

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



Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua conservação *in-situ* em Caapiranga, Amazonas

PATRICK BEYERLEIN

MANAUS

2017

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

PATRICK BEYERLEIN

Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua conservação *in-situ* em Caapiranga, Amazonas

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, na Área de Produção vegetal.

Orientador: Prof. Henrique dos Santos Pereira, PhD.

MANAUS

2017

Ficha Catalográfica

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

Beyerlein, Patrick
B573a Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua
conservação in-situ em Caapiranga, Amazonas / Patrick Beyerlein.
2017
131 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Henrique dos Santos Pereira
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Dioscoreaceae. 2. diversidade. 3. variedades locais. 4.
cruzamentos. 5. Amazônia. I. Pereira, Henrique dos Santos II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

PATRICK BEYERLEIN

Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua conservação *in-situ* em Caapiranga, Amazonas

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, na Área de Produção vegetal.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Ao deus pela sua paciência e amor;
aos agricultores pelo cultivo do cará;
ao meu orientador pelo acompanhamento constante;
aos outros pesquisadores pela colaboração;
aos colegas da turma que me incentivaram.
ao apoio da equipe da fazenda experimental;
aos colegas que auxiliaram na discussão da temática;
à Universidade Federal do Amazonas e
à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas,
pela oportunidade e concessão da bolsa de estudos;

AGRADEÇO

RESUMO

O cará (*Dioscorea trifida* L.) é uma planta alimentícia nativa da região amazônica. Diversas variedades locais são cultivadas nos agroecossistemas, porém, sujeitos a processos que podem estar causando erosão genética da espécie, correndo o risco de haver perdas de variedades antes que se possa reconhecer seus potenciais. A pesquisa que embasa a tese teve por objetivos registrar e analisar o conhecimento e as práticas a cerca da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade do cará, identificar descritores morfológicos que discriminam variedades do cará, desenvolver uma chave de identificação para variedades, selecionar variedades com características agronômicas favoráveis, testar a viabilidade de sementes híbridas obtidas de polinizações controladas e avaliar a diversidade morfológica de plantas híbridas. Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os produtores de cará gerando conhecimento sobre o manejo da agrobiodiversidade *in-situ*. A diversidade de variedades na principal região de produção do cará na Amazônia Central foi levantada com o método bola de neve. Foi instalado um plantio experimental com quatro blocos casualizados e quatro plantas por parcela com 20 variedades e realizada uma avaliação da diversidade morfológica e agronômica. Descritores morfológicos foram identificados que possibilitaram a criação de uma chave de identificação para as partes aéreas e subterrâneas das variedades estudadas. Houve diferenças significativas entre as variedades em relação à produção de tubérculos e aceitação pelos consumidores o que permitiu a identificação de variedades com elevado potencial agronômico. A dormência de sementes foi comprovada assim como a quebra da dormência após o armazenamento (maturidade pós-dispersão). Novos genótipos foram criados pelos cruzamentos que apresentaram alta variabilidade fenotípica e tubérculos com novas características. Os resultados fornecem ferramentas para a conservação da agrobiodiversidade e para o melhoramento genético, visando o resgate e a valorização das plantas alimentícias nativas da Amazônia.

Palavras chave: Amazônia, Dioscoreaceae, diversidade, variedades locais, cruzamentos

ABSTRACT

The Amerindian yam (*Dioscorea trifida* L.) is a food plant native to the Amazon region. Local varieties are cultivated in agroecosystems. However, processes occur that may be causing genetic erosion of the species, running the risk of loss of varieties before knowing their potentials. The research of the thesis had as objectives to register and analyze *in-situ* conservation practices of the agrobiodiversity, to identify morphological descriptors that discriminate varieties, to develop identification keys for the varieties, to select varieties with favorable agronomic characteristics, to test the viability of hybrid seeds obtained from controlled pollinations and to evaluate the morphological diversity of the hybrid plants. Semi-structured interviews were conducted with the producers generating knowledge about the management of the *in-situ* agrobiodiversity. The diversity of varieties in the main production center of the Central Amazon region was raised using the snowball method. An experimental plantation with four randomized blocks and four plants per plot for 20 varieties was installed and evaluated the morphological diversity and agronomic characteristics. Sexual reproduction and seed germination were studied and carried out controlled pollinations among varieties and the hybrid plants generated were evaluated. Producer's knowledge of diversity, propagation methods, exchange of propagating material and the local classification system of varieties were revealed. Morphological descriptors were identified that allowed the creation of an identification key for the aerial and subterranean parts of the local varieties studied. There were significant differences between the varieties in relation to the production of tubers and acceptance by the consumers, which allowed the identification of varieties with higher agronomic potential. Seed dormancy was confirmed and dormancy was broken by storage (post-dispersion maturity). New genotypes were created by crossings that showed high phenotypic variability and tubers with new characteristics. The results provide tools for the conservation of agrobiodiversity and for genetic improvement, aiming at the rescue and valorization of the native food plants of the Amazon.

Keywords: Amazonia, Dioscoreaceae, diversity, native food plant, breeding

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Plantas na fase do crescimento inicial (A), e plantas adultas (B) da coleção de germoplasma da fazenda experimental da UFAM_____ 35
- Figura 2:** Localização dos acessos, limites municipais conforme IBGE (2010), hidrografia conforme SIPAM (2010), elaboração por Suzy Pedroza (2017) do Centro de Ciências do Ambiente, UFAM_____ 37
- Figura 3:** Precipitação registrada em Manaus em 2015 e precipitação normal climatológica para Manaus no período 1961-90 (Instituto Nacional de Meteorologia, www.inmet.gov.br) _____ 37
- Figura 4:** Croqui do plantio experimental, espaçamento entre as plantas 3x3 m, quatro plantas por parcela, 20 variedades (1-20) e quatro blocos_____ 38
- Figura 5:** Gradagem da área experimental (A) e aplicação de calcário dolomítico (B) ____ 39
- Figura 6:** Vista parcial do plantio experimental na época chuvosa 09/03/2015 _____ 40
- Figura 7:** Isolamento de inflorescências (A) e encostamento das anteras nos estigmas (B) 43
- Figura 8:** Cápsula do fruto e sementes (A), câmara de germinação (B), Plântula recém germinada (C), plântulas depois transplante no viveiro (D, E) e planta em cova na fazenda experimental (F) _____ 44
- Figura 9:** Casca lisa sem raízes de *Ovo de cavalo* (A), casca na parte distal com rugas profundas de *Durão* (B) e casca com rugas poli-angulares de *Pé de porco* (C) _ 59
- Figura 10:** Brotos das variedades *Ovo de cavalo* (A), *Japonês* (B) e *Açaí comprido* (C) __ 59
- Figura 11:** Pigmentação roxa da polpa: *Açaí comprido* (A), *Pé de porco* (B), *Durão* e *Casado* (C), *Preto* (D)_____ 60
- Figura 12:** Escurecimento da polpa das variedades *Boliviano* (A), *Pé de burro* (B), *Ovo de cavalo* (C), *Açaí redondo* (D) e *Pé de porco* (E) e polpa sem escurecimento da variedade *Japonês* (F) _____ 61
- Figura 13:** Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Açaí comprido* (A, B), *Açaí redondo* (C, D), *Barbudo* (E, F), *Boliviano* (G, H) e *Branco casquinha roxa* (I, J) _____ 63
- Figura 14:** Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Branco comprido* (A, B), *Branco redondo* (C, D), *Casado* (E, F), *Durão* (G, H) e *Japonês* (I, J) _____ 64
- Figura 15:** Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Macaxeira* (A, B), *Mão de onça* (C, D), *Ovo de cavalo* (E, F), *Pé de burro* (G, H) e *Pé de elefante* (I, J) _____ 65
- Figura 16:** Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Pé de porco* (A, B), *Preto* (C, D), *Rabo de mucura* (E, F), *Roxo comum* (G, H) e *Roxo de Humaitá* (I, J)_____ 66
- Figura 17:** Hastes jovens das variedades *Casado* (A) e *Rabo de mucura* (B), hastes maduras das variedades *Pé de burro* (C) e *Durão* (D)_____ 68
- Figura 18:** Hábito de crescimento das hastes da variedade *Japonês*_____ 68

- Figura 19:** Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos diâmetros médios da haste das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. *Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%* _____ 69
- Figura 20:** Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios do entrenó das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. *Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%* _____ 70
- Figura 21:** Visão adaxial (A) e abaxial (B) da folha recém expandida da variedade *Durão* 72
- Figura 22:** Pecíolos sem pigmentação roxa da variedade *Boliviano* (A) e pecíolos com uma pigmentação roxa muito intensiva da variedade *Açaí comprido* (B) _____ 73
- Figura 23:** Base do pecíolo verde das variedades *Ovo de cavalo* (A) e *Pé de porco* _____ 73
- Figura 24:** Pigmentação dos pecíolos típica das variedades *Macaxeira* (A) e *Casado* (B) _ 74
- Figura 25:** Pecíolos de folhas maduras de *Branco redondo* (A), *Mão de onça roxa* (B) e *Roxo comum* (C) _____ 74
- Figura 26:** Pecíolos de folhas jovens das variedades *Roxo de Humaitá* (A), *Durão* (B) *Branco casquinha roxa* (C) e *Açaí redondo* (D) _____ 75
- Figura 27:** Pecíolos de folhas maduras das variedades *Preto* (A) e *Pé de burro* (B) _____ 75
- Figura 28:** Pecíolos verdes com asas avermelhadas das variedades *Japonês* (A) e *Branco comprido* (B) _____ 76
- Figura 29:** Pecíolos com três asas de *Pé de elefante* e pecíolos sem asas de *Rabo de mucura* _____ 76
- Figura 30:** Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios do pecíolo das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. *Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%* _____ 77
- Figura 31:** Folhas das variedades *Durão* (A) e *Mão de onça* (B) _____ 78
- Figura 32:** Folhas com três lóbulos das variedades *Rabo de mucura* (A) e *Barbudo* (B) ____ 78
- Figura 33:** Folhas com formato diferente: *Pé de burro* (A) e *Preto* (B) _____ 79
- Figura 34:** Folhas com os dois lóbulos superiores muito distantes da variedade *Roxo de Humaitá* (A) e folhas com dois formatos distintos da variedade *Japonês* (B) __ 79
- Figura 35:** Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas das larguras médias da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. *Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%* _____ 80
- Figura 36:** Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. *Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%* _____ 81
- Figura 37:** Diagrama de dispersão das médias totais dos valores das médias dos quatro blocos da largura e do comprimento da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental, com linha de tendência, equação e R^2 ____ 82

Figura 38: Inflorescências (A) e flores masculinas da variedade <i>Branco comprido</i> (B) ____	84
Figura 39: Inflorescências masculinas (A) e flores (B) da variedade <i>Açaí comprido</i> _____	84
Figura 40: Inflorescências com ramificações laterais da variedade <i>Rabo de mucura</i> _____	84
Figura 41: Duas formas de inflorescências diferentes da variedade <i>Japonês</i> _____	85
Figura 42: Inflorescências femininas das variedades <i>Mão de onça</i> (A) e <i>Barbudo</i> (B) ____	85
Figura 43: Frutos das variedades <i>Preto</i> (A) e <i>Pé de burro</i> (B) _____	86
Figura 44: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos números médios de flores por inflorescência feminina de 9 variedades <i>Dioscorea trifida</i> cultivadas no plantio experimental. <i>Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%</i> _____	86
Figura 45: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos números médios da inflorescência masculina de 9 variedades <i>Dioscorea trifida</i> cultivadas no plantio experimental. <i>Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%</i> _____	87
Figura 46: Cápsula e sementes da variedade <i>Ovo de cavalo</i> (A) e <i>Preto</i> (B) _____	88
Figura 47: Cápsula de fruto aberta com as seis sementes dispostas _____	89
Figura 48: Análise de agrupamento baseado em 48 descritores morfológicos de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> usando o índice de Jaccard e o método de agrupamento UPGMA _____	91
Figura 49: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas da produção média de tubérculos de 20 variedades locais de <i>Dioscorea trifida</i> em Latossolo Amarelo na Amazônia Central. <i>Variedades com uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%</i> _____	95
Figura 50: Diagrama de dispersão do número médio de tubérculos por cova e da produção média por cova de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> , com linha de tendência, equação e R^2 _____	96
Figura 51: Porcentagem dos rankings de preferência da análise sensorial de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> . <i>Variedades com uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunn a 5%</i> _____	100
Figura 52: Porcentagens das alternativas declaradas na avaliação da intenção de compra em relação à variedade que o avaliador mais preferiu no teste de ordenação _____	101
Figura 53: Visitante floral de <i>Dioscorea trifida</i> : micro-abelha do gênero <i>Melipona</i> , possivelmente <i>M. varia</i> _____	104
Figura 54: Insetos da família <i>Formicidae</i> nas flores de <i>Dioscorea trifida</i> _____	104
Figura 55: Porcentagem e tempo médio de germinação em função do tempo de armazenamento de sementes de <i>Dioscorea trifida</i> _____	106
Figura 56: Flores femininas (A) e frutos (A) de uma planta F1 com morfologia diferente	109
Figura 57: Folhas com três lóbulos fundos (A), com cinco lóbulos fundos (B), com lóbulos rasos (C) ou com somente dois lóbulos (D) _____	110
Figura 58: Pecíolos de plantas do cruzamento 1 _____	110

- Figura 59:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 1 (A) e um tubérculo cortado (B), mostrando formas irregulares e pigmentação da polpa diferente das plantas paternas _____ 110
- Figura 60:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 1 (A) e um tubérculo cortado (B), mostrando formas ovais e polpa branca com manchas roxas somente na parte exterior da polpa _____ 111
- Figura 61:** Tubérculos de uma cova (A) e um tubérculo cortado (B) de uma planta do cruzamento 1, mostrando formas irregulares e pigmentação da polpa diferente das plantas paternas _____ 111
- Figura 62:** Pecíolos com pigmentação lilás na base (A), fruto com duas asas (B), folha com formato novo (C) _____ 112
- Figura 63:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 112
- Figura 64:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 112
- Figura 65:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 113
- Figura 66:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 3 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 113
- Figura 67:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 3 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 113
- Figura 68:** Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 4 (A), tubérculo cortado (B) e parte aérea (C) _____ 114
- Figura 69:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 4 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 114
- Figura 70:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 4 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 115
- Figura 71:** Planta com alta densidade de raízes (A) polpa branca (B) e folha com lobo principal comprido (C) _____ 115
- Figura 72:** Tubérculos de uma cova da planta F1 do cruzamento 5 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 115
- Figura 73:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 116
- Figura 74:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 116
- Figura 75:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 116
- Figura 76:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 117
- Figura 77:** Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 7 (A) e um tubérculo cortado (B) _____ 117

LISTA DE TABELLAS

Tabela 1: Vantagens e desvantagens de algumas estratégias de conservação da agrobiodiversidade (Hammer 2004) _____	20
Tabela 2: Acessos de <i>Dioscorea trifida</i> escolhidos para o plantio experimental, com suas respectivas origens, nomes populares e coordenadas geográficas _____	36
Tabela 3: Resultados da análise química do solo da área do plantio experimental _____	39
Tabela 4: Descritores identificados para os tubérculos de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	58
Tabela 5: Descritores identificados para as hastes de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	67
Tabela 6: Descritores identificados para as folhas de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	71
Tabela 7: Descritores identificados para as inflorescências, flores e frutos de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	83
Tabela 8: Variáveis quantitativas de flores, frutos e sementes de plantas de <i>Dioscorea trifida</i> cultivadas em Latossolo Amarelo na Amazônia Central _____	88
Tabela 9: Descritores morfológicos descartados para as 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	89
Tabela 10: Facilidade colheita de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> em Latossolo Amarelo _____	99
Tabela 12: Índices de preferência da avaliação visual de 20 variedades de <i>Dioscorea trifida</i> _____	102
Tabela 13: Fenofases e atividades realizadas na coleção de germoplasma de <i>Dioscorea trifida</i> em 2013/2014 na fazenda experimental da UFAM _____	103
Tabela 14: Porcentagem de germinação de sementes de <i>Dioscorea trifida</i> em função do tempo de armazenamento _____	105
Tabela 15: Tempo médio (dias) de germinação de sementes de <i>Dioscorea trifida</i> em função do tempo de armazenamento _____	106
Tabela 16: Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Dioscorea trifida</i> em função do tempo de armazenamento _____	107
Tabela 17: Genitores parentais, número de plantas e expressão sexual das plantas oriundas dos cruzamentos _____	108
Tabela 18: Resumo dos dados do número de tubérculos por cova e do peso de tubérculos por cova das plantas oriundas dos cruzamentos _____	118

