. **Programa de melhoramento genético de pupunha na EMBRAPA, IAC e INPA**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010, 34p. (Documentos, 205).
- KRUALEE, S.; SDOODEE S.; EKSOMTRAMAGE, T.; SEREEPRASERT, V. Correlation and path analysis of palm (*Elaeis guineenses* Jacq.). **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**. Songkhla, v. 47, p. 528-533, set. 2013.
- LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; RESENDE, M. D. V. Produção de cachos e parâmetros genéticos de híbridos de caiaué com dendezeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n. 10, p. 1496-1503, out. 2012.
- MACIEL, S. A.; FERMINO JUNIOR, P. C. P.; SILVA, R. A.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Morpho-anatomical characterization of embryogenic calluses from immature zygotic embryo of peach palm during somatic embryogenesis. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 263-267, out. 2010.
- MARÇAL, T. S.; FERREIRA, A.; OLIVEIRA, W. B. dos S.; GUILLEN, J. H. S.; FERREIRA, M. F. da S. Genetic correlations and path analysis for fruit characters of juçara palm tree. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 692-698, jul. 2015.
- MATOS-SILVA, L. A.; MORA URPI, J. Descripción morfológica general del pejibaye cultivaldo [*Bactris* (Guilielma) *gasipaes* Kunth.] Arecaceae. **Boletín informativo**, Costa Rica, v. 1, p. 34-37, 1996.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley and Sons, 1981. 504p.
- MORA URPI, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H. B. K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In: *Palmeras poco utilizadas de America Tropical*. FAO/CATIE. San José, Turrialba, C. R. 1984. p. 118-160.
- MORA URPI, J. **Pejibaye (*Bactris gasipaes*)** In: HERNANDEZ BERMEJO, J. H.; LEON, J. Cultivos marginados- otre perspectiva de 1942. Roma: FAO/Cordoba: Jardim Botânico, 1992. p. 209-219.
- MORA URPI, J.; CLEMENT, C.R.; PATIÑO, V.M. Diversidad genética em Pejibaye I: Razas y poblaciones híbridas. In: MORA URPI, J.; SZOTT, L.; MURILLO, M.; PATIÑO, V.M. (eds.). **Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo**. San José, C.R.: Editorial de La Universidad de Costa Rica, 1993. p.11-20.

MORA URPI, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth.** Promoting the conservation and the use of underutilized and neglected crops. 20. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1997. 83p.

MORO, J. R. **Produção de palmito de pupunha.** Viçosa: CPT, 1998. 68P. (CTP. Agroindústria, manual, 188).

MOSSANEK, E. A. O.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Indução de perfilhos em mudas de pupunheira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 77, p. 39-48, jan./mar. 2014.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetic and Cytology**, v. 7, p. 40-51, 1978.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, É. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, mai. 2012.

OKOYE, M. N.; OKWUADWI, C. O.; UGURU, M. I. Population Improvement for fresh fruit bunch yeild and yield componentsin oil palm (*Elaeis guineenses* Jacq.). **American-Eurasian Journal of Scientific Research**, Deira, v. 4, n.2, p. 59-63, 2009.

OKWUAGWU, C. O.; OKOYE, M. N.; OKOLO, E. C.; ATAGA, C. D.; UGURU, M. I. Genetic variability of fresh bunch yeild in Deli/*dura* x *tenera* breeding populations of oil paml (*Elaeis guineenses* Jacq.) in Nigeria. **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, v. 46, n.1-2, p. 52-57, jan. 2008.

OLIVEIRA, M. do S. P.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. dos. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 501-506, abr. 2007.

OLIVEIRA, E. J.; LIMA, D. S. de; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por plantas em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 855-862, ago. 2010.

PEREIRA, M. B.; VENCOSKI, R. Limites da seleção recorrente. I. Fatores que afetam o acréscimo das frequências alélicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 23, v. 7, p. 769 – 780, jul. 1988.

PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, R. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Genética florestal. Viçosa: Editora Arka, 2011. 328p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária.** 5ª ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2012. 566p.

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

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP - Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2007a. 359p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genéticos**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2007b. 362p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropécuaria Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, set. 2007.