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. Revisão de literatura.....	17
3.1 Agrobiodiversidade.....	17
3.2 Estratégias de conservação da agrobiodiversidade.....	18
3.3 Conservação <i>in-situ</i> da agrobiodiversidade de <i>Dioscorea</i> spp.	26
3.4 Diversidade morfológica de <i>Dioscorea</i> spp.....	27
3.5 Avaliação agronômica de <i>Dioscorea</i> ssp.	28
3.6 Reprodução sexuada de <i>Dioscorea</i> spp..	30
4. Metodologia	32
4.1 Área de pesquisa	32
4.2 Estudo da conservação <i>in-situ</i> da agrobiodiversidade	33
4.3 Amostragem e coleta	34
4.4 Coleção de germoplasma	35
4.5 Plantio experimental	36
4.6 Descrição morfológica.....	40
4.7 Avaliação agronômica.....	41
4.7.1 Produção de tubérculos e facilidade de colheita	41
4.7.2 Preferência do consumidor	41
4.8 Reprodução sexuada	43
5. Resultados e discussão	46
5.1 Estudo da conservação <i>in-situ</i> da agrobiodiversidade do cará	46
5.1.1 Nomes populares	46
5.1.2 Origem.....	47
5.1.3 Variedades	48
5.1.4 Seleção	50
5.1.5 Propagação	52
5.1.6 Troca.....	53
5.1.6 Cultivo.....	54
5.1.7 Comercialização e consumo.....	55
5.1.8 Aspectos socioambientais do cultivo de cará em Caapiranga.....	57

5.2	Descrição morfológica.....	58
5.2.1	Descritores para os tubérculos.....	58
5.2.2	Descritores para as hastes.....	67
5.2.3	Descritores para as folhas.....	71
5.2.4	Descritores para as inflorescências, flores e frutos	83
5.2.5	Descritores descartados	89
5.2.6	Análise de agrupamento	91
5.2.6	Chave de identificação para variedades de <i>Dioscorea trifida</i> L.....	93
5.3	Avaliação agrônômica.....	95
5.2.1	Produção de tubérculos	95
5.2.2	Facilidade de colheita.....	98
5.2.3	Preferência do consumidor.....	100
5.4	Reprodução sexuada	103
5.4.1	Biologia floral	103
4.4.2	Polinização	104
4.4.3	Viabilidade de sementes	105
4.4.4	Plantas oriundas de cruzamentos.....	108
5.5.	Implicações para estratégias de conservação da agrobiodiversidade	118
5.	Conclusões	122
6.	Referências bibliográficas	123

1. Introdução

Muitas plantas alimentícias nativas da Amazônia, como o cará (*Dioscorea trifida*), são importantes para a soberania alimentar e ainda oferecem elevado potencial para a população regional. *D. trifida* é uma planta herbácea, trepadeira, perene, dióica e alógama, apresentando alta diversidade genética intraespecífica (Nascimento et al. 2013). Há evidências que o centro de origem se encontre na Amazônia, mostrando autotetraploidia na forma cultivada, sendo tri- ou diplóide na forma silvestre (Bousalem et al. 2010). A espécie apresenta relevância na economia regional e importância para a soberania alimentar e a saúde, possuindo alto valor nutricional e propriedades medicinais (Ramos-Escudero et al. 2010, Teixeira et al. 2013). No estado do Amazonas, agricultores familiares mantêm nas suas roças variedades locais de *D. trifida* que podem ter características agronômicas favoráveis e alta capacidade de tolerar estresse biótico e abiótico. Castro et al. (2012) identificaram variedades locais de *D. trifida* no centro de cultivo no município de Caapiranga, Amazonas, observando que algumas variedades não são mais cultivadas e somente houve antigos relatos de agricultores sobre sua existência. Foi observado um abandono do cultivo e/ou concentração da produção de somente uma ou poucas variedades, o que pode levar a erosão genética e a perda da diversidade da espécie, correndo o risco de extinção de variedades antes que se possa reconhecer seus potenciais.

O conhecimento do manejo *in-situ* dos recursos genéticos é essencial para o desenvolvimento de estratégias de conservação, levando-se em consideração o conhecimento e as práticas dos agricultores acerca da diversidade, das formas de propagação, obtenção e troca de material propagativo.

Torna-se necessário definir descritores morfológicos qualitativos e quantitativos que permitam a caracterização e o manejo dos recursos genéticos, bem como a utilização da variabilidade genética para o melhoramento com múltiplas finalidades. A identificação de características morfológicas das partes aéreas e subterrâneas facilmente detectáveis em campo possibilitaria a criação de uma chave de identificação para a distinção das variedades de *D. trifida*, o que forneceria uma ferramenta útil para o manejo da agrobiodiversidade *in-situ* e *ex-situ*. A descrição morfológica também é importante para a diferenciação de variedades com algumas características semelhantes e a detecção de genótipos duplicados que eventualmente recebem diferentes nomenclaturas em locais distintos. Uma variedade local de mesmo nome pode assumir características morfológicas diferentes da parte aérea que muitas vezes não são consideradas pelos agricultores. Desta forma, em cada área de cultivo do cará pode ser

encontrada uma diversidade considerável de variedades, tornando-se necessário definir as características específicas ou comuns de uma variedade e o número de variedades cultivadas.

A avaliação agronômica de variedades de cará é necessária para que sejam estabelecidos os parâmetros de referência para os processos de seleção de genótipos com características favoráveis, estimular seu cultivo e para identificar genótipos que podem ser usadas em cruzamentos dirigidos de programas de melhoramento. Além da produtividade, é importante saber sobre a preferência do consumidor em relação ao sabor e as características visuais que influenciam a decisão de compra no mercado.

Também é necessário estudar os aspectos da reprodução sexuada para a elucidação dos processos que levam ao surgimento de novas variedades e para a produção de sementes híbridas a partir de polinizações controladas. A vantagem da recombinação genética via cruzamentos dirigidos reside na possibilidade de produção de novos genótipos com características agronômicas mais favoráveis.

A combinação das informações do manejo *in-situ*, da diversidade morfológica, da avaliação agronômica e da reprodução sexuada pode fornecer uma base sólida de conhecimentos para o desenvolvimento de estratégias de conservação da agrobiodiversidade e para futuros programas de melhoramento da espécie.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

A pesquisa teve por objetivo a caracterização da diversidade morfológica, a avaliação de aspectos agronômicos, o estudo da reprodução sexuada e do manejo *in-situ* dos recursos genéticos do cará (*Dioscorea trifida*).

2.2 Objetivos específicos

- Identificar descritores morfológicos que discriminam variedades
- Desenvolver chave de identificação para variedades
- Selecionar variedades com características agronômicas favoráveis
- Testar viabilidade de sementes híbridas obtidas de polinizações controladas
- Avaliar a variabilidade morfológica de plantas híbridas e selecionar genótipos com potencial agronômico
- Registrar e analisar o conhecimento e as práticas a cerca da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade do cará

3. Revisão de literatura

3.1 Agrobiodiversidade

A agrobiodiversidade “[...] abrange todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação, por exemplo, as variedades e a variabilidade de animais, plantas e de microrganismos no nível genético, de espécies e de ecossistemas, os quais são necessários para sustentar as funções chaves dos agroecossistemas, suas estruturas e processos” (CDB 1992).

Como fatores genéticos fundamentais que influenciam a agrobiodiversidade podem ser considerados: a seleção, a mutação, a recombinação, a migração e a deriva genética. A ação de cada fator sobre a população de uma espécie agrícola depende do manejo dos recursos genéticos pelos agricultores, da estrutura da população e da biologia reprodutiva. Estes fatores estavam presentes desde início da atividade agrícola na domesticação de espécies ao longo do tempo, de geração a geração, e influenciaram a diversidade intra e interespecífica das espécies, com o aparecimento de novas variedades ou até novas espécies (Veasey et al. 2011).

O sucesso da agricultura moderna, que se deu em forma de um crescimento enorme da produção, é baseado na dominância de poucas espécies e poucos genótipos produtivos dentro do agroecossistema, na criação de condições ótimas para estas espécies e genótipos escolhidos, e na distribuição e ampliação deste tipo de agroecossistema. Dessa forma, a agricultura moderna corre o risco de destruir uma das causas do seu próprio sucesso: a elevada diversidade de variedades das espécies agrícolas (Miller et al. 1995).

Cultivares modernas de alta produtividade e homogeneidade com estreitamento genético forte foram amplamente distribuídas e começaram a oprimir as variedades locais com alta variabilidade, que poderiam ser a base para novos cultivares. Estimativas indicam que no último século, foram perdidos de 50% a 90% da agrobiodiversidade então existente, devido às alterações abruptas de ecossistemas naturais e agrícolas (Mulvany e Berger 2003). No Amazonas, tanto a perda da agrobiodiversidade em geral como a de recursos genéticos de plantas alimentícias é relacionada ao declínio das populações indígenas (Clement 1999).

Numa visão socioeconômica, Balcewicz (2007) identificou os seguintes processos que levaram a erosão da agrobiodiversidade: o êxodo rural, a substituição de variedades crioulas por variedades de base genética estreita, a uniformização de cultivos e sistemas produtivos, a falta de uma estratégia de utilização da biodiversidade para gerar renda para os agricultores, a perda de conhecimentos tradicionais, a falta de reconhecimento do valor ambiental dos produtos agroecológicos, da biodiversidade e dos serviços ambientais, a falta de ações

integradas das políticas públicas para a conservação e o manejo sustentável da agrobiodiversidade e a dificuldade em estabelecer sistemas de produção integrando todos os componentes da unidade produtiva familiar. O autor aponta as seguintes consequências desses processos: o estreitamento das alternativas de reprodução social e econômica, a forte dependência econômica em relação a um número reduzido de cultivos, a diminuição da resiliência dos agroecossistemas e ecossistemas naturais associados, o acesso reduzido à alimentos tradicionais e locais pela população brasileira, a simplificação da dieta associada a doenças crônicas e a maior fragilidade frente ao mercado e menor renda agregada.

Em suma, estas consequências mostram que a conservação da agrobiodiversidade é urgente e essencial para a humanidade como base da produção agrícola, garantindo a alimentação e a qualidade de vida das gerações futuras. Nesta tese, o estudo teve como principal foco a diversidade intraespecífica de *D. trifida*.

3.2 Estratégias de conservação da agrobiodiversidade

A importância de variedades locais para o melhoramento das plantas já era amplamente reconhecida no final do século 20 (Proskowetz e Schindler 1890). Vale ressaltar a importância das diversas atividades de Vavilov, que estudou os centros de diversidade de várias espécies agrícolas, produtos da atividade do ser humano num processo evolucionário contínuo de milhares de anos (Vavilov 1935).

O valor potencial de variedades locais para o desenvolvimento da agricultura sustentável não está apenas contido no material genético, mas também no fato de existir todo um acervo de conhecimentos sobre o manejo desses recursos que inclui processos tais como, a seleção, a propagação, a coleta e o armazenamento de sementes, e sobre tudo nos valores culturais relacionados à agrobiodiversidade (Cleveland et al. 1994). Isto mostra que este conhecimento e os valores culturais relacionados também estão ameaçados e inerentemente ligados com a agrobiodiversidade.

Bellon et al. (1997) ressaltam que apesar de que na segunda parte do último século um esforço considerável para coletar, caracterizar e conservar a agrobiodiversidade fora do agroecossistema (*ex-situ*) levou a uma rede mundial de bancos de germoplasma e jardins botânicos, estes esforços não abrangeram o espectro completo da diversidade das espécies agrícolas, nem foram capazes de conservar a dinâmica de processos evolutivos e nem os conhecimentos dos agricultores sobre a seleção e o manejo dessas espécies, o que está inerentemente ligado ao desenvolvimento e à evolução das variedades locais.

Desse modo, a conservação dos recursos genéticos do agroecossistema no seu ambiente natural, *in-situ*, recebeu atenção crescente ao longo das últimas três décadas, chamando-se esta estratégia de *on-farm* (Brush 1995). A ideia desse conceito é justamente a associar a conservação do conhecimento e do manejo com as culturas locais acerca da agrobiodiversidade, assim como também permitir a dinâmica evolutiva das espécies manejadas ou cultivadas.

Bretting e Duvick (1997) sugeriram os termos conservação “estática” e “dinâmica”. Segundo eles, a conservação estática pretende alterar drasticamente as trajetórias evolutivas originais dos recursos genéticos vegetais de maneira tal que um estado instantâneo da genética da espécie é conservado. Definem a conservação dinâmica como a busca de preservar ou reconstituir as trajetórias evolutivas e os processos biológicos, agroecológicos e culturais associados às plantas que compõem seu ambiente evolucionário original.

O novo paradigma da conservação *in-situ* ou *on-farm* foi questionado por Wood e Lenné (1997) que criticando a falta de conhecimento científico, constataram que esse novo paradigma estava baseado em pressupostos errados, sugerindo uma agenda de pesquisa, com o objetivo de aumentar o acesso à agrobiodiversidade pelos os agricultores e a capacidade dos agricultores para gerenciar essa diversidade dinamicamente. Dessa forma, a crescente diversificação genética, combinada com as habilidades experimentais dos agricultores, e apoiado pelo sistema de pesquisa formal, poderia garantir melhor a conservação dos recursos genéticos mais úteis. Esta ideia não é apenas baseada na conservação, mas também no aumento da agrobiodiversidade em sistemas pouco diversos, no sentido de recuperá-la.

Guerra et al. (1998) apontaram que é necessário o estabelecimento de estratégias para a caracterização e conservação *in-situ* da agrobiodiversidade, o que exigiria a definição precisa do uso sustentável dos recursos genéticos e a valorização e a regulamentação ao acesso, incluindo a soberania da diversidade genética vegetal. Segundo os autores é necessária a caracterização do material genético existente nas formações florestais e das variedades locais para subsidiar o manejo e os programas de melhoramento genético, tendo em vista o aumento do rendimento econômico e a formação de recursos capazes de manejar a diversidade genética existente. A soberania da diversidade genética é um ponto importante, considerando o perigo incalculável que pode ocorrer, por exemplo, com a mistura de material transgênico de espécies introduzidas através da polinização com as variedades locais, dessa forma o agricultor perderia a soberania sobre os seus recursos genéticos.

Uma visão geral da agrobiodiversidade foi apresentada no trabalho de Hammer (2004), incluindo os diferentes conceitos, as medidas de avaliação e as estratégias da conservação dos recursos genéticos agrícolas (Tabela 1).

Tabela 1: Vantagens e desvantagens de algumas estratégias de conservação da agrobiodiversidade (Hammer 2004)

Estratégia de conservação	Vantagens	Desvantagens
<i>In-situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Interações com outras espécies e organismos são possíveis • Variações interespecíficas e intraespecíficas podem ser combinadas • Pode ser usada para propagação vegetativa ou para sementes recalcitrantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma grande área grande é necessária para a conservação • Somente um pequeno número de genótipos pode ser manejado desta forma • Não protege contra epidemias de doenças e pragas, e outras perdas possíveis
<i>In-situ / on-farm</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dinâmica evolutiva através de evolução natural e seleção artificial são possíveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem conservação do <i>status quo</i> • Erosão genética é possível
<i>Ex-situ</i> , banco de sementes	<ul style="list-style-type: none"> • Semente (acesso) é disponível sempre • Catalogação • Pequeno espaço necessário (sementes pequenas) • Estado quo genético das sementes guardados pode ser conservado com a estratégia de reprodução apropriada 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há desenvolvimento evolutivo • Possíveis problemas na conservação de sementes recalcitrantes e partes vegetativas • Muito espaço necessário (sementes grandes) • Flora original ao redor do local da espécie não é conservada • Regeneração necessita espaço e recursos • Porção limitada da variabilidade é coletada e conservada • Mudança da estrutura da população via reprodução de populações muito pequenas
<i>Ex-situ</i> , cultura de tecidos	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco espaço necessário • Bom para material vegetativo e sementes recalcitrantes • Minimiza doenças 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento técnico sofisticado • Variações somaclonais • Espécies aparentadas não são conservadas
<i>Ex-situ</i> , DNA	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeno espaço necessário • Pode ser usado em qualquer lugar • Reserva última em casos isolados 	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneração das plantas inteiras, a partir do DNA, não pode ser obtida no presente • Problemas com o posterior isolamento de genes clonados e sua transferência

Long et al. (2003) pesquisaram estratégias de conservação e promoção da biodiversidade agrícola em Yunnan, uma província da China, baseado em estudos de caso sobre quatro grupos de plantas selecionados, os autores concluíram que as seguintes estratégias devem ser adotadas para conservar e promover a agrobiodiversidade: (1) a conservação *in-situ* da agrobiodiversidade, incluindo a proteção do habitat de populações silvestres, a conservação de espécies nativas e variedades em agroecossistemas tradicionais e educação ambiental, (2) a conservação *ex-situ* e promoção da agrobiodiversidade, incluindo o estabelecimento de coleções vivas e bancos de germoplasma, e a introdução de espécies e variedades em agroecossistemas, e (3) a promoção e conservação da agrobiodiversidade por meio do uso sustentável, incluindo o desenvolvimento de técnicas de propagação, o cultivo, o controle de pragas e doenças, a gestão *on-farm* e *off-farm*, e outras atividades, como a criação de novas variedades e estudos científicos. É sugerido que as estratégias *in-situ* e *ex-situ*, o conhecimento tradicional dos agricultores e a ciência devem se juntar para aumentar a agrobiodiversidade, inclusive a criação de novas variedades.

Numa controversa a respeito da agrobiodiversidade, Bardsley (2006) direcionou-se contra um artigo de Wood e Lenné (2005) no qual eles afirmavam que a conservação *in-situ* seria contra o desenvolvimento. Bardsley argumenta que eles tinham interpretado mal o paradigma da ecologia humana. Na resposta a este artigo, Wood e Lenné (2006) não aceitam a tentativa de Bardsley de defender caminhos alternativos de desenvolvimento e o conceito da agricultura alternativa marginal e citaram várias razões, entre outros problemas na terminologia: Bardsley usaria a palavra agrobiodiversidade como sinônimo para a diversidade de recursos genéticos e, portanto, algo que deveria ser conservado, o que seria errado segundo os autores. Wood e Lenné definiram agrobiodiversidade numa maneira funcional, e criticam o termo “marginal” que Bradley usa na sua argumentação. Wood e Lenné chamam este paradigma “anti-produtividade” e duvidam que a política nacional dos países aceite este paradigma. Segundo eles, o Brasil, por exemplo, tem sido exposta a forte pressão conservacionista do exterior para conservar a Amazônia, e o resultado seria a redução das exportações de carne bovina e soja brasileira, para o benefício dos agricultores nos Estados Unidos. Como a globalização agrícola se expande, os países em desenvolvimento se preocupam com os argumentos de conservacionistas estrangeiros contra a modernização.

Os autores apontam que há também uma dimensão ética contra este paradigma “anti-modernização” da “ecologia humana” de Bardsley, e argumentam que nos países usados como exemplos por Bardsley, a agricultura tradicional sempre foi apoiada por trabalhadores migrantes, os suíços, por exemplo, foram os soldados mercenários da Europa, a Turquia

exportou trabalhadores para a Alemanha, os filhos de agricultores no Nepal lutaram em exércitos estrangeiros, as filhas de agricultores pequenos em todo o Sudeste Asiático acabaram se prostituindo nas periferias das cidades em expansão, se isto é considerado sustentável, então o custo humano seria inaceitável, conforme os autores.

Uma abordagem interessante é o trabalho de Johns (2006) que faz uma ligação da agrobiodiversidade com a saúde, ressaltando que o surgimento de epidemias de doenças crônicas tem ligação com a perda de agrobiodiversidade. Importante para o futuro poderia ser o potencial das sinergias ao nível de populações humanas que podem ocorrer na reconstrução de sistemas de alimentos saudáveis e da agrobiodiversidade.

Jackson et al. (2007) ressaltam a necessidade de uma parceria entre pesquisadores, agricultores, e outros “stakeholders” e de mais pesquisa sobre agrobiodiversidade e ecossistemas associados, resumindo que a sociedade precisa investir mais forte em pesquisa sobre agrobiodiversidade, como também sobre a conservação não somente dos recursos genéticos, mas também numa visão mais ampla, sobre os organismos e habitats que se encontram nos mais diversos agroecossistemas.

Jarvis et al. (2008) juntaram os dados de 27 espécies agrícolas importantes cultivadas em comunidades rurais para determinar medidas de biodiversidade, como a riqueza específica e a equitatividade. A riqueza específica se refere ao número de diferentes tipos de indivíduos independente de suas frequências. A equitabilidade (ou uniformidade) mede o grau de similaridade das frequências das variedades diferentes. Por exemplo, uma equitabilidade baixa indica dominância de um ou poucos tipos. Segundo os autores estas medidas podem fornecer instrumentos úteis para a conservação e manejo da diversidade *on-farm*, e podem também fornecer uma base apropriada para desenvolver indicadores de diversidade.

Scheer e McNeely (2008) indicam “ecoagriculture landscapes” como um novo paradigma. Para eles as “[...] paisagens agrícolas de conservação integrada [são aquelas] nas quais a conservação da biodiversidade é um objetivo explícito da agricultura e do desenvolvimento rural, e estas paisagens são claramente consideradas nas estratégias de conservação”. Segundo os autores os maiores desafios para a conservação da agrobiodiversidade são: a criação e o compartilhamento de conhecimento sobre agricultura ecológica; a construção de capacidades, como, por exemplo, sistemas de inovação de conhecimentos para fornecer serviços e acelerar intercâmbios de conhecimentos práticos entre os agricultores e entre os setores; e a promoção de mercados e políticas públicas que apóiam a agricultura ecológica. Os autores ressaltam que as oportunidades e iniciativas técnicas e organizacionais somente podem ter sucesso quando maiores barreiras políticas são removidos.

No ambiente amazônico, Emperaire e Eloy (2008) analisaram as pequenas cidades ribeirinhas das regiões do Médio e Alto Rio Negro numa abordagem comparativa da diversidade agrícola entre zonas urbanas e rurais, analisando as relações entre formas de manejo dos espaços cultivados, plantas cultivadas e redes sociais envolvidas no acesso aos recursos genéticos vegetais. A análise mostrou uma recomposição dos sistemas agrícolas com a permanência de uma alta diversidade agrícola, porém marcada por uma maior vulnerabilidade do sistema em decorrência da diminuição do tempo de pouso e da diminuição da força de trabalho disponível. Na zona urbana as estratégias tradicionais de manejo dos recursos agrícolas se combinam ao objetivo do acesso à terra. Os autores ressaltam a necessidade de uma reflexão sistêmica sobre as possíveis formas de conservação.

Importante para a conservação da agrobiodiversidade é uma legislação que considere os direitos dos agricultores em relação à agrobiodiversidade. Santilli (2009) mostrou que há incertezas, injustiças e insuficiências legislativas, e que os instrumentos jurídicos tratam os recursos genéticos vegetais como bens econômicos fragmentados e fora do contexto dos processos biológicos e socioculturais, que constroem a agrobiodiversidade, ignorando as percepções e valores locais e os conhecimentos sobre as variedades, seu manejo, a circulação e intercâmbio do material genético, e desconsideram a complexidade dos processos que geram a agrobiodiversidade. Com exceções pontuais, os instrumentos jurídicos tendem a impedir a circulação livre de material genético e estimular monopólios da indústria sementeira.

Na região amazônica, Junqueira et al. (2010) mostraram que florestas secundárias sobre solos antropogênicos como os da Terra Preta do Índio mantêm e conservam uma agrobiodiversidade milenar. As atividades humanas formaram uma floresta secundária com alta densidade e abundância de espécies domesticadas, que oferecem vantagens para a conservação *in-situ*. Estes ecossistemas únicos devem ser considerados em estratégias de conservação da agrobiodiversidade.

Amaral Jr. (2010) analisou um novo paradigma: a manutenção da agrobiodiversidade sem impedir o crescimento da produção agrícola. Eles sugerem que os programas de melhoramento devem contribuir com o agronegócio de forma a permitir que mantenham sua produtividade, porém sem agredir o meio ambiente ou avançar em terras ainda não cultivadas, e concluíram que a tecnologia produtora de alimentos precisará evoluir para uma tecnologia baseada no respeito à sustentabilidade humana.

Omer et al. (2010) elaboraram um modelo teórico da agrobiodiversidade como um serviço de apoio para a intensificação da agricultura sustentável. A relação entre a conservação da agrobiodiversidade e da intensificação agrícola sustentável foi analisada

através de um modelo teórico estilizado, explorando as condições nas quais tanto a agrobiodiversidade como a intensificação aumentam por meio de ajustes ideais de uso de insumos em agroecossistemas pobres em agrobiodiversidade. O modelo mostra que este resultado pode aumentar nas seguintes condições: (1) há uma tecnologia de produção agrícola que permite uma relação positiva entre a integridade ecológica de uma determinada área agrícola e da produtividade agrícola, e (2) há as preferências do tomador de decisões que reconhecem esta relação positiva e geram decisões de alocação de recursos que a suportam. Os autores identificaram as condições que promovem a agrobiodiversidade como um serviço de apoio para a intensificação sustentável da produção agrícola, derivando a hipótese que a perda de agrobiodiversidade não necessariamente ocorre com um aumento de um processo de intensificação.

Em estudos de caso na Sul-Ásia, Padmanabhan (2011) pesquisou sobre a gestão, a conservação e a utilização da agrobiodiversidade através de uma abordagem feminista sócio-ecológica, analisando as instituições, os conhecimentos locais, a economia doméstica e as cadeias de commodities, mostrando que esta abordagem ofereceu melhores conhecimentos das relações entre mulheres, homens e plantas. Ela sugere que estes conhecimentos devem ser aproveitados para gerar recomendações de políticas de gênero relevantes para o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis.

No semi-árido da Bahia, Lyra et al. (2011) estudaram a biodiversidade em agroecossistemas familiares, realizando um levantamento sobre o perfil socioeconômico e cultural de feirantes, identificando espécies agrícolas e tipos de manejos que favoreçam a conservação *on-farm*. O estudo ressaltou a importância das feiras livres para a troca de germoplasma entre os agricultores e para a renda da família, porém estas sofrem de diminuição no volume do público e das vendas, por diversos fatores, como por exemplo, a estrutura precária e a concorrência de supermercados, mercearias e quitandas.

Dawson et al. (2013) pesquisaram sobre a importância dos sistemas agroflorestais de pequenos agricultores para a conservação de espécies arbóreas tropicais e diversidade genética em *cerca-situm*, *in-situ* e *ex-situ*. Segundo os autores, as agroflorestas de pequenos agricultores podem ser valiosas para a conservação de árvores tropicais através de três mecanismos principais. Árvores plantadas e/ou mantidas pelos agricultores em paisagens agrícolas onde antigamente era floresta podem ser reservatórios de biodiversidade, o que é chamado conservação *cerca-situm*. As árvores podem apoiar a conservação *in-situ*, fornecendo uma fonte alternativa de produtos para reduzir a extração da floresta, e agindo como "corredores" ou "trampolins" que conectam áreas florestais fragmentados. O valor

adicional das agroflorestas pode resultar em um maior interesse em incluí-los em coleções de sementes, pesquisas de campo e "bancos de germoplasma" que apóiam a conservação *ex-situ*.

Vasconcelos et al. (2013) demonstraram a importância das variedades locais como uma possível estratégia de adaptação às alterações climáticas para os pequenos agricultores em Santa Catarina. Naquela região, a agricultura de subsistência é particularmente vulnerável porque os pequenos proprietários não têm recursos financeiros suficientes para se adaptar às mudanças climáticas. Assim, a agrobiodiversidade pode fornecer uma opção para os pequenos agricultores se adaptarem a estas mudanças. As variedades locais fazem parte de uma estratégia para alcançar um estado de soberania alimentar e independência de fontes comerciais de sementes híbridas. Esta pesquisa mostra a capacidade dos pequenos agricultores para conservar coletivamente variedades adaptadas ao clima, e revela a profundidade do conhecimento local e a capacidade das comunidades locais de se adaptar a mudanças futuras, o que pode ser um ponto de partida para estratégias de adaptação a estas mudanças.

Conforme Zimmerer (2013) a integração da conservação da biodiversidade na intensificação da produção agrícola por pequenos agricultores é cada vez mais considerada como uma estratégia chave de alta prioridade para a sustentabilidade e segurança alimentar, tendo em vista mudanças ambientais e socioeconômicos no mundo inteiro. Avaliando a diversidade de variedades de milho na Bolívia, foi verificado que a intensificação da produção é compatível com alta agrobiodiversidade, pois a intensificação dos sistemas produtivos não levou necessariamente a uma diminuição da agrobiodiversidade.

Isto é o contrário dos resultados de Jackson et al. (2012) que analisaram adaptações socioecológicas e regionais da gestão da biodiversidade agrícola em um conjunto global de regiões de pesquisa utilizando dados de 40 indicadores socioeconômicos de capital natural, humano, social, financeiro e físico, e demonstraram uma perda de biodiversidade associada à intensificação agrícola com altos insumos.

Diferentemente, os resultados de Zimmerer (2013) se referem a uma região de "hot spot" da agrobiodiversidade. Neste caso a resiliência social e ecológica e a conservação *in-situ* da agrobiodiversidade do milho foi possibilitada através de: ligações robustas de *off-farm* migração, acesso a recursos e tecnologia entre produtores tradicionais e não tradicionais, manejo agroecológico, uso das variedades locais na alimentação e conhecimentos e habilidades inovadoras.

Os diversos trabalhos analisados mostram abordagens e aspectos diferentes, cada um com seu foco particular, sua importância e contribuição diferenciada para a ciência e a

sociedade, embora seja somente uma amostra das pesquisas existentes que se dedicaram ao estudo da conservação da agrobiodiversidade.

São necessárias pesquisas que visem à viabilidade para que estratégias de conservação sejam realizáveis e sustentáveis ao longo prazo. Também é necessário o desenvolvimento de medidas concretas para colocar estratégias de conservação da agrobiodiversidade em prática. A contribuição da ciência é importante, porém somente funciona quando os atores sociais assumem sua responsabilidade e colocam em prática as diversas estratégias.

No caso dos produtores de cará estudados no presente trabalho, considerados os principais fornecedores do produto para mercado local, existe forte pressão para a concentração da produção de uma única variedade. Apesar da demanda do mercado por uma variedade, esses agricultores ainda mantêm uma considerável diversidade de outras variedades em cultivos. Entender os fatores que influenciam essa diversidade e como ela é manejada torna-se importante para se delinear estratégias para a conservação da espécie e o desenvolvimento da produção e do mercado consumidor local.

3.3 Conservação *in-situ* da agrobiodiversidade de *Dioscorea* spp.

O gênero *Dioscorea* possui 600 espécies, 10 delas são importantes fontes de alimentos nos trópicos e subtropicais (Lebot 2009). Lebot et al. (2005) revisaram as estratégias convencionais de conservação da agrobiodiversidade de culturas de *Dioscorea* e *Araceae* e sugeriram uma prática alternativa que combina a conservação e o melhoramento genético, centrando-se na distribuição geográfica da diversidade alélica, menos na conservação local de genótipos. Uma coleção núcleo, *in-vitro*, representando a diversidade útil das espécies foi montada a partir de acessos selecionados pelas origens geográficas diversas e distantes, distâncias genéticas, características agronômicas e propagativas. A distribuição geográfica da amostra de núcleo, *in-vitro*, permite o uso direto de genótipos selecionados pelos agricultores ou para fins de reprodução. A distribuição de genes é realizada sob a forma de clones resultantes da segregação de progênies e os agricultores podem selecionar clones com adaptação local. Esta abordagem visa à conservação dos recursos genéticos de culturas tuberosas pouco conhecidas antes que elas sejam perdidas e antes de seu potencial econômico seja avaliado e explorado. Ela combina a conservação de genótipos úteis, genes e sua recombinação numa tentativa de resolver as restrições para a produção.

Castro et al. (2012) pesquisaram sobre as práticas de conservação da agrobiodiversidade de *Dioscorea trifida* no município de Caapiranga, Amazonas, usando ferramentas metodológicas da etnobotânica, buscando associar saber científico com o

conhecimento perceptivo e cultural dos agricultores locais. Foram registradas 15 variedades locais, 10 de *D. trifida*, uma de *D. bulbifera* e quatro, que por não serem mais cultivadas nas roças, não foi possível sua identificação botânica. Verificaram também que os agricultores tradicionais possuíam conhecimentos detalhados sobre as variedades locais cultivadas, e as formas de manejo e conservação importantes para a manutenção da agrobiodiversidade.

Uma pesquisa etnobotânica sobre a diversidade de etnovariedades e a erosão genética de cará cultivado no Togo (*Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata* complex e *D. alata*) foi feita por Dansi et al. (2013). O estudo revelou alta diversidade com uma quantidade de variedades por comunidade entre 5 e 51, e uma média de 27. A distribuição espacial foi estabelecida por meio de Krigagem, um método de regressão. A taxa de perda de cultivares por comunidade foi alta, em média 37%, o que demanda uma estratégia nacional de conservação. Uma avaliação participativa foi feita com variáveis agronômicas, tecnológicas e culinárias. Poucas variedades mostram tolerância ou resistência a estresse biótico e abiótico, o que mostrou a necessidade de estabelecer um programa de melhoramento.