SANTOS, M. R. A. dos; FERREIRA, M. das G. R.; CORREIA, A. de O. ROCHA, J. F. *In vitro* Establishment and callogenesis in shoot tips of peach palm. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 40-44, jan./mar. 2010.

SANTOS, M. R. A.; ROCHA, J. F.; FERREIRA, M. das G. R. CORREIA, A. de O. Estabelecimento *in vitro* e calogênese em explantes foliares de pupunheira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 3, p. 197-203, jul./set. 2012.

SANTOS, B. W. C. dos. **Análises biométricas de características bromatológicas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) de maior teor de óleo provenientes de mercados de Porto Velho – Rondônia**. 2014. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM, 2014.

SILVA, A. R. M. da; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; FIGUEIREDO, A. F. de. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.2, p.195-200, jun. 2007.

SILVA, F. L. da; PEDROZO, C. Â.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V. PETERNELLI, L. A.; COSTA, P. M. de A.; VIEIRA, M. S. Análise de trilha para os componentes de produção de cana-de-açúcar via blup. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 3, p. 308-314, mai./jun. 2009.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, set. 1974.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. DO S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A.R. Correlações genéticas e análise de trilha para componentes da produção de frutos de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1135-1142, Jaboticabal, dez. 2012.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. do S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Índices de seleção no aprimoramento da produção de frutos em açaizeiro. **Pesquisa Agropécuaria Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 237-243, fev. 2012.

TOLER, J. E. Patterns of genotypic performance over environmental arrays. 1990. 154 f. Ph. D. Thesis. Clemson University, 1990.

VENCOVSKI, R.; BARRIGA, P. **Genéticas Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIÑAS, M.; JIMÉNEZ, V. M. Factores que influyen en la embriogénesis somática *in vitro* de palmas (Arecaceae). **Revista Colombiana de Biotecnología**, Bogotá, v. 13, n. 2, p. 229-242, dez. 2011.

YOKOMIZO, G. K.; QUEIROZ, J. A. L. de; MOCHIUTTI, S.; PINHEIRO, I. de N.; SILVA, P. A. R. Desempenho de progênies de açazeiro avaliadas para caracteres agronômicos no Estado do Amapá. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 367-376, set. 2010.

WRIGHT, S. Theory of path coeficientes: a replay to Niles' criticism. **Genetics**, Austin, v. 8, n. 3, p. 239-285, 1923.

WRIGHT, S. Evolution in mendelian populations, **Genetic**, v.16, p. 97-159, mar. 1931.

APÊNDICE

Apêndice A. Valor genético com a seleção dos três melhores indivíduos por família em função do efeito aditivo dos genes (produção de sementes) e o efeito genotípico (propagação vegetativa) de *Bactris gasipaes* Kunth., Porto Velho – RO.

Ordem	Bloco	Família	Planta	f	a	u+a	d	u+a+d
1	3	25	7	139,60	40,16	78,44	21,79	100,23
2	3	25	6	136,53	38,97	77,25	20,99	98,23
3	3	31	8	132,00	36,54	74,82	20,10	94,91
4	3	25	9	113,80	30,11	68,39	15,09	83,48
5	3	31	6	114,80	29,84	68,11	15,63	83,74
6	3	9	8	112,53	26,73	65,01	15,99	80,99
7	2	18	5	98,00	26,35	64,63	14,47	79,10
8	3	29	5	98,00	22,51	60,78	11,60	72,38
9	3	28	7	100,50	22,46	60,73	12,68	73,42
10	3	31	2	93,08	21,38	59,65	9,99	69,64
11	3	28	5	95,40	20,47	58,75	11,36	70,11
12	3	28	9	91,43	18,92	57,20	10,33	67,53
13	3	42	7	90,65	18,74	57,02	10,08	67,09
14	3	42	8	89,20	18,17	56,45	9,70	66,15
15	3	29	9	86,33	17,96	56,24	8,57	64,81
16	2	33	6	83,47	17,40	55,68	12,09	67,77
17	2	42	8	76,04	17,17	55,45	9,03	64,48
18	1	43	5	72,13	16,34	54,61	11,42	66,03
19	2	18	4	69,20	15,13	53,41	6,99	60,40
20	2	40	7	81,80	15,01	53,29	12,40	65,69
21	1	33	3	62,90	12,77	51,05	9,01	60,06
22	2	9	3	66,09	12,76	51,04	6,67	57,71
23	1	9	6	57,00	12,60	50,88	6,57	57,45
24	2	29	4	58,80	11,36	49,64	4,17	53,81
25	2	18	9	56,00	9,99	48,27	3,56	51,83
26	2	33	3	63,20	9,50	47,78	6,83	54,61
27	1	43	9	53,60	9,12	47,40	6,60	54,00
28	3	43	2	68,60	7,45	45,73	5,50	51,23
29	1	32	9	51,06	6,29	44,57	6,73	51,30
30	1	32	5	48,37	5,25	43,52	6,03	49,55
31	3	24	6	67,40	5,16	43,43	5,96	49,40
32	2	40	6	49,40	2,39	40,67	3,99	44,65
33	1	24	8	38,00	1,21	39,49	3,33	42,82
34	2	40	3	44,30	0,40	38,68	2,66	41,34
35	1	24	5	34,40	-0,19	38,09	2,40	40,48
36	3	32	9	51,50	-1,04	37,23	1,83	39,07
37	1	26	4	38,33	-2,80	35,48	5,18	40,66
38	2	26	6	45,50	-3,39	34,89	4,78	39,67
39	2	27	2	44,80	-3,43	34,85	4,50	39,35