Siqueira et al. (2014) pesquisaram sobre a distribuição, o manejo e a diversidade de variedades locais de inhame *Dioscorea alata* no Brasil, visitando e entrevistando agricultores em diferentes municípios, distribuídos entre o Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. Foram levantados dados socioeconômicos e sobre o uso, manejo e diversidade da espécie. A pesquisa gerou dados importantes sobre a distribuição e diversidade desta cultura.

Faltam estudos aprofundados sobre a conservação *in-situ* da diversidade de *D. trifida*. O conhecimento dos produtores sobre as diferentes variedades, os critérios de seleção, as formas de propagação, a obtenção e troca de material propagativo é indispensável para desenvolver de estratégias de conservação.

3.4 Diversidade morfológica de *Dioscorea* spp.

Diversos trabalhos já foram conduzidos para a avaliação da diversidade morfológica de espécies do gênero *Dioscorea*.

Rhodes e Martin (1972) testaram 100 caracteres morfológicos para avaliar a diversidade de 30 acessos de *Dioscorea alata* e descobriram 28 descritores úteis para discriminação.

Onyilagha (1986) descreveu 14 acessos de *Dioscorea rotundata* aplicando 40 descritores morfológicos. Os acessos foram classificados em três grupos com análise de agrupamento e de componentes principais, mostrando que os caracteres com maior poder

discriminativo foram: tamanho da folha, tamanho do tubérculo, cor do tubérculo, número de espiguetas florais por nó e comprimento da espigueta.

Dansi et al. (1999) caracterizaram morfológicamente 560 acessos de cará cultivado em Benin (*Dioscorea cayenensis*, *D. rotundata*) usando os descritores de IPGRI/IITA (1997), identificando 90 tipos morfológicos que foram classificados em 26 grupos de cultivares baseados em semelhanças morfológicas. Foi elaborada uma chave de identificação para os grupos de cultivares. Por meio da distribuição geográfica dos grupos foram identificados dois centros de diversidade.

Islam et al. (2011) conduziram três experimentos com 59 acessos de *Dioscorea alata* um acesso de *D. bulbifera* oriundos de diferentes regiões de Bangladesh e acharam diversidade fenotípica entre os acessos de níveis baixos até altos. Entre várias características morfológicas qualitativas e quantitativas foram avaliadas também a produtividade que mostrou o maior nível de variação, enquanto o comprimento da folha era uma característica com o menor nível de variação.

Nascimento et al. (2013) verificaram a ocorrência de *Dioscorea trifida* no Brasil e obtiveram informações a respeito da sua distribuição, manejo e diversidade. Cinquenta e um acessos dos estados de São Paulo, Santa Catarina e Mato Grosso, além de dois acessos adquiridos em feiras no Estado do Amazonas, foram caracterizados por meio de 12 descritores morfológicos. Foram observados vários nomes populares e os caracteres referentes aos tubérculos, como cor da casca e da polpa, que foram os mais relevantes para a distinção dos acessos. A diversidade genética da espécie se mostrou pouco espacialmente estruturada.

Não foram encontrados estudos científicos aprofundados sobre a diversidade morfológica de variedades locais de *Dioscorea trifida* na Amazônia. A identificação de descritores morfológicos qualitativos e quantitativos é um dos passos iniciais em programas de melhoramento. Características morfológicas qualitativas facilmente detectáveis podem ser utilizadas para desenvolver uma chave de identificação que pode ser usadas como ferramenta para o manejo *in-situ* da agrobiodiversidade do cará.

3.5 Avaliação agronômica de *Dioscorea* spp.

O único estudo encontrado na literatura que avaliou características agronômicas de genótipos diferentes de *Dioscorea trifida* foi o estudo de Henry (1967) em Trinidad. Os principais critérios de avaliação foram a produção de tubérculos, a uniformidade da forma dos tubérculos e a facilidade de colheita, em relação à produtividade ele alcançou com uma

adubação de 200-250-150 kg de nitrogênio-fósforo-potássio uma produção de 21-22 toneladas por hectare.

Muitos estudos agronômicos com outras espécies de *Dioscorea* foram feitos na África, onde elas possuem grande importância. Na Nigéria em solo de floresta foi constatado um aumento significativo na produção de tubérculos de *Dioscorea rotundata* devido à adubação com NPK (Law-Ogbomo e Remison 2008).

Na Costa do Marfim, foram conduzidos experimentos durante três épocas de cultivo para avaliar o efeito de fertilidade de solos naturais e o efeito de adubo inorgânico na produtividade de *Dioscorea alata* e *D. rotundata*, mostrando a importância da matéria orgânica, pois a produção em solos com pouca matéria orgânica foi inferior e não foi compensado pela adubação inorgânica (Diby et al. 2009).

Também na Costa de Marfim foi mostrado o efeito de adubação inorgânica com NPK e Ca no crescimento e na produção de *Dioscorea alata* ao longo dois anos, mostrando um aumento na produção, porém no ano quando choveu muito o aumento da parte aérea não se refletiu nos tubérculos, indicando desequilíbrio nutricional (Hgaza et al. 2010).

Em outro estudo, Diby et al. (2011) avaliaram o crescimento e a eficiência do uso de nutrientes em dois solos diferentes e concluíram que o efeito benéfico da adubação na produtividade foi significativamente inferior em solos férteis da floresta com alto conteúdo de matéria orgânica.

Mercado et al. (2015) avaliaram na Colômbia o efeito da irrigação no desenvolvimento e produtividade de *Dioscorea trifida* e *D. esculenta*. Com um espaçamento de 1x1m *D. trifida* apresentou um rendimento médio de 30,6 t / ha e *D. esculenta* de 27 t / ha, com um teor de amido de 21,3 e 21,6% em base úmida, respectivamente; e uma biomassa aérea de 1,1 kg / planta e 0,67 kg / planta, respectivamente. A aplicação de irrigação resultou em um aumento na produção, para *D. trifida* este aumento foi de 78,9% e para *D. esculenta* 92,9%.

Não foram encontrados na literatura estudos que avaliaram características agronômicas de variedades locais de *D. trifida* na Amazônia. Além de conhecer a produtividade, é importante saber a preferência do consumidor em relação ao sabor e características visuais. A avaliação agronômica possibilita a seleção de genótipos com características favoráveis para o cultivo em maior escala e para identificar genótipos promissórios que podem ser usadas em cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento.

3.6 Reprodução sexuada de *Dioscorea* spp.

Akoroda (1983) estimou os coeficientes fenotípicos e genotípicos de variação, a herdabilidade e o melhoramento genético de oito descritores agro-morfológicos de *Dioscorea rotundata*. Foi demonstrada uma alta herdabilidade, e que um melhoramento genético pode ser alcançado rapidamente em termos de produtividade, por meio de seleção de plantas individuais oriundos de sementes em condições ambientais homogêneas, seguido por propagação clonal.

Akaroda et al. (1984) estudaram aspectos da reprodução sexuada e da produção de tubérculos de *Dioscorea rotundata*, avaliando plantas cultivadas a partir de tubérculos e de plantas oriundas de sementes. A produção foi menor em plantas que não floresceram e plantas femininas florescentes produziram o dobro. Plantas produzidas a partir de tubérculos foram menores, mostraram maior infestação com vírus, menos folhagem, menor intensidade de floração, menos frutos e sementes ou até não floresceram. Os resultados também indicam que a intensidade de floração e de frutificação é menor em plantas oriundas de propagação vegetativa do que plantas oriundas de sementes.

Segnou et al. (1992) estudaram a biologia reprodutiva de *Dioscorea alata*, investigando os polinizadores naturais, a polinização e a hibridização, fornecendo informações para a produção de sementes híbridas direcionadas ao melhoramento genético. O estudo revelou que clones masculinos e femininos diferem no período da iniciação e na duração do florescimento, e a produção de sementes e métodos convencionas de melhoramento são viáveis se o ambiente pode ser controlado da forma que haja sincronia no florescimento.

Mizuki et al. (2005) estudaram a reprodução sexuada e vegetativa de *Dioscorea japonica* e descobriram que plantas femininas floresceram mais tarde, produziram mais inflorescências e investiram menos na produção vegetativa do que plantas masculinas.

Amanze et al. (2011) pesquisaram sobre origem, germinação, características de plântulas, florescimento e produção de tubérculos de variedades de *Dioscorea rotundata*, cultivando plantas oriundas de sementes de polinização aberta para avaliar características desejadas e identificados genótipos com potencial para programas de melhoramento. Os autores concluíram que o uso de material genético velho, pouco produtivo e suscetível a doenças, é o fator que mais limita a produção, ressaltando a importância do melhoramento por meio de polinizações abertas para obter plantas com características agrônômicas favoráveis.

Na Nigéria, Nwankwo e Bassey (2013) avaliaram a variabilidade e herdabilidade de características relacionadas à produtividade de genótipos diferentes de *Dioscorea rotundata*. Foram determinados efeitos do ambiente e coeficientes fenotípicos e genotípicos sobre a variação e herdabilidade (sentido estrito e amplo). Os resultados mostraram que efeitos ambientais influenciaram fortemente a taxa de crescimento da cultura e a maturidade fisiológica. Foi observada uma alta herdabilidade no sentido estrito para altura da planta, número de ramificações, número de tubérculos, índice de forma do tubérculo, matéria seca dos tubérculos, e dias até iniciação das flores masculinas, indicando que estas características são geneticamente governadas e podem ser selecionadas para programas de melhoramento.

Henry (1967) estudou aspectos da reprodução sexuada de *D. trifida* em Trinidad no Caribe e desenvolveu uma técnica para a contagem de cromossomos e avaliou plantas oriundas de sementes.

Castro et al. (2012) entrevistaram produtores de cará em Caapiranga que afirmaram que reconhecem o aparecimento de plantas de cará (*Dioscorea trifida*) com polpa branca em áreas onde foi plantado somente cará com polpa roxa, ou vice-versa. Embora os agricultores tenham afirmado que não utilizam sementes de cará para o plantio, é possível que tenha ocorrido cruzamento entre plantas e o surgimento de novas plantas oriundas de sementes que ao serem propagadas (clonadas) tenham vindo a se constituírem com variedades cultivadas. Os autores apontam que há a necessidade de estudos sobre a biologia reprodutiva e a viabilidade de sementes de cará em condições controladas e em campo para verificação dessa hipótese.

A morfologia da semente e a emergência de sementes de duas variedades de *Dioscorea trifida* foram estudadas por Andrade (2014), mostrando que a emergência é relativamente baixa e demorada, porém, indicando que a reprodução sexuada tem papel no surgimento de novas variedades dessa espécie.

O conjunto desses estudos deixa claro que é importante obterem-se mais informações sobre a reprodução sexuada da espécie e sobre genótipos novos oriundos de cruzamentos para entender o manejo *in-situ* e para criar uma base de conhecimento para o melhoramento genético.

4. Metodologia

4.1 Área de pesquisa

As áreas de cultivo do cará, onde foram coletadas as variedades, situam-se no estado do Amazonas nos municípios de Caapiranga, Boa Vista do Ramos, Humaitá, Manacapuru e Manaus. O estudo da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade foi realizado no município de Caapiranga, a região com maior produção de cará no estado do Amazonas. A sede do município localiza-se a oeste do lago Caapiranga, na margem esquerda do Baixo rio Solimões, 147 km distante de Manaus em linha reta, localizada nas coordenadas 3°10'15" de latitude sul e a 61°38'59" de longitude a oeste, e 34 m acima do nível do mar. O município abrange uma área territorial de 9.617 km². Conforme estimativa do IBGE em 2016 Caapiranga possui uma população total de 12.622 habitantes.

Segundo Castro (2011) o nome da cidade vem de uma planta chamada Caapiranga, existente na área onde foi construída a cidade, a qual os índios Ticunas a usavam como pintura para os festejos. O termo Caapiranga é de origem Tupi e significa folha vermelha, colorida ou ensanguentada.

Conforme os dados relativos ao ano de 2014, o IDAM (Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas) assistiu 90 agricultores no Município de Caapiranga, que produziram numa área total de cerca de 140 ha uma quantidade total de 1800 t de cará. Ainda houve 80 produtores não assistidos pelo IDAM que produziram, estimativamente, em uma área de 50 ha cerca 450 t de cará. A maior parte da produção vem das comunidades Maloca, Monte alegre, Vila nova e da Estrada Ary Antunes. Caapiranga tem 57 comunidades e 10 comunidades produzem a maior parte do cará.

Neste estudo, uma coleção de germoplasma *ex-situ* e um plantio experimental foram instalados na fazenda da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), localizada no km 38 da rodovia BR-174.

4.2 Estudo da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade

O estudo foi realizado com os produtores de cará no município de Caapiranga por meio de uma pesquisa de campo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (CAAE: 39407314.3.0000.5020).

Os dados foram obtidos por meio de observações de campo, conversas informais e entrevistas semi-estruturadas conforme Kummer (2007). As entrevistas semi-estruturadas permitiram obter informações detalhadas, aplicando-se um questionário semi-pronto, que serviu como um guia de entrevista. Apenas algumas questões foram pré-determinadas:

1. ORIGEM: Desde quando você planta cará? Como você conseguiu as primeiras batatas? Qual era o motivo de plantar cará?
2. VARIETADES: Quais são as variedades que você planta? Têm variedades de cará que você conhece fora daqueles que você planta? Já plantou uma dessas? Quais são as características bem típicas de cada variedade? Você consegue identificar as variedades na roça quando você não vê as batatas?
3. SELEÇÃO: Na época em que você planta o cará, como você escolhe as batatas que são plantadas para formar o novo carazal? Quais são as vantagens das batatas/variedades que você escolhe?
4. PROPAGAÇÃO: Tem outras maneiras de propagação fora das batatas? Já observou a floração do cará? Que tipo de flores? Há produção de sementes? Você observa que há cará que nasce onde não foi plantado, fora das covas? Aconteceu que uma variedade que você não plantou apareceu na roça? Há cará na floresta além do cará cultivado?
5. TROCA: Você troca batatas com outros agricultores para plantar? Não existem mais batatas de algumas variedades? Essas variedades não eram boas? As variedades atualmente plantadas são melhores do que aquelas que não existem mais?
6. CULTIVO: As variedades são plantadas separadas ou juntas? Qual é que planta mais e por quê? Tem variedades que produzem mais, ou amadurecem mais rápido? Você observou doenças nas plantas? O solo na área do plantio é sempre o mesmo ou há áreas onde o solo é mais escuro? Qual é a vantagem de cada variedade?
7. VENDA E CONSUMO: Você planta mais para vender ou para comer? Há variedades que tem mais saída e por quê? Quais são as variedades que você acha mais gostosas?

Para a coleta dos dados narrados foi utilizado um gravador de voz, com autorização dos participantes. Os dados qualitativos foram analisados por meio da estatística descritiva.

4.3 Amostragem e coleta

Para identificar agricultores que cultivam variedades de *D. trifida* foi usada a técnica de amostragem do tipo “bola de neve” (Bernard 2006). Esta técnica permite identificar informantes-chaves que auxiliaram na localização de agricultores que cultivam variedades diferentes do cará e, a partir destes, outros possíveis produtores foram indicados.

Deste modo, foram encontrados em total 45 agricultores que cultivam variedades de cará. A distinção das variedades no levantamento aconteceu em primeiro momento pelos nomes populares dados pelos próprios agricultores que as cultivam e pelas características morfológicas qualitativas claramente visíveis no campo, como por exemplo, a cor da polpa e a forma do tubérculo, entre outros, as quais também são indicadas pela nomenclatura local.

Ao todo, foram coletados 140 acessos no município de Caapiranga acompanhando-se os produtores nas áreas de cultivo, colhendo-se os tubérculos diretamente da cova ou os tubérculos foram escolhidos quando guardados ao lado da roça na beira da floresta na sombra coberto por folhas de palmeiras. Alguns acessos foram obtidos nas casas dos agricultores onde eles foram armazenados em sacos. 10 acessos foram coletados na localidade de Membeca que se encontra na área municipal de Manacapuru, mas apenas 32 km distante da sede do município de Caapiranga via estrada. Um acesso foi coletado na área metropolitana de Manaus na roça de um produtor de cará no bairro Colônia Japonesa. Outros três acessos foram coletados em municípios do Amazonas mais distantes de Manaus: um no município de Humaitá e dois no município de Boa Vista do Ramos.

4.4 Coleção de germoplasma

Os acessos coletados foram plantados em uma área na fazenda experimental da UFAM (Figura 1) para formar uma coleção de germoplasma com as seguintes funções:

- Identificação de descritores morfológicos qualitativas.
- Seleção de acessos que mais se discriminaram morfológicamente para o cultivo em plantio experimental.
- Estudo da morfologia floral.
- Identificação de polinizadores.
- Estudo da fenologia.
- Testar métodos de polinização e realização de polinizações controladas.
- Reprodução de material propagativo para agricultores interessados em cultivar acessos em coleções de germoplasma *in-situ*.
- Iniciar a formação de um banco de germoplasma.



Figura 1: Plantas na fase do crescimento inicial (A), e plantas adultas (B) da coleção de germoplasma da fazenda experimental da UFAM

4.5 Plantio experimental

Ao contrário das características morfológicas qualitativas, as quantitativas são poligênicas e fortemente influenciadas pelo ambiente. Para avaliar diferenças entre variedades é necessário aplicar os critérios de homogeneização, casualização e repetição, para diminuir a influência do ambiente, o que tornou necessária a condução de um plantio experimental, para o qual foram selecionados 20 acessos que mais se discriminaram (Tabela 2).

Tabela 2: Acessos de *Dioscorea trifida* escolhidos para o plantio experimental, com suas respectivas origens, nomes populares e coordenadas geográficas

Acesso	Município	Comunidade	Nome popular	Roça	Localização	
1	Caapiranga	Maloca	Rabo de mucura	1	3°17'37.4"S	61°11'04.7"O
2	Caapiranga	Patauá	Branco casquinha roxa	2	3°18'17.2"S	61°11'47.5"O
3	Caapiranga	Lago de Arara	Casado	3	3°24'55.9"S	61°22'03.4"O
4	Caapiranga	Lago de Arara	Durão	3	3°24'55.9"S	61°22'03.4"O
5	Caapiranga	Lago de Arara	Boliviano	4	3°25'16.0"S	61°22'58.9"O
6	Caapiranga	Lago de Arara	Açaí redondo	4	3°25'16.0"S	61°22'58.9"O
7	Caapiranga	Lago de Arara	Barbudo	5	3°24'51.5"S	61°22'08.6"O
8	Manacapuru	Membeca	Pé de burro	6	3°08'48.6"S	61°08'28.7"O
9	Manacapuru	Membeca	Ovo de cavalo	6	3°08'48.6"S	61°08'28.7"O
10	Caapiranga	Campinas	Açaí comprido	7	3°18'47.7"S	61°06'59.5"O
11	Caapiranga	Cidade	Mão de onça	8	3°19'47.2"S	61°12'37.8"O
12	Caapiranga	Cidade	Branco comprido	9	3°19'34.9"S	61°12'50.3"O
13	Caapiranga	Estrada Ary Antunes	Branco redondo	10	3°17'02.4"S	61°12'52.9"O
14	Caapiranga	Estrada Ary Antunes	Pé de elefante	11	3°16'09.5"S	61°13'30.1"O
15	Caapiranga	Estrada Ary Antunes	Roxo comum	12	3°17'42.4"S	61°12'49.1"O
16	Caapiranga	Estrada Ary Antunes	Macaxeira	13	3°17'59.5"S	61°12'41.6"O
17	Manaus	Colônia Japonesa	Japonês	14	3°04'18.0"S	59°59'13.8"O
18	Boa Vista do Ramos	Cidade	Preto	15	2°58'11.1"S	57°35'26.5"O
19	Boa Vista do Ramos	Cidade	Pé de porco	15	2°58'11.1"S	57°35'26.5"O
20	Humaitá	Cidade	Roxo de Humaitá	16	7°30'28.55"S	63°1'13.97"O

A figura 2 mostra a localização dos acessos de cará (*D. trifida*) escolhidos para o plantio experimental.

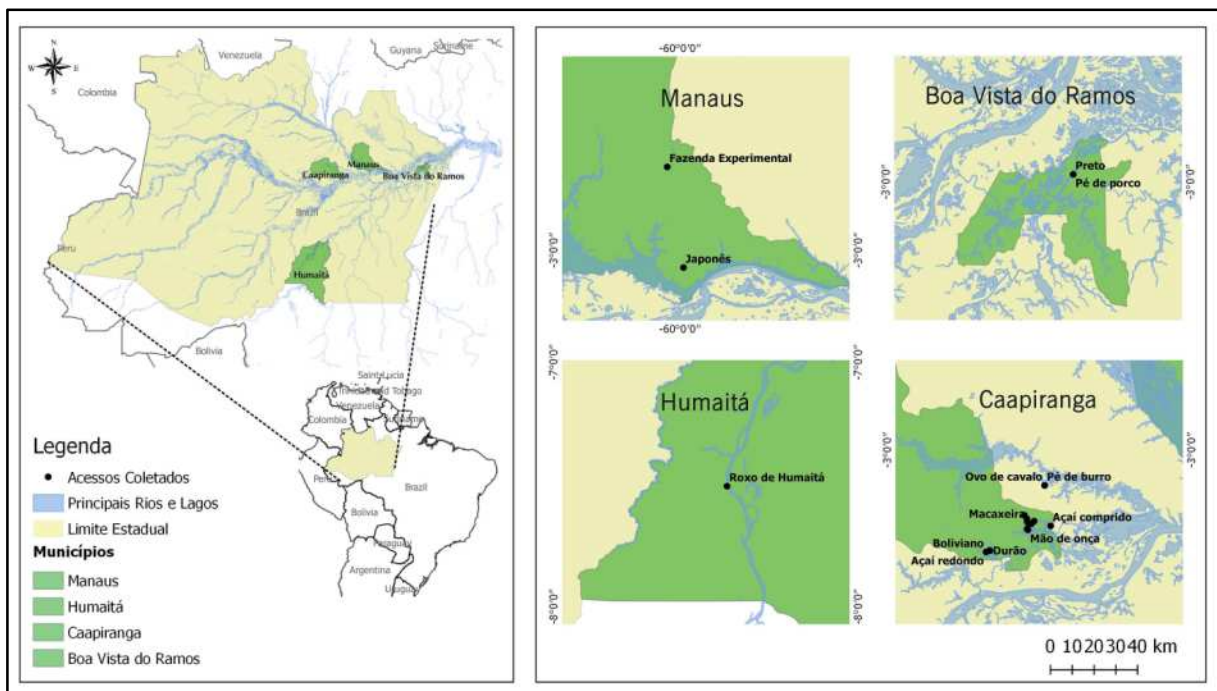


Figura 2: Localização dos acessos, limites municipais conforme IBGE (2010), hidrografia conforme SIPAM (2010), elaboração por Suzy Pedroza (2017) do Centro de Ciências do Ambiente, UFAM

Figura 3 mostra os dados de precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia para o período de tempo do plantio experimental. A estação menos chuvosa iniciou relativamente cedo com a maioria dos meses embaixo da precipitação normal.

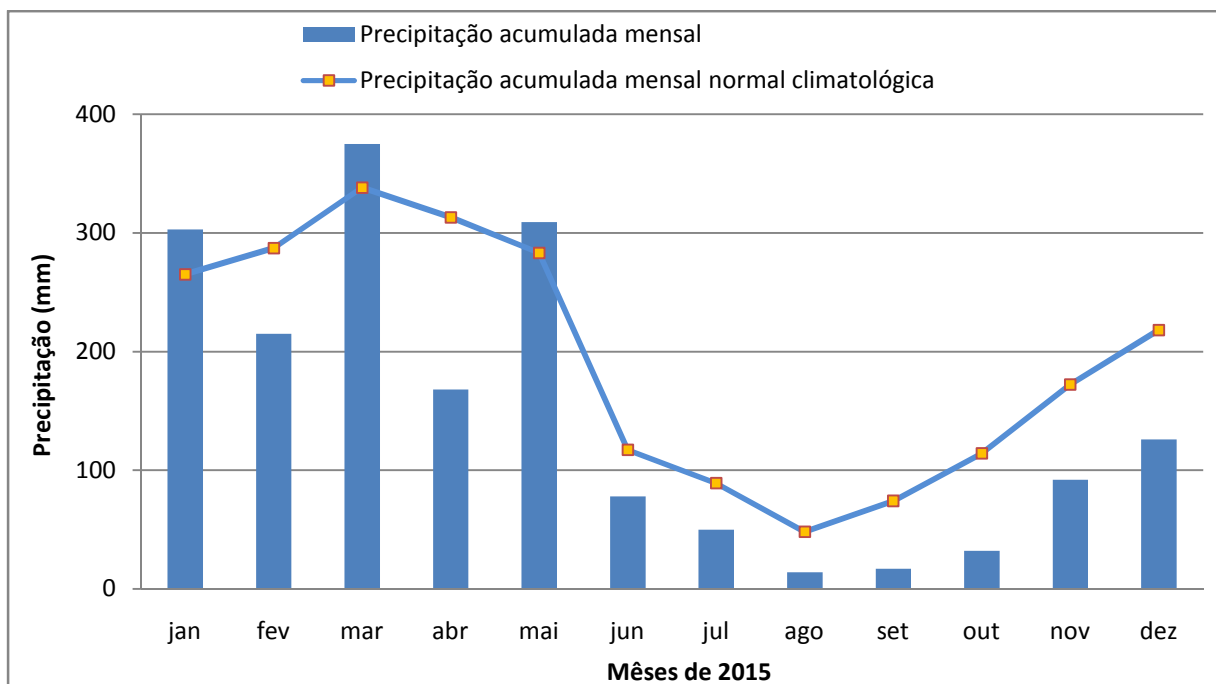


Figura 3: Precipitação registrada em Manaus em 2015 e precipitação normal climatológica para Manaus no período 1961-90 (Instituto Nacional de Meteorologia, www.inmet.gov.br)

Foi adotado um delineamento experimental com blocos casualizados (Figura 4). As parcelas experimentais foram constituídas por quatro plantas por parcela, e quatro blocos totalizando 320 plantas. O espaçamento foi 3 x 3 m, a fim de garantir que os ramos laterais, durante o seu crescimento, não atingissem as plantas próximas, e para que não houvesse sombreamento e contato de raízes entre todas as plantas do plantio experimental.

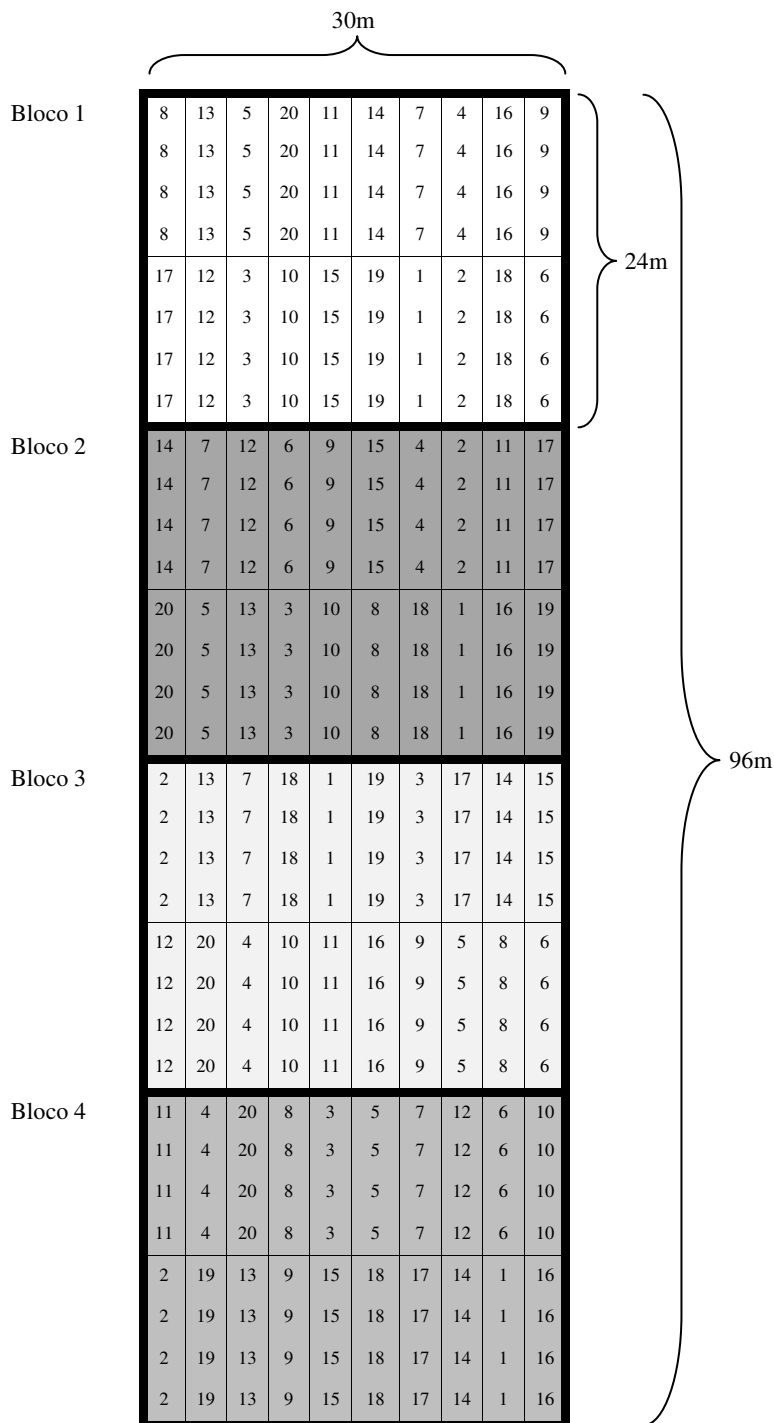


Figura 4: Croqui do plantio experimental, espaçamento entre as plantas 3x3 m, quatro plantas por parcela, 20 variedades (1-20) e quatro blocos

Foi escolhida uma área com relevo que não apresentou inclinações, com o mesmo tipo de solo e histórico de uso. A área, anteriormente uma capoeira, foi destocada (retirada manual de troncos e raízes) e o solo gradeado (Figura 5A). Uma amostra composta, a partir de 20 subamostras do solo de 1-20 cm de profundidade colhidas com o método ziguezague, foi destinada a análise química no Laboratório de Análise Química de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental (Tabela 3). O solo foi classificado como Latossolo amarelo distrófico, muito argiloso e pobre em matéria orgânica, com capacidade baixa de troca de cátions, acidez forte e alto teor de alumínio.

Tabela 3: Resultados da análise química do solo da área do plantio experimental

pH	C	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	Fe	Zn	Mn	Cu
H ₂ O	g/kg		mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%		mg/dm ³				
4,1	19	32,7	2	17	2	0,1	0,1	1,9	6,17	0,3	2,2	6,5	4,4	87	138	0,46	1,1	0,2

C= Carbono orgânico, MO=Matéria orgânica, SB=Soma de bases trocáveis, t=Capacidade de troca de cátions efetiva, T=Capacidade de troca de cátions a pH 7, V=Índice de saturação por bases, m=Índice de saturação Al

Com base nos resultados e recomendações de Batista (2014) foi calculada a quantidade de 480 g/m² de calcário dolomítico (25-30 % CaO e 15-20 % MgO) para a correção da acidez (Figura 5B). Conforme Dantas et al. (2013), foi definida a quantidade de 3 kg/m² de esterco de galinha seco e homogeneizado. A terra superficial, de uma área de 1 m² e 20 cm de profundidade, foi misturada com o adubo e usada para formar a cova.



Figura 5: Gradagem da área experimental (A) e aplicação de calcário dolomítico (B)

Os tubérculos para o plantio foram escolhidos para cada variedade sob o critério de homogeneização, escolhendo-se tubérculos saudáveis, com tamanho médio, e da mesma planta matriz, com o mesmo tempo de armazenamento depois da colheita (cerca três semanas). Os tubérculos foram plantados na posição horizontal deitados e a uma profundidade de aproximadamente 15 cm na cova. O tutoramento foi construído na forma piramidal com três

varas de bambu de 220 cm comprimento cruzadas para cada planta e fixadas com arame. Optou por este sistema para evitar o contato entre as plantas para facilitar a descrição morfológica das plantas.

Durante o primeiro mês foi aplicado o formicida Mirex para controlar um ataque de formigas do tipo saúva no plantio experimental. O espaço entre as plantas foi roçado a cada dois meses utilizando uma roçadeira motorizada para controlar a vegetação competitiva.

4.6 Descrição morfológica

As avaliações morfológicas das plantas do plantio experimental foram realizadas em duas fases, sendo a primeira na época chuvosa (Figura 6), pois nesta época havia disponibilidade de partes aéreas, e a segunda ocorreu durante o início da época da seca, quando ocorreu a colheita dos tubérculos.