Continua...

Apêndice A. Continuação...

40	2	27	8	40,20	-5,22	33,06	3,31	36,37
41	1	26	7	31,30	-5,54	32,74	3,35	36,09
42	3	27	6	48,50	-6,11	32,17	2,72	34,88
43	3	31	4	91,10	20,60	58,88	9,47	68,36
44	3	28	2	72,80	11,67	49,94	5,49	55,43
45	2	29	3	57,35	10,79	49,07	3,79	52,86
46	2	9	7	60,89	10,74	49,01	5,32	54,34
47	1	9	9	51,20	10,34	48,62	5,06	53,68
48	2	25	7	52,46	10,34	48,62	1,90	50,52
49	2	42	9	57,28	9,86	48,14	4,16	52,30
50	1	42	3	47,20	9,32	47,60	3,80	51,39
51	1	42	9	47,20	9,32	47,60	3,80	51,39
52	3	31	5	61,04	8,89	47,17	1,67	48,84
53	1	31	2	41,54	8,80	47,08	1,61	48,69
54	1	31	7	41,28	8,70	46,98	1,54	48,52
55	2	25	6	47,60	8,45	46,73	0,64	47,37
56	1	31	3	40,25	8,30	46,58	1,27	47,85
57	2	25	3	47,15	8,27	46,55	0,53	47,08
58	2	9	5	53,50	7,86	46,13	3,40	49,54
59	1	9	5	44,80	7,85	46,13	3,40	49,53
60	2	28	7	52,40	7,84	46,12	2,94	49,06
61	3	31	7	58,04	7,73	46,00	0,89	46,89
62	2	25	9	45,20	7,51	45,79	0,02	45,81
63	1	42	8	41,60	7,14	45,42	2,34	47,76
64	1	29	5	39,00	7,03	45,31	1,28	46,59
65	1	29	3	39,00	7,03	45,31	1,28	46,59
66	1	18	6	39,30	6,87	45,15	1,48	46,62
67	3	31	9	55,33	6,67	44,95	0,18	45,13
68	2	29	2	46,50	6,57	44,84	0,97	45,82
69	1	18	7	37,80	6,29	44,56	1,09	45,65
70	3	42	6	58,40	6,18	44,45	1,70	46,15
71	1	25	5	33,00	6,14	44,42	-0,89	43,53
72	1	29	4	36,63	6,11	44,38	0,67	45,05
73	1	18	3	37,25	6,07	44,35	0,94	45,29
74	2	29	6	44,00	5,59	43,87	0,32	44,20
75	1	31	9	32,90	5,44	43,72	-0,64	43,08
76	3	25	5	50,30	5,38	43,65	-1,41	42,25
77	1	25	2	31,00	5,36	43,64	-1,41	42,23
78	2	9	8	47,10	5,36	43,64	1,74	45,38
79	1	42	5	37,00	5,35	43,62	1,15	44,77
80	2	18	6	44,00	5,32	43,59	0,44	44,04
81	3	28	4	56,40	5,28	43,55	1,23	44,79

Continua...