Figura 6: Vista parcial do plantio experimental na época chuvosa 09/03/2015

Variáveis quantitativas foram determinadas com paquímetro e régua. As médias de cada bloco foram calculadas a partir da média de cinco medidas aleatórias por planta, de duas plantas por parcela. As médias foram analisadas pela análise de variância com o teste F e teste de Tukey a 5% de probabilidade para posterior comparação das médias, usando o programa estatístico R. As cartas de cores Munsell para tecidos vegetais (Munsell 1977) foram utilizadas para avaliar diferenças na coloração roxa dos tubérculos.

Para realizar-se uma análise de agrupamento optou-se pela transformação das observações obtidas dos caracteres em dados binários, o que permitiu estimar a similaridade por meio do índice de Jaccard. Os dados qualitativos foram transformados em dados binários

e os dados quantitativos foram transformados em classes e a partir das classes em dados binários. Baseando-se na matriz de similaridade foi aplicada uma análise de agrupamento, pelo método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages) no programa estatístico FDiversity (Casanoves e Pla 2011).

4.7 Avaliação agronômica

4.7.1 Produção de tubérculos e facilidade de colheita

Para avaliar a produção de tubérculos foi obtido o peso fresco dos tubérculos por cova com balança digital depois da colheita para cada planta do plantio experimental. Os tubérculos de cada cova colhida foram colocados em cima de uma superfície branca e registrados fotograficamente, para a posterior avaliação visual e contagem do número de tubérculos. O trabalho da colheita foi feito manualmente com enxada e um cambito que é a principal ferramenta utilizada na colheita do cará pelos produtores de cará em Caapiranga.

A facilidade de colheita foi avaliada pelo esforço e tempo estimado para colher cada cova e classificada numa escala de 1 a 5. A facilidade de colheita dependeu da distância entre o centro da cova, do agrupamento dos tubérculos, da forma dos tubérculos e da densidade de raízes.

A colheita iniciou a partir do tempo em que as partes aéreas da planta secaram completamente. Os dados foram analisados pela análise de variância com o teste F, e posterior comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se o programa estatístico R.

4.7.2 Preferência do consumidor

Preferência em relação ao sabor

Para avaliar a preferência em relação ao sabor foi aplicada uma análise sensorial afetiva com um teste de ordenação conforme (IAL 2008). O teste foi realizado em novembro de 2015 no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFAM com iluminação adequada e ausência de interferentes tais como odores e ruídos. Tubérculos maduros e sadios das variedades diferentes foram colhidos do plantio experimental, lavados e cozidos em água sem sal em panelas de aço inoxidável.

Foram escolhidos tubérculos de tamanho médio e um tempo de cozimento de 30 minutos para padronizar o preparo das amostras. Depois do cozimento os tubérculos resfriaram até a temperatura do laboratório (18°C) e foram cortados em pedaços iguais de cerca 2 cm³ com faca de aço inoxidável. As amostras foram servidas em copos descartáveis de

50 mL, com palitos, guardanapos e copos de água. Os provadores foram instruídos de realizar uma lavagem da cavidade oral com água entre uma amostra e outra.

As amostras foram avaliadas por um total de 120 avaliadores não treinados, sendo 62 mulheres e 58 homens, com faixa etária entre 9 e 65 anos, a maioria visitantes da Feira da Produção Familiar da UFAM, seguindo uma ficha de avaliação (Anexo 1). Antes da avaliação foi solicitada a leitura e assinatura do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

Para avaliar um número de 20 variedades, as avaliações foram divididas em quatro grupos de cinco amostras e dois grupos de avaliadores. A avaliação foi realizada em dois dias, no primeiro dia um grupo de 60 avaliadores avaliou dois grupos de cinco amostras, e no segundo dia outro grupo de 60 avaliadores avaliou os outros dois grupos de cinco amostras. Dessa forma, cada avaliador avaliou duas vezes cinco amostras em seguida, depois de cada quinta amostra foi feito uma pausa de 10 minutos, para evitar fadiga sensorial, pois quando são testadas muitas amostras em seguida as últimas podem ficar prejudicadas por conta do cansaço ou da adaptação dos órgãos sensoriais.

As cinco amostras foram colocadas em ordem aleatória e os avaliadores ordenaram as amostras conforme a ordem crescente de sua preferência do menos saboroso até o mais saboroso, assim cada amostra foi registrado com uma nota (*rank*) de 1 a 5, sendo a maior nota a amostra que o avaliador classificou como a mais saborosa.

A avaliação estatística foi feita pelo teste de Dunn, usando o programa estatístico R.

Intenção de compra

Foi avaliada a intenção de compra em relação da amostra de cará que o avaliador mais preferiu, marcando a alternativa que mais condiz com o seu pensamento: “Decididamente eu compraria”, “Provavelmente eu compraria”, “Talvez sim/Talvez não”, “Provavelmente eu não compraria” ou “Decididamente eu não compraria”. Para obter mais informações o avaliador teve a opção de justificar sua escolha.

Preferência em relação a características visuais

A avaliação das preferências do comprador na feira foi realizada visualmente, avaliando se os tubérculos que foram oferecidos na Feira da Produção Familiar da UFAM (AGROUFAM).

As diferentes variedades foram apresentadas em um quiosque de exposição de forma padronizada, todas as variedades foram colocadas em cima de mesas, em sacos abertos e com um tubérculo cortado, para ser visível a polpa para os compradores. Os preços praticados tinham por base média os valores praticados pelos agricultores que comercializam cará na

feira. Foi solicitado que cada comprador escolhesse duas variedades de sua preferência. As variedades foram avaliadas por um total de 100 compradores que procurava voluntariamente a exposição da feira. Antes da avaliação foi solicitada a leitura e assinatura do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 3).

O índice de preferência (IP) foi calculado pela seguinte fórmula: $IP = (N1 \times 2) + (N2)$, onde N1 = número de vezes que a variedade foi escolhida como primeira opção e N2 = número de vezes que variedade foi escolhida como segunda opção.

4.8 Reprodução sexuada

A biologia floral das plantas cultivadas na coleção de germoplasma da fazenda da UFAM foi estudada avaliando-se o desenvolvimento floral em intervalos de duas semanas durante a época de floração. A partir disto, plantas femininas e masculinas foram selecionadas para a condução das polinizações dirigidas entre as variedades diferentes com a finalidade de produzir sementes híbridas.

Quando as primeiras inflorescências apareceram, estas foram cobertas com sacos confeccionados de tecido de tule (Figura 7A).

As inflorescências femininas foram isoladas para se evitar a entrada de pólen e a polinização das flores, e as inflorescências masculinas foram isoladas para evitar a mistura de pólen proveniente de outras plantas. Quando ocorreu sincronia entre a antese de plantas femininas e masculinas, foram cortadas inflorescências masculinas para realizar a polinização, encostando-se as anteras nos estigmas (Figura 7B).



Figura 7: Isolamento de inflorescências (A) e encostamento das anteras nos estigmas (B)

Depois da polinização, os sacos foram fechados novamente. O isolamento foi testado avaliando cinco inflorescências isoladas que não foram polinizadas, verificando a inibição da formação de frutos, comprovando assim o funcionamento do isolamento.

Os frutos maduros de cor marrom foram coletados quando iniciou a abertura das cápsulas. As sementes foram guardadas em sacos de papel em geladeira a 4°C. Após 30 dias, as sementes foram semeadas em caixas e substrato de vermiculita fina esterilizada. As caixas foram colocadas na câmara de germinação (30°C ±3°C e UR 90-95%)

Após a germinação, as plântulas foram repicadas em tubetes e colocadas em viveiro coberto com sombrite a 50% de sombreamento. Após 60 dias as plantas foram transplantadas em covas na fazenda experimental. No preparo das covas foi realizada uma correção da acidez e adubação aplicando a mesma dosagem do plantio experimental.



Figura 8: Cápsula do fruto e sementes (A), câmara de germinação (B), plântula recém germinada (C), plântulas depois transplante no viveiro (D, E) e planta em cova na fazenda experimental (F)

As plantas oriundas dos cruzamentos foram avaliadas morfológicamente, registrando as diferenças nas partes aéreas e nos tubérculos. A expressão sexual e a produção de sementes foram registradas e avaliadas as formas e a cor da polpa dos tubérculos.

Além disso, foi estimada a taxa de fecundação em inflorescências de plantas do plantio experimental com polinização aberta marcando inflorescências com fitas, e calculando a taxa

de fecundação a partir da contagem de número de flores e do número de frutos desenvolvidos por inflorescência de cinco inflorescências por planta, de 10 plantas de um total de 848 frutos. Os frutos quase maduros e ainda fechados foram retirados, e contados o número de sementes de 933 frutos de um total de 21 plantas para estimar o número médio de sementes por fruto.

Das sementes coletadas de plantas do plantio experimental foi avaliada a germinação de sementes em função do tempo de armazenamento, determinado a porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e índice de velocidade de germinação, conforme Santana e Ranal (2004).

A **porcentagem de germinação** (G) foi calculada pela fórmula $G = (N/100) \times 100$, em que: N = número de sementes germinadas. O **tempo médio de germinação** (TMG) foi obtido pelas contagens diárias das sementes germinadas e calculado pela fórmula: $TMG = \sum (n_i t_i) / \sum n_i$, em que: n_i = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem; t_i = tempo decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem. O **Índice de velocidade de germinação** (IVG) foi calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, pela fórmula: $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn /Nn)$, em que: G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Foi usado um delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos (T1 - sementes recém coletadas, T2 - sementes armazenadas por 15 dias após coleta, T3 - 40 dias, T4 - 72 dias, T5 - 96 dias, T6 - 120 dias, T7 - 144 dias, T8 - 184 dias, T9 - 224 dias). Cada tratamento consistiu de quatro repetições de 20 sementes. As sementes foram armazenadas em sacos de papel em ambiente de laboratório ($28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e UR 80%). A germinação ocorreu em substrato vermiculita fina esterilizado na câmara de germinação ($30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e UR 90-95%).

5. Resultados e discussão

5.1 Estudo da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade do cará

Foram obtidos dados sobre a conservação *in-situ* durante a colheita dos acessos, por meio de observações diretas e conversas informais. Foram escolhidos três produtores de cará com os quais foram realizados estudos mais aprofundados por meio de entrevistas semi-estruturadas que foram gravadas com câmera de vídeo. Primeiramente serão apresentados os resultados referentes aos nomes populares e em seguida aqueles referentes a cada um dos tópicos das entrevistas.

5.1.1 Nomes populares

Durante o levantamento das variedades os produtores foram perguntados sobre o significado dos nomes dados por eles às variedades. Grande parte dos nomes das variedades avaliadas nesta pesquisa teve relação com as características morfológicas dos tubérculos.

Muitos produtores separam pela nomenclatura as variedades em dois grupos, as variedades com polpa roxa e com polpa branca, simplesmente denominadas “*Cara roxo*” e “*Cara branco*”. Vários produtores cultivam somente uma única variedade comercial, comumente conhecido como *Roxo* ou *Roxo comum*, sendo a variedade mais vendida para a cidade de Manaus. Os agricultores que cultivam maior quantidade de variedades tinham um sistema de classificação dos nomes mais elaborado, designando as variedades conforme outras características morfológicas.

A variedade *Barbudo*, por exemplo, é chamada assim por causa da densidade alta de raízes na superfície dos tubérculos, lembrando uma barba. A forma muito comprida e a polpa branca da variedade *Macaxeira* (também conhecida *Mandioca*) deram origem ao seu nome. As variedades *Mão de onça* (também chamada *Pata de onça*), *Pé de burro*, *Pé de elefante*, *Pé de porco*, *Ovo de cavalo* e *Rabo de mucura* receberam seus nomes devido às formas características dos tubérculos.

No caso da variedade *Durão*, teria sido a consistência da polpa que originou o nome. Segundo os agricultores, esta variedade não amolece após o cozimento, mantendo uma consistência dura. A variedade *Preto* é chamada assim por causa da cor roxo escuro da polpa e *Branco casquinha roxa* (também chamada *Branco com pele roxo*) foi assim nomeada devido a uma fina camada de cor roxa embaixo da casca, anatomicamente definido como soltura do córtex. A variedade *Casado*, conforme o agricultor da comunidade Lago de Arara que a cultiva, é chamada assim porque ele acredita que a cor levemente roxa da polpa é resultado de um cará roxo e um cará branco que se “casaram” na cova.

Já as variedades chamadas *Açaí*, segundo os agricultores, receberam este nome devido à coloração da água de cozimento, que se torna igual à cor do açaí e devido à seiva roxo escuro que sai das partes fortemente pigmentadas com aparência semelhante à polpa de açaí. Existem duas variedades chamadas de *Açaí*, uma com forma de tubérculo mais ou menos arredondada, um pouco mais larga do que comprida, denominado pelo agricultor *Açaí redondo*, e outra com forma muito oblonga, denominada *Açaí comprido*.

A diferenciação pela forma também ocorreu com as variedades *Branco redondo* e *Branco comprido*. Trata-se de duas variedades com polpa inteiramente branca sem nenhuma pigmentação roxa, mas com formas de tubérculos muito diferentes.

A variedade Japonês foi coletada no bairro Colônia Japonesa na cidade de Manaus, e recebeu seu nome por descendentes japoneses que a cultivam em hortas urbanas.

Segundo Castro (2011) os nomes das variedades são comparados através da percepção local a fatores ligados ao universo cultural dos agricultores, entre outras referências o nome da pessoa que cultivou primeiramente a variedade no lugar, como no caso da variedade *Boliviano*, que foi denominada assim, porque o agricultor que a cultivou pela primeira vez, era conhecido como Boliviano. A variedade *Miguel* registrado por Castro (2011) assim chamada pelo nome do agricultor, que foi o primeiro a plantar e a disseminar esta variedade, não foi encontrada mais no levantamento desta pesquisa nos carazais em Caapiranga. Os agricultores que ainda a conheceram afirmaram que ela desenvolve tubérculos particularmente grandes, mas muito distantes do centro da cova, e a cor da polpa seria roxa.

5.1.2 Origem

Objetivo deste tópico do roteiro das entrevistas foi descobrir a origem da agrobiodiversidade do cará, mais precisamente do material genético. Dessa forma, tentou-se descobrir a quanto tempo os agricultores já cultivam o cará e como conseguiram o primeiro material para iniciar o cultivo, e qual era a motivação para plantar o cará.

O primeiro dos três produtores entrevistados tinha 61 anos e cultivava cará desde os 20 anos de idade. Ele obteve os primeiros tubérculos para começar a plantar de outros produtores de cará de Caapiranga. Inicialmente, plantou para o próprio consumo, mas quando observou que outros agricultores começaram a ganhar dinheiro com a venda de cará, ele plantou mais covas para aumentar a produção para vender também.

O segundo produtor entrevistado tinha 67 anos de idade e cultivava o cará já desde quando tinha 10 anos. Seus avôs e pais já cultivavam e mantiveram material propagativo do cará, que transmitiram aos descendentes. Seu filho também cultivava a espécie, mantendo a

tradição da família. Primeiramente plantou somente pra o próprio consumo, depois a partir dos 20 anos, começou a plantar para vender. Ele acredita que o cará é originário dos indígenas que habitaram a região, ou seja, um cultivo nativo, ao contrário de alguns dos outros agricultores que acreditam que alguém trouxe o cará para Caapiranga.

O terceiro produtor entrevistado começou a cultivar cará mais tarde do que os outros, plantando o primeiro carazal em 1994. Ele obteve os primeiros tubérculos para plantar do tio e do avô. No início, a motivação para o cultivo foi principalmente o próprio consumo.

Nas observações e conversas informais durante o levantamento das variedades verificou-se que muitos produtores de cará que mantiveram variedades diferentes nas suas roças, cultivam cará há vários anos, às vezes desde a infância e o material genético foi mantido de geração em geração.

Observou-se que para a maioria dos produtores que mantinham variedades diferentes nas suas roças a motivação inicial para cultivar foi o consumo. Muitas vezes, eles justificaram o cultivo de variedades diferentes pelas preferências de sabor, ou uso na culinária local em que pratos específicos são preparados preferencialmente com uma determinada variedade de cará. O terceiro produtor entrevistado, por exemplo, cultivava a variedade *Ovo de cavalo* particularmente porque prefere preparar o prato mais preferido da família - caldo de tucunaré, com esta variedade.

Outros apontaram que mantêm as variedades para não perder o material propagativo. A motivação nestes casos primeiramente foi a manutenção da diversidade de variedades em si. A comercialização como principal motivação para manutenção das variedades surgiu mais tarde quando começou crescer a produção em escala comercial.

Além das motivações acima mencionadas, o cultivo de variedades diferentes de cará poderia ser motivado também pelas propriedades medicinais. Na pesquisa de Castro et al. (2012) 10% dos agricultores entrevistados cultivaram variedades de cará diferentes devido a sua ação medicinal.

5.1.3 Variedades

Neste tópico trata-se dos tipos de variedades que os agricultores cultivam, das variedades que conhecem além daquelas que cultivam, do conhecimento das características típicas de cada variedade e da capacidade do agricultor de identificar as variedades na roça.

O primeiro produtor entrevistado atualmente cultiva as variedades *Roxo comum*, *Branco com pele roxo*, *Branco redondo* e *Rabo de mucura*. Além disso, já plantou outras como *Durão*, *Miguel* (“aquele que dá longe da cova e é roxo”), *Açaí*, *Ovo de cavalo* e *Mão de*

onça branca e *Mão de onça roxa*. Segundo ele, a forma da mão de onça se desenvolve devido ao solo: “quando a terra é boa e ele dá graúdo ele cria aqueles dedos”, e essa forma se desenvolve em variedades como polpa roxa como também com polpa branca, porém não se desenvolve com uma variedade chamada *Branco redondo*. Da variedade *Mão de onça* com polpa roxa que o filho plantou, ele já colheu um tubérculo que chegou a pesar mais de 3 kg. Indicando que esta variedade é capaz de produzir tubérculos maiores. Ele reconhece as variedades pela parte aérea na roça: “O roxo é mais roxo, e o branco mais claro, tem um talo menos roxo”. Observe também a rapidez do brotamento: “Cará branco nasce mais ligeiro”. Nas folhas ele não observou diferenças pela forma e também não pelo tamanho: “quando o cará dá bem mesmo, todas as folhas são grandes”. Ele já observou as flores, mas não percebeu diferenças entre flores femininas e masculinas ou entre as variedades.

O segundo produtor cultivava atualmente a variedade *Cará roxo comum* e quatro variedades com polpa branca: *Pé de burro*, *Branco casquinha roxa* (também conhecida como *Branco com pele roxo*), *Branco redondo* e *Macaxeira*. Além das variedades que cultivava ainda conhece as variedades *Açaí* e *Durão*. Porém, afirma que não reconhece as variedades pela parte aérea.

O terceiro produtor atualmente cultivava as variedades *Cará roxo*, *Pé de elefante*, *Ovo de cavalo* e *Açaí*. Fora dessas variedades ele conhece as variedades *Durão*, *Pé de burro* e *Macaxeira*. Quando os tubérculos não são visíveis na fase do crescimento das plantas no carazal ele consegue morfologicamente diferenciar as variedades com polpa roxa, devido à maior pigmentação roxa das partes aéreas.

A quantidade de variedades encontradas por produtor durante o levantamento variou entre um e cinco variedades. Alguns cultivam somente uma variedade comercial, a maioria cultivava uma variedade comercial e mantêm uma até quatro outras variedades em menor quantidade para o próprio consumo ou para a venda por encomenda. Os produtores que mantêm mais do que uma variedade na sua maioria cultivava cará desde infância.

Nas conversas informais, produtores afirmaram que antigamente existiam mais produtores de cará em Caapiranga e também foi cultivada uma quantidade maior de variedades do que hoje, e apontaram que uma das causas do abandono do cultivo de cará foi a construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus que iniciou em 2009 e passou pelo município de Caapiranga, nessa época muitos agricultores abandonaram o cultivo “[...] em busca de ganhar dinheiro mais fácil”. A diminuição da quantidade de variedades cultivadas também foi observada por Castro et al. (2012).

Outro fator que foi mencionado nas conversas informais que poderia ter levado a abandono do cultivo de cará foi a especulação imobiliária, nas áreas que formam hoje a periferia da sede do município.

5.1.4 Seleção

Os critérios da seleção dos tubérculos para formar o novo carazal, os critérios da seleção das variedades e as vantagens das variedades escolhidas para o cultivo são objetivo deste tópico.

Conforme o primeiro produtor de cará entrevistado, muitos produtores escolhem preferencialmente tubérculos maiores (“graúdos”) para plantar nas covas e formar os novos carazais. Ele mesmo escolhe com preferência os de tamanho médio, mas afirma que seu filho prefere os com tamanho maior e testou tubérculos menores, médios e grandes, afirmando que os menores não produzem tanto. O produtor fez um teste e plantou seis tubérculos grandes bem desenvolvidos, e observou que não produziram bem, por isso ele acredita que a produção depende mais do solo, e que os tubérculos menores também têm a capacidade de produzir bem. Além do tamanho do tubérculo, outro critério de seleção dos tubérculos para o cultivo é o brotamento. É importante que antes do plantio o brotamento já tenha iniciado. Os tubérculos devem ser guardados em um lugar sombreado, na casa de farinha, ou ao lado da roça.

Segundo o produtor, os tubérculos recém colhidos não servem para plantar logo em seguida. Ao contrário, os tubérculos devem ser guardados até que iniciem o brotamento. Às vezes, acontece que havendo falta de tempo para o cultivo e os tubérculos guardados já desenvolvem hastes e folhas. Nestes casos, ele corta as hastes e observou que ainda assim houve boa produção.

Cada variedade escolhida para o cultivo tem certas vantagens. Assim, conforme o primeiro produtor, o *Cará roxo* é mais fácil de colher, melhor para se trabalhar e produz tubérculos maiores, por isso ele e outros produtores cultivam mais o *Cará roxo* e deixaram de plantar variedades de cará com polpa branca. Ele afirma que antigamente existiam mais variedades de cará. Ele aponta como uma das causas para a manutenção de algumas variedades de polpa branca o fato de que estas variedades ainda são cultivadas para atender a demanda por encomenda de clientes que buscam cará para substituir a batata (*Solanum tuberosum* L.) quando ela está em falta nos mercados locais.

O segundo produtor seleciona os tubérculos maiores e planta somente um tubérculo por cova, para todas as variedades que cultiva. Ele plantou no ano da entrevista sete sacos da variedade *Roxo comum* e um saco de cada das variedades com polpa branca: *Pé de burro*,

Branco casquinha roxa e *Branco redondo* e *Macaxeira*. Perguntado sobre as vantagens de cada variedade, ele relata que as variedades com polpa branca produzem tubérculos maiores e têm a vantagem de que são usadas para substituir a batata, por exemplo, para fazer batata frita em lanches e restaurantes. A variedade *Branco casquinha roxa* tem a vantagem de ter uma polpa com uma textura mais solta, quando cozido, igual à textura do *Roxo comum*, por esta razão ele gosta de cultivar. Conforme ele as variedades *Pé de burro* e *Branco comprido* têm uma polpa com textura mais “liguenta”, mas ele gosta de comer acompanhado com café, mas afirma que a maioria das pessoas em Caapiranga prefere uma textura “mais solta”, como a do *Cará roxo comum*. Outra vantagem do *Cará roxo comum* é que ele produz os tubérculos perto do centro da cova com casca lisa com poucas raízes o que facilita a colheita. Ao contrário das variedades com polpa branca que têm a tendência de desenvolver os tubérculos relativamente distantes do centro da cova, observado também por Castro (2012). Segundo ele, antigamente somente existiam variedades com polpa branca em Caapiranga.

Há diferenças em relação à produção de tubérculos entre as variedades, segundo ele, as variedades com polpa branca produzem tubérculos maiores em áreas de cultivo com solo menos fértil oriundas de capoeira baixa cortada e queimada, porém em áreas de cultivo com solo mais fértil, resultantes do corte e queima de floresta alta, o tamanho dos tubérculos se iguala ao tamanho das outras variedades. Em relação à produção por cova ele relata que, variedade *Roxo comum* quando produz bem e desenvolve tubérculos grandes, compete com as variedades com polpa branca, enchendo um saco com a colheita de duas covas.

Para plantar as covas para o novo carazal, o terceiro produtor separa no carazal um monte dos tubérculos dentre os que ele vende, sem um critério específico de seleção. Os tubérculos são guardados na sombra da beira da floresta até o início do brotamento para plantar em seguida. Dos tubérculos com tamanho maior ele planta um por cova, dos com tamanho médio dois, e dos pequenos três até cinco tubérculos por cova. Segundo ele as variedades com polpa branca são boas, mas nem todos os compradores gostam, elas são mais vendidas por encomenda: “[...] o roxo tem mais saída”.

No levantamento das variedades, foi observado que muitos produtores geralmente separam uma parte da colheita, em um monte que guardam na beira da floresta em baixo das árvores. Os tubérculos amontoados são cobertos com folhas de palmeiras, para que o clima úmido estimule o brotamento.

A variedade que a grande maioria dos produtores cultivou em maior quantidade foi a variedade *Roxo* ou *Roxo comum*, que foi selecionada para o cultivo devido à venda mais fácil

para a cidade de Manaus. Outras vantagens mencionadas dessa variedade são a produção boa e a colheita relativamente fácil.

Porém, outras variedades cultivadas em menor escala possuem vantagens específicas que influenciam a seleção para o seu cultivo. A variedade *Durão*, por exemplo, conforme o produtor da comunidade Maloca que a cultiva, tem capacidade de amadurecer até um mês antes das outras variedades, além disso, ela pode ser armazenada mais tempo do que outras variedades, devido à casca mais grossa que evita danos aos tubérculos. Em relação ao armazenamento, em geral, muitos produtores afirmam que a melhor forma de armazenar os tubérculos é manter uma camada fina de argila na casca oriunda do solo do local do cultivo.

Os produtores que ainda cultivam variedades com polpa branca na maioria dos casos, afirmaram que gostam de variar as variedades na culinária, devido aos sabores diferentes das variedades. Há variedades com uma consistência menos “farinhenta”, mais “liguenta” que é preferida em alguns casos. Outro aspecto do sabor é a doçura que aparentemente varia entre as variedades e é um critério de seleção para o cultivo.

Pode-se resumir como critérios principais mencionados pelos produtores para a seleção de variedades para o cultivo os seguintes: facilidade de vender, produtividade, facilidade de colher, sabor e preferências culinárias, tempo de amadurecimento e tempo de armazenamento.

5.1.5 Propagação

Buscou-se revelar as práticas e os conhecimentos dos produtores em relação à propagação, especialmente se há conhecimento sobre a propagação sexuada e o surgimento de novas variedades via cruzamentos entre as variedades cultivadas ou ancestrais silvestres.

O primeiro produtor já havia observado as flores do cará, mas não percebeu propagação sexuada por meio de sementes e também não observou o surgimento de novas variedades fora das plantadas. Porém, ele afirmou que seria interessante descobrir se há propagação pelas sementes.

A floração e os frutos já haviam sido observados pelo segundo produtor, mas ele relata que “pra nós não acho que nasce”, indicando que ele e os produtores que ele conhece acreditam que as sementes não germinam. Ele não observou que plantas de cará nasceram em lugares onde não foram plantadas pelos tubérculos.

O terceiro produtor nunca percebeu o surgimento de uma variedade no carazal fora das que ele plantou. Ele afirma que nunca havia observado a floração e frutificação.

Muitos dos agricultores observaram flores e frutos nas plantas de cará cultivadas, porém poucos estão conscientes sobre a possibilidade de criar plantas com genótipos novos a partir de sementes. O foco da atenção dos produtores está na produção de tubérculos e não na produção de sementes. Foi observado nas entrevistas e conversas informais que há falta de conhecimento de muitos produtores em relação à reprodução sexuada da espécie. Muitos, por exemplo, não sabem que o cará é uma planta dióica, com flores femininas e masculinas em plantas separadas. Um produtor afirmou que as cápsulas dos frutos maduros quando abrem criam um som como se fosse pipoca estourando, que pode ser ouvido nos carazais, podendo indicar o hábito deiscente dos frutos e de dispersão autocórica das sementes aladas.

Houve dois casos de produtores que afirmaram que apareceu uma variedade nova no carazal que não plantaram: as variedades *Barbudo* e *Casado*. Cada uma surgiu em um carazal diferente de dois produtores diferentes da comunidade Lago de Arara em Caapiranga.

Este surgimento de novas variedades também foi confirmado pela pesquisa de Castro et al. (2012), na qual 25% dos agricultores questionados sobre a origem da variabilidade fenotípica das variedades cultivadas, responderam que em áreas cultivadas somente com a variedade de *Roxo comum* ocorre que na colheita surgem plantas com entrecasca roxa e polpa branca, com textura da polpa mais solta ou com uma polpa roxa, muito clara quase branca.

Vale ressaltar que segundo os relatos de Castro et al. (2012) as novas variedades foram observadas em áreas cultivadas somente com a variedade *Roxo comum*, o que poderia ser causado pela entrada de pólen de plantas de outras variedades cultivadas em áreas vizinhas já que a polinização é feito por insetos voadores (veja 4.4.2), ou o surgimento ocorreu devido segregação genética de plantas oriundas de cruzamentos entre plantas da mesma variedade.

5.1.6 Troca

O primeiro produtor já trocou tubérculos com outros produtores, mas afirma que antigamente tinha mais variedades diferentes, ele mesmo já perdeu variedades que antigamente cultivava. A variedade *Miguel*, por exemplo, foi perdida e quando a buscou para cultivar novamente, não mais a encontrou porque o produtor que a cultivava já havia falecido.

O segundo produtor compartilha os tubérculos das variedades que ele cultiva com outros agricultores, mas somente com produtores pequenos. Ele afirma que os produtores maiores que cultivam quantidades grandes de 5.000 a 10.000 covas ou mais, somente cultivam a variedade *Roxo comum*. Ele mesmo já perdeu o material propagativo da variedade *Açaí comprido* e *redondo*, que ele começou a cultivar novamente em parceria com este projeto de doutorado. Segundo ele, as variedades com polpa branca começaram a sumir

quando apareceu a variedade *Roxo comum*. Antigamente, seu pai somente plantava variedades com polpa branca, e não existiam variedades roxas, que apareceram mais tarde, mas ele não soube de onde elas vieram. Ele aponta que antigamente se cultivava somente variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) com polpa branca, porque não existiam variedades amarelas na região, e os agricultores usavam corantes para criar a cor amarelada da farinha. Além das variedades de cará, ele cultiva uma grande quantidade de variedades de mandioca.

O terceiro produtor também pratica a troca com outros, como por exemplo, a variedade *Ovo de cavalo*, que conseguiu de um amigo e também passou para outros.

Outros produtores visitados durante do levantamento das variedades também praticam a troca de tubérculos de diferentes variedades, porém muitos afirmaram que o número de variedades diminui. Castro et al. (2012) revelaram uma perda de diversidade de variedades, mas constaram que há uma circulação de tubérculos pouco ou não comercializados entre os agricultores pesquisados.

5.1.6 Cultivo

Neste tópico tentou-se revelar aspectos do cultivo das variedades que podem ser relevantes para a conservação *in-situ*, como também obter informações gerais sobre o cultivo.

O primeiro produtor cultiva os plantios de cará a cada ano em outra área e aponta que as copeiras devem ter no mínimo 10 anos de repouso, “[...] se for menos tempo, não há boa produção”. No ano da entrevista ele plantou 3.400 covas e colheu em torno de 500 sacos de cará. Como valor médio do peso de um saco ele estima um peso em torno de 50-60 kg. O filho produz cará em áreas de cultivo diferentes e colheu no mesmo ano mais de 1000 sacos, com o apoio de 3 a 4 trabalhadores que trabalharam com ele no preparo da área (“broca”), capina e plantio.

Ele e seu filho nunca perceberam doenças nos carazais, mas detectaram os ataques de animais herbívoros, como por exemplo, o veado, que frequentemente se alimentam das folhas do cará e podem causar prejuízos consideráveis em áreas onde os ataques se concentram.

O segundo produtor ressalta que a maior produção de cará é alcançada em solo de áreas que eram floresta alta antes da corte e queima e onde o solo ainda não tenha sido cultivado. No ano da entrevista, ele e seu filho plantaram em torno de 900 covas e desse total, 600 covas somente em áreas de corte e queima de floresta grande, embora que há maior dificuldade de cavar as covas, devido às raízes das árvores. No ano passado cultivaram uma área de um pouco mais de um hectare e colheram 300 sacos de cará. Às vezes eles pagam trabalhadores para cavar as covas que cobram 50 centavos por cova e cavam entre 100-200

covas por dia, mas geralmente ele e seu filho cultivam propriamente porque tomam mais cuidado no preparo da cova.

Em relação à produtividade máxima que já alcançada, ele relata que anos atrás uma cova da variedade *Mão de onça* produziu mais do que um saco e os tubérculos desta cova foram compartilhados com outros agricultores que se interessaram pelo material propagativo. Este ano ele plantou variedades com polpa branca que produziram em média um saco a cada três covas. Para avaliar a produção ele toma como base um peso de saco de 40 kg. Em quantidades de tubérculos, em um saco de 40 kg cabem cerca de 60 tubérculos de tamanho maior. Quando o saco pesa mais de 50 kg, ele tem que ser costurado para fechá-lo e vender para o marreteiro.