Apêndice A. Continuação...

82	2	29	8	43,10	5,24	43,52	0,09	43,61
83	2	29	5	43,10	5,24	43,52	0,09	43,61
84	2	42	5	45,20	5,16	43,43	1,02	44,46
85	2	28	2	45,40	5,12	43,39	1,12	44,52
86	2	25	5	38,60	4,94	43,22	-1,70	41,52
87	2	31	3	40,00	4,82	43,10	-1,05	42,05
88	2	28	3	44,30	4,69	42,97	0,84	43,80
89	1	18	4	33,65	4,67	42,95	0,01	42,96
90	2	9	2	45,20	4,62	42,90	1,25	44,15
91	1	18	2	33,20	4,49	42,77	-0,11	42,66
92	2	25	4	36,89	4,28	42,55	-2,14	40,41
93	3	9	6	54,80	4,24	42,52	0,99	43,51
94	2	9	9	44,00	4,16	42,43	0,94	43,37
95	1	29	6	30,54	3,73	42,01	-0,92	41,09
96	2	25	2	35,20	3,62	41,89	-2,58	39,32
97	1	31	8	28,00	3,53	41,81	-1,91	39,90
98	1	42	7	32,30	3,52	41,79	-0,07	41,72
99	1	9	4	33,63	3,50	41,78	0,50	42,27
100	1	31	6	27,60	3,37	41,65	-2,01	39,64
101	3	43	3	58,05	3,34	41,62	2,76	44,38
102	2	31	9	36,00	3,26	41,54	-2,09	39,45
103	2	33	8	47,08	3,22	41,50	2,64	44,15
104	1	43	8	38,32	3,17	41,44	2,64	44,08
105	1	9	3	32,40	3,02	41,30	0,18	41,48
106	1	29	8	28,67	3,00	41,28	-1,40	39,88
107	1	42	6	30,40	2,77	41,05	-0,57	40,48
108	1	25	7	24,20	2,72	40,99	-3,18	37,81
109	1	33	6	36,76	2,59	40,86	2,22	43,08
110	1	18	9	28,30	2,58	40,86	-1,38	39,48
111	3	43	6	56,00	2,55	40,82	2,22	43,05
112	2	31	7	34,07	2,51	40,79	-2,59	38,20
113	2	25	8	32,15	2,43	40,71	-3,37	37,34
114	2	18	8	35,45	1,99	40,26	-1,78	38,49
115	2	43	6	43,71	1,88	40,16	1,78	41,94
116	2	42	7	36,78	1,88	40,15	-1,17	38,99
117	3	28	8	47,60	1,85	40,13	-1,05	39,07
118	2	9	4	38,00	1,82	40,10	-0,62	39,47
119	1	43	7	34,60	1,72	39,99	1,67	41,66
120	1	33	8	34,40	1,67	39,95	1,61	41,55
121	2	29	7	33,80	1,62	39,90	-2,32	37,57
122	2	29	9	33,80	1,62	39,90	-2,32	37,57
123	2	28	8	36,00	1,45	39,73	-1,32	38,41

Continua...

Apêndice A. Continuação...

124	2	9	6	37,00	1,43	39,71	-0,88	38,82
125	2	33	4	42,40	1,40	39,68	1,43	41,11
126	1	25	6	20,50	1,27	39,55	-4,14	35,41
127	2	31	8	30,80	1,24	39,52	-3,44	36,08
128	1	25	3	20,40	1,23	39,51	-4,17	35,35
129	1	25	4	19,76	0,99	39,26	-4,33	34,93
130	1	28	4	26,00	0,94	39,22	-1,66	37,56
131	1	33	8	32,50	0,93	39,21	1,11	40,32
132	2	28	9	34,60	0,91	39,19	-1,68	37,51
133	3	42	4	44,00	0,57	38,84	-2,04	36,80
134	1	33	2	31,33	0,47	38,75	0,81	39,56
135	2	28	6	33,20	0,36	38,64	-2,05	36,60
136	3	29	8	41,11	0,34	38,62	-3,18	35,45
137	3	40	2	54,20	0,13	38,41	2,48	40,89
138	1	29	2	21,20	0,09	38,37	-3,34	35,03
139	2	42	4	32,00	0,02	38,29	-2,41	35,89
140	1	28	9	23,00	-0,23	38,05	-2,44	35,61
141	1	18	5	21,07	-0,23	38,04	-3,26	34,79
142	2	31	6	27,00	-0,24	38,03	-4,43	33,61
143	2	33	9	38,00	-0,31	37,96	0,28	38,25
144	1	43	6	29,37	-0,32	37,96	0,31	38,27
145	1	25	8	16,30	-0,36	37,92	-5,23	32,68
146	3	42	9	41,60	-0,37	37,91	-2,66	35,24
147	1	24	6	33,00	-0,74	37,54	2,03	39,57
148	2	43	4	36,98	-0,74	37,54	0,03	37,57
149	1	25	9	15,20	-0,79	37,49	-5,52	31,97
150	1	31	5	16,70	-0,87	37,41	-4,84	32,56
151	2	18	2	27,20	-1,23	37,05	-3,92	33,13
152	2	43	8	35,50	-1,32	36,96	-0,35	36,61
153	3	25	8	32,96	-1,38	36,90	-5,91	30,99
154	3	28	6	39,20	-1,42	36,85	-3,24	33,62
155	1	28	3	19,90	-1,43	36,84	-3,24	33,60
156	2	43	2	34,95	-1,53	36,75	-0,49	36,25
157	2	40	8	39,20	-1,58	36,69	1,34	38,03
158	1	28	6	19,40	-1,63	36,65	-3,37	33,27
159	3	29	6	36,00	-1,65	36,63	-4,50	32,13
160	1	24	9	30,40	-1,75	36,53	1,36	37,89
161	1	43	2	25,70	-1,75	36,53	-0,64	35,89
162	3	29	7	35,45	-1,86	36,42	-4,65	31,77
163	1	33	7	24,99	-2,00	36,28	-0,84	35,44
164	1	18	8	16,40	-2,05	36,23	-4,47	31,76
165	1	24	7	29,60	-2,06	36,22	1,15	37,37

Continua...

Apêndice A. Continuação...

166	3	32	8	48,63	-2,16	36,12	1,09	37,21
167	3	42	5	37,00	-2,16	36,12	-3,86	32,26
168	3	42	3	37,00	-2,16	36,12	-3,86	32,26
169	2	31	4	21,95	-2,21	36,07	-5,74	30,33
170	1	32	3	28,88	-2,35	35,93	0,97	36,90
171	2	18	3	24,00	-2,47	35,80	-4,75	31,05
172	1	40	4	28,00	-2,56	35,71	0,68	36,40
173	1	43	4	23,60	-2,57	35,71	-1,19	34,52
174	2	28	5	25,50	-2,64	35,64	-4,04	31,60
175	2	43	7	32,00	-2,68	35,60	-1,26	34,34
176	1	9	8	17,60	-2,75	35,53	-3,66	31,87
177	2	40	2	36,00	-2,83	35,45	0,51	35,95
178	2	31	5	20,30	-2,85	35,42	-6,17	29,26
179	3	32	5	46,76	-2,89	35,39	0,60	35,99
180	2	43	5	31,40	-2,91	35,36	-1,42	33,95
181	1	33	5	22,58	-2,94	35,34	-1,46	33,88
182	2	42	2	24,00	-3,10	35,18	-4,49	30,69
183	1	28	7	15,60	-3,11	35,17	-4,36	30,81
184	1	32	6	26,72	-3,19	35,09	0,40	35,49
185	2	32	9	35,17	-3,28	35,00	0,34	35,34
186	1	24	3	26,40	-3,31	34,97	0,32	35,29
187	1	32	8	26,13	-3,42	34,86	0,25	35,11
188	2	24	7	34,67	-3,47	34,81	0,21	35,02
189	3	9	2	34,56	-3,65	34,63	-4,26	30,37
190	3	9	5	34,56	-3,65	34,63	-4,26	30,37
191	1	9	2	15,20	-3,68	34,60	-4,29	30,31
192	3	24	9	44,40	-3,80	34,47	-0,01	34,46
193	3	24	4	44,40	-3,80	34,47	-0,01	34,46
194	3	40	7	44,00	-3,84	34,44	-0,17	34,27
195	3	32	6	44,05	-3,95	34,33	-0,10	34,23
196	2	31	2	17,45	-3,96	34,31	-6,91	27,41
197	2	33	2	28,25	-4,11	34,17	-2,25	31,92
198	1	28	2	13,00	-4,12	34,15	-5,04	29,12
199	3	33	9	38,33	-4,31	33,97	-2,38	31,59
200	3	43	9	38,15	-4,41	33,87	-2,41	31,46
201	2	32	5	32,27	-4,41	33,87	-0,41	33,46
202	2	24	2	32,00	-4,51	33,77	-0,48	33,29
203	2	33	7	26,80	-4,68	33,60	-2,62	30,98
204	3	9	7	31,87	-4,69	33,58	-4,96	28,62
205	3	42	2	30,40	-4,73	33,54	-5,57	27,97
206	1	33	4	17,96	-4,74	33,54	-2,66	30,88
207	1	9	7	12,20	-4,85	33,43	-5,07	28,36

Continua...

Apêndice A. Continuação...

208	1	42	4	10,40	-5,02	33,26	-5,76	27,50
209	3	28	3	29,95	-5,03	33,25	-5,64	27,61
210	2	32	6	30,32	-5,17	33,11	-0,92	32,19
211	3	31	3	24,80	-5,22	33,05	-7,75	25,31
212	3	40	6	40,31	-5,28	33,00	-1,12	31,88
213	1	24	4	21,20	-5,33	32,94	-1,03	31,91
214	1	40	6	20,60	-5,45	32,83	-1,24	31,59
215	1	24	2	20,50	-5,61	32,67	-1,21	31,46
216	2	24	4	29,00	-5,68	32,60	-1,26	31,34
217	3	9	4	28,40	-6,05	32,23	-5,86	26,37
218	1	26	5	29,94	-6,07	32,21	3,00	35,21
219	2	26	3	38,49	-6,12	32,16	2,96	35,12
220	3	40	5	38,00	-6,18	32,10	-1,72	30,38
221	1	27	6	29,00	-6,20	32,08	2,66	34,73
222	2	43	9	22,85	-6,24	32,03	-3,64	28,40
223	3	24	2	38,00	-6,30	31,98	-1,67	30,31
224	2	24	6	27,35	-6,32	31,96	-1,69	30,27
225	3	9	3	27,67	-6,33	31,95	-6,05	25,89
226	1	40	2	18,15	-6,40	31,88	-1,88	30,00
227	2	24	8	27,00	-6,46	31,82	-1,78	30,04
228	1	40	9	17,70	-6,58	31,70	-1,99	29,71
229	2	24	9	26,50	-6,65	31,63	-1,91	29,71
230	1	40	8	17,20	-6,77	31,51	-2,12	29,38
231	1	26	2	28,05	-6,80	31,47	2,51	33,98
232	3	43	5	31,91	-6,84	31,44	-4,03	27,40
233	2	42	6	14,10	-6,96	31,32	-7,06	24,26
234	3	9	9	25,64	-7,12	31,16	-6,58	24,57
235	2	27	6	35,26	-7,14	31,13	2,03	33,16
236	1	40	7	15,95	-7,26	31,02	-2,45	28,57
237	2	33	5	18,80	-7,79	30,48	-4,70	25,78
238	1	27	7	24,00	-8,15	30,13	1,36	31,49
239	3	33	5	28,37	-8,19	30,09	-4,97	25,12
240	3	40	3	32,40	-8,36	29,92	-3,18	26,74
241	1	26	9	23,75	-8,48	29,80	1,39	31,19
242	3	24	8	32,30	-8,52	29,76	-3,15	26,61
243	1	26	8	23,40	-8,62	29,66	1,30	30,96
244	1	32	2	12,50	-8,73	29,55	-3,29	26,26
245	3	33	6	26,93	-8,75	29,53	-5,34	24,19
246	1	27	9	22,00	-8,93	29,35	0,84	30,19
247	1	32	4	11,94	-8,95	29,33	-3,43	25,90
248	1	27	4	21,80	-9,01	29,27	0,79	30,06
249	3	40	4	30,62	-9,05	29,23	-3,64	25,58

Continua...

Apêndice A. Continuação...

250	3	32	4	30,72	-9,14	29,14	-3,56	25,58
251	3	40	9	30,32	-9,17	29,11	-3,72	25,39
252	2	27	9	30,00	-9,19	29,08	0,66	29,74
253	2	40	5	18,80	-9,53	28,75	-3,96	24,78
254	3	40	8	29,07	-9,66	28,62	-4,04	24,58
255	3	43	8	24,50	-9,73	28,55	-5,96	22,59
256	3	33	7	24,08	-9,86	28,42	-6,08	22,34
257	3	33	8	23,60	-10,05	28,23	-6,20	22,03
258	1	26	3	18,97	-10,34	27,94	0,15	28,09
259	2	24	3	16,87	-10,40	27,87	-4,41	23,46
260	2	26	7	27,20	-10,52	27,76	0,03	27,79
261	3	26	2	36,60	-10,98	27,30	-0,28	27,02
262	2	26	9	26,00	-10,99	27,29	-0,28	27,01
263	2	43	3	10,50	-11,06	27,22	-6,84	20,38
264	1	27	2	15,30	-11,54	26,74	-0,90	25,84
265	2	27	5	23,61	-11,68	26,59	-1,00	25,59
266	2	26	4	24,00	-11,76	26,51	-0,80	25,71
267	3	26	5	34,40	-11,84	26,44	-0,85	25,59
268	3	26	8	34,40	-11,84	26,44	-0,85	25,59
269	2	32	4	13,10	-11,88	26,40	-5,39	21,01
270	2	26	5	23,58	-11,93	26,35	-0,91	25,44
271	2	27	4	22,17	-12,24	26,03	-1,37	24,66
272	1	27	8	13,34	-12,30	25,98	-1,41	24,56
273	3	24	5	22,50	-12,33	25,94	-5,70	20,24
274	2	26	2	22,40	-12,39	25,89	-1,21	24,67
275	1	27	3	13,06	-12,41	25,87	-1,48	24,38
276	3	27	8	32,00	-12,54	25,74	-1,57	24,17
277	3	26	8	32,00	-12,77	25,51	-1,47	24,03
278	1	26	6	12,35	-12,92	25,36	-1,57	23,79
279	3	26	2	31,40	-13,01	25,27	-1,63	23,64
280	3	43	4	15,65	-13,17	25,10	-8,26	16,85
281	2	27	3	17,90	-13,91	24,37	-2,48	21,89
282	3	26	5	28,80	-14,02	24,26	-2,30	21,96
283	3	26	6	28,60	-14,10	24,18	-2,35	21,83
284	3	27	3	27,80	-14,18	24,10	-2,66	21,44
285	3	26	6	27,80	-14,41	23,87	-2,56	21,31
286	3	26	4	27,80	-14,41	23,87	-2,56	21,31
287	3	27	9	27,20	-14,41	23,87	-2,82	21,05
288	3	27	7	26,70	-14,60	23,67	-2,95	20,73
289	3	26	4	26,90	-14,76	23,52	-2,80	20,72
290	3	26	9	26,40	-14,95	23,32	-2,93	20,40
291	3	26	9	25,60	-15,27	23,01	-3,13	19,88

Continua...

Apêndice A. Continuação...

292	3	26	7	25,60	-15,27	23,01	-3,13	19,88
293	3	26	7	25,60	-15,27	23,01	-3,13	19,88
294	3	27	4	21,64	-16,58	21,70	-4,26	17,44
295	2	27	7	10,50	-16,79	21,49	-4,40	17,08
296	3	32	7	10,80	-16,90	21,38	-8,74	12,64
297	3	27	2	20,31	-17,09	21,18	-4,61	16,58
298	3	26	3	16,80	-18,69	19,58	-5,42	14,16
299	3	26	3	16,00	-19,01	19,27	-5,63	13,65
300	3	27	5	9,96	-21,13	17,15	-7,29	9,86

f: valor fenotípico, a: efeito aditivo, u: média genotípica ou média geral e d: efeito de dominância.