Uma parte do cará ele planta junto com mandioca, de uma forma que as plantas de cará usam a mandioca como tutoramento, mas esta técnica exige cuidado no planejamento sincronizando o crescimento do cará com a mandioca de uma maneira que o cará não exerça efeito supressivo sobre o crescimento da mandioca.

Ele afirma que o pior inimigo do cará era o veado que constantemente vinha atacando e comendo as folhas dos carazais. Antigamente houve muito ataque de veado e era preciso “[...] vigiar e matar o veado para produzir o cará, mas hoje [isso] acontece raramente”.

O terceiro produtor faz a plantação das variedades separadamente. Ele não havia observado ocorrência de doenças e pragas nas plantações. Para preparar a área de cultivo, ele pratica o corte e queima da floresta alta ou da “capoeira grossa”.

Em relação à organização social do trabalho para a produção do cará observou se principalmente o trabalho familiar, ou seja, principalmente pai e filhos trabalhando no cultivo do cará. Porém ocorrem outras formas, como por exemplo, o ajuri itinerante descrito por Castro (2012) em que os agricultores organizam um mutirão rotativo, sendo, o primeiro na propriedade do agricultor escolhido, aleatoriamente, o segundo na propriedade do próximo agricultor e, assim sucessivamente, até o último agricultor que participa do ajuri. O contrato é feito por meio de um acordo verbal entre os responsáveis pela propriedade.

5.1.7 Comercialização e consumo

O primeiro produtor inicialmente plantou para o próprio consumo, mas quando observou que outros agricultores começaram a ganhar dinheiro com a venda de cará, ele plantou mais covas para aumentar a produção e vender também. Segundo ele “deu um dinheiro bom”. Na primeira venda ele adquiriu um freezer para a sua família e ainda sobrou dinheiro da venda.

O segundo produtor planta todas as variedades para fins comerciais. No início da época de comercialização (maio de 2015), o preço era 100 reais por saco, tanto para as variedades com polpa roxa quanto para as com polpa branca. A época da venda coincide com a época da colheita, e começou no ano da entrevista relativamente cedo devido ao início antecipado da enchente e da época de seca.

Conforme o depoimento do entrevistado, a variedade *Roxo comum* em geral é mais fácil de vender, porém com um preço de venda 50% inferior do que as variedades com polpa branca. Para a colheita das variedades com polpa branca, ele esperaria até o final da época de colheita, quando a enchente determina o encerramento dos cultivos da batata doce (*Ipomoea batatas*) da várzea do Solimões. Assim as variedades brancas de cará são mais valorizadas e conseguem um preço melhor, substituindo a batata doce nos restaurantes. No passado recente, havia maior demanda pelas variedades com polpa branca como substitutas da batata, porque “[...] Manaus não tinha ainda acesso pelas estradas com outras regiões, e a batata só era fornecida pelo rio Solimões”. Mas, recentemente, as enchentes fortes na várzea do Solimões estimulam a demanda pelas variedades com polpa branca. Além disso, também há uma demanda local de vendedores ambulantes de banana frita e batata frita para substituir a banana pacova (*Musa paradisiaca*) e batata andina (*Solanum tuberosa andigena*). Segundo ele, houve clientes de vendedores ambulantes que confundiram cará branco frito com banana pacova frita. Para ele, o cará frito é mais saboroso do que a banana frita.

Ele aponta que a grande vantagem do cará é que no mesmo dia em que se colhe já pode ser vendida. A Mandioca exige muito mais trabalho para chegar até o produto final da venda que é a farinha. A farinha é vendida por 120 reais cada saco, e o cará em torno de 60 reais. Mesmo com um valor inferior, o cará gera mais lucro porque exige menos custo de produção, comparado com a farinha de mandioca. O preço de venda dos produtores de cará em Caapiranga varia muito. No início da época de colheita, geralmente em maio, o preço ainda está alto em torno de 100 reais por saco. Ele lamenta que existam produtores que colhem, mas cedo, quando os tubérculos ainda não estão maduros e assim precisam colher mais de 10 covas para encher um saco, e vender por um preço alto quando ainda não há venda de cará dos outros produtores, com a consequência de estragar o preço de venda para os outros produtores que começam a vender mais tarde quando o cará está maduro. Estes produtores não somente prejudicam o preço de venda como também a qualidade porque os tubérculos prematuros têm um sabor menos doce e inferior ao cará maduro. Ao longo da época de colheita o preço mais baixo chega a até 20 reais por saco, voltando a subir novamente no final da época de colheita.

No município de Caapiranga segundo ele, quem mais cultiva cará são os veteranos, somente na estrada são em torno de 200 pessoas que cultivam cará. Mas a tendência é que o número de produtores diminua porque a geração mais nova “[...] não sabe mais cavar uma cova e nem arrancar o cará”.

As áreas de cultivo do terceiro produtor se encontram relativamente próximas da cidade de Caapiranga e familiares dele o pressionam para vender as terras por questões financeiras. Ele e dois filhos que cultivam cará não sabem como vai ser futuramente. Segundo ele, “[...] no início, o município de Caapiranga produzia mais, porém, recentemente, a produção do cará tem diminuído”.

5.1.8 Aspectos socioambientais do cultivo de cará em Caapiranga

Em relação à situação socioambiental do cultivo do cará na região de Caapiranga, vale à pena relatar as informações obtidos do segundo produtor entrevistado, que afirma que houve recentemente intoxicações em animais, como gado, e também em agricultores, devido ao uso de agrotóxicos. Conforme seu depoimento, muitos agricultores da região de Caapiranga começaram recentemente a usar herbicidas. Outro produtor confirmou este uso recente de herbicidas na produção do cará, estimando que cerca de 50% dos produtores já usam. O uso do agrotóxico no cultivo de cará e mandioca foi também confirmado nas observações de campo. Encontraram-se recipientes de “Glifosato” em um igarapé e foi observada a aplicação em uma área da várzea para “limpar” a área de plantio da vegetação nascente. O aumento do uso e o uso abusivo e incorreto de agrotóxicos no plantio de frutas e hortaliças em Municípios ao redor de Manaus foram constados por Campos (2009).

Além de ser um oponente do uso de agrotóxicos, o segundo produtor entrevistado também é um defensor das boas práticas do cultivo para evitar desmatamento desnecessário causado por queimadas descontroladas. Ele afirma que na época de seca de 2015 houve muitos incêndios de florestas na região. No preparo da área de cultivo, muitas vezes, não é mais feito um corredor ao redor da área que se chama “asseiro” para evitar que o fogo ultrapasse a área que é queimada para o plantio. Esta prática ele aprendeu com seus pais e ele observa que nos últimos anos muitos agricultores preparam a área de cultivo sem levar em consideração que o fogo pode fugir do controle ou simplesmente não se preocupam com as consequências das queimadas descontroladas. Assim, ocorreu que na época da seca de 2015, considerada severa, “[...] muitos cultivos foram destruídos pelo fogo e o ar da cidade de Caapiranga ficou afetado durante semanas pela fumaça, tão fortemente que houve dias que não foi possível ver o sol durante a primeira parte do dia”.

5.2 Descrição morfológica

Foram identificadas diferenças morfológicas que permitiram a elaboração e seleção de 48 descritores para a identificação das 20 variedades de *Dioscorea trifida*, sendo 13 descritores para os tubérculos, 12 para as hastes, 14 para as folhas, e 9 para as inflorescências e sementes.

5.2.1 Descritores para os tubérculos

A maioria das diferenças morfológicas nítidas entre as variedades esteve relacionada aos tubérculos. A seguir são apresentados os descritores identificados para os tubérculos e suas caracterizações (Tabela 4):

Tabela 4: Descritores identificados para os tubérculos de 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Descritor	Caracterização
Distância do centro da cova	Muito distante (>1,2m); distante (0,7-1,2m); próximo (0,3-0,7m); muito próximo (<0,3m)
Presença de raízes na superfície	Sem; escassa; média; densa
Lugar das raízes	Em todo tubérculo uniformemente; concentrado na parte apical
Rugosidade da superfície da casca	Lisa quase sem rugas; rugosidade média; rugas fundas; dois tipos de rugas (rugos lineares na parte apical e rugas poli-angulares na parte distal)
Cor da casca (periderme)	Marrom; marrom escuro
Espessura da casca	Fina; grossa
Cor dos brotos	Verde; verde avermelhado; roxo; lilás
Capacidade de brotar	Fácil; difícil
Tendência de ramificar	Sem; ligeira; forte
Forma do tubérculo	Redonda; oval pouco oblonga; oval; oval muito oblonga; cilíndrica; triangular distal mais larga e dividida; encurvado; apical comprido e fino, larga e achatada irregular
Cor da polpa (tecido fundamental)	Branco; branco amarelado; roxo claro; roxo escuro; branco com entrecasca (soltura do córtex) roxa; branco com manchas roxas; parte interior branco com uma camada exterior roxa de 0,5-1cm e a parte apical roxa; roxo com manchas claras; roxo com camada branca de 1-2cm na parte distal
Uniformidade da cor da polpa	Uniforme; bicolor
Escurecimento da polpa depois do corte	Sem escurecimento, escurecimento forte em toda parte; escurecimento leve na parte exterior e/ou manchas escuras

Houve diferenças entre as variedades quanto à distância do centro da cova até o lugar onde os tubérculos se desenvolveram. A variedade *Durão*, por exemplo, se caracterizou pelos tubérculos muito próximos do centro, enquanto outras variedades como *Branco casquinha roxa* desenvolveu os tubérculos muito distantes do centro da cova. O crescimento lateral da planta através dos tubérculos distantes da cova pode favorecer um movimento da planta para lugares com condições ambientais mais favoráveis, apresentando uma vantagem para a planta do ponto de vista biológico. Porém, do ponto de vista agrônômico, isto representa uma desvantagem porque dificulta a colheita dos tubérculos (vide avaliação agrônômica).

A densidade de raízes na superfície dos tubérculos variou consideravelmente. A variedade *Barbudo* teve a maior densidade de raízes, o que deu origem ao nome da mesma. Algumas variedades, como por exemplo, a variedade *Pé de porco* e *Casada* desenvolveram as raízes mais concentradamente na parte apical. As variedades *Ovo de cavalo* e *Boliviano* se destacaram pela casca lisa sem raízes e quase sem rugas. A variedade *Durão* se diferenciou nitidamente pelas rugas muito profundas na parte distal dos tubérculos e da casca mais grossa. Uma casca com rugas poli-angulares na parte distal foi observada no *Pé de porco* (Figura 9).



Figura 9: Casca lisa sem raízes de *Ovo de cavalo* (A), casca na parte distal com rugas profundas de *Durão* (B) e casca com rugas poli-angulares de *Pé de porco* (C)

A cor dos brotos variou entre as variedades mostrando intensidade de pigmentação roxa maior para a variedade *Açaí comprido* (Figura 9).

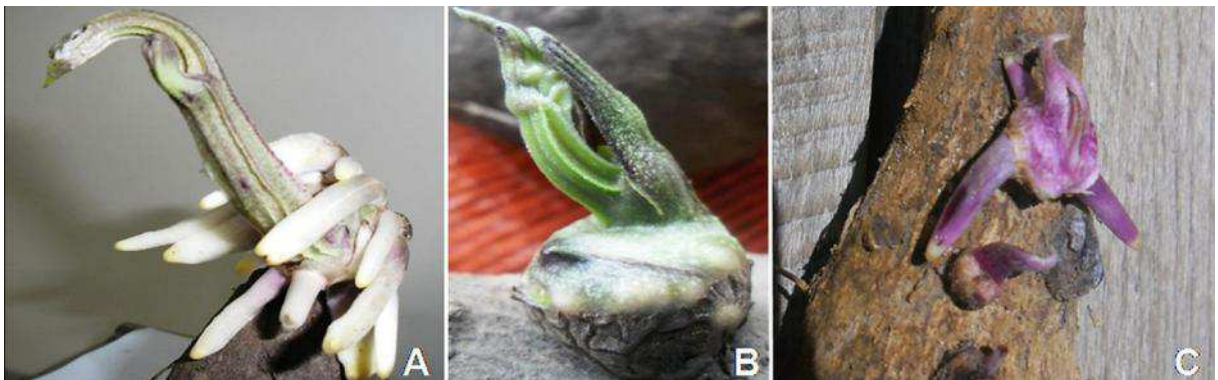


Figura 10: Brotos das variedades *Ovo de cavalo* (A), *Japonês* (B) e *Açaí comprido* (C)

A capacidade de brotar dos tubérculos se mostrou diferentemente para *Ovo de cavalo* que demorou 3 a 4 semanas mais para iniciar a brotação, enquanto todas as outras variedades brotaram dentro de um período de entre 30 e 48 dias.

A tendência de ramificação dos tubérculos foi diferente entre as variedades. Houve variedades que desenvolveram tubérculos sem ramificações, particularmente a variedade *Durão* e *Japonês* que não apresentaram nenhuma ramificação. A maioria apresentou ramificações apenas raramente, como por exemplo, a variedade *Roxo comum*, e algumas apresentaram ramificações características.

As formas de tubérculos variaram consideravelmente entre as variedades. A maioria das variedades desenvolveu formas de tubérculos uniformes e típicas, com pouca variação entre as plantas da mesma variedade e com pouca variação dos tubérculos na cova de uma planta. Algumas variedades mostraram mais variabilidade (plasticidade) das formas, apresentando formas diversificadas entre as plantas da mesma variedade e até na mesma cova, ainda que a maioria dos tubérculos tenha seguido um padrão morfológico típico. Variedades com mais variabilidade das formas de tubérculos foram *Pé de elefante*, *Mão de onça* e *Pé de porco*.

A pigmentação roxa da polpa dos tubérculos contribui notadamente para a distinção das variedades. Ela ocorre devido às antocianinas, compostos fenólicos sintetizados no metabolismo secundário pela via dos fenilpropanoides. *Dioscorea trifida* possui 12 compostos de antocianina, sendo a principal apeonidina 3-O-p-coumaroyl glucoside-5-O-glucoside (Ramos-Escuteiro et al. 2010).

Existem variedades sem nenhuma pigmentação roxa da polpa, e outras com pigmentação roxa mais ou menos intensa. As variedades com pigmentação roxa da polpa mais intensa foram *Preto* e *Durão*. Outras mostraram pigmentação roxa parcial, como por exemplo, *Açaí comprido*, que apresentou uma camada exterior do córtex dos tubérculos intensamente pigmentada, embora que a polpa do interior dos tubérculos permaneceu branca, apenas com algumas listras roxas. A figura 11 mostra exemplos da pigmentação da polpa.

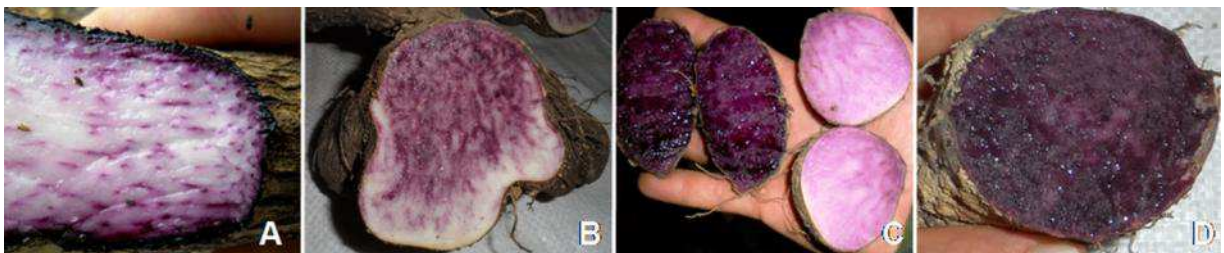


Figura 11: Pigmentação roxa da polpa: *Açaí comprido* (A), *Pé de porco* (B), *Durão* e *Casado* (C), *Preto* (D)

Há uma relação entre a pigmentação roxa da polpa dos tubérculos e da parte aérea. As variedades sem pigmentação roxa nos tubérculos, também mostraram pouca ou nenhuma pigmentação roxa nas partes aéreas.

As variedades *Pé de elefante*, *Pé de burro*, *Branco redondo* e *Branco casquinha roxa* podem ter manchas roxas na polpa nos tubérculos. As manchas roxas foram vistas em somente alguns dos tubérculos e entre os tubérculos que foram colhidos de uma cova.

Foi observado um escurecimento marrom da polpa depois do corte, que algumas variedades mostraram intensivamente em menos de um minuto. Outras levaram mais alguns minutos até aparecer um escurecimento menos intenso ou ele apareceu somente na parte exterior da polpa, ou na parte apical, ou em forma de algumas manchas. Houve, no entanto, outras variedades que não escureceram mesmo depois do corte (Figura 12).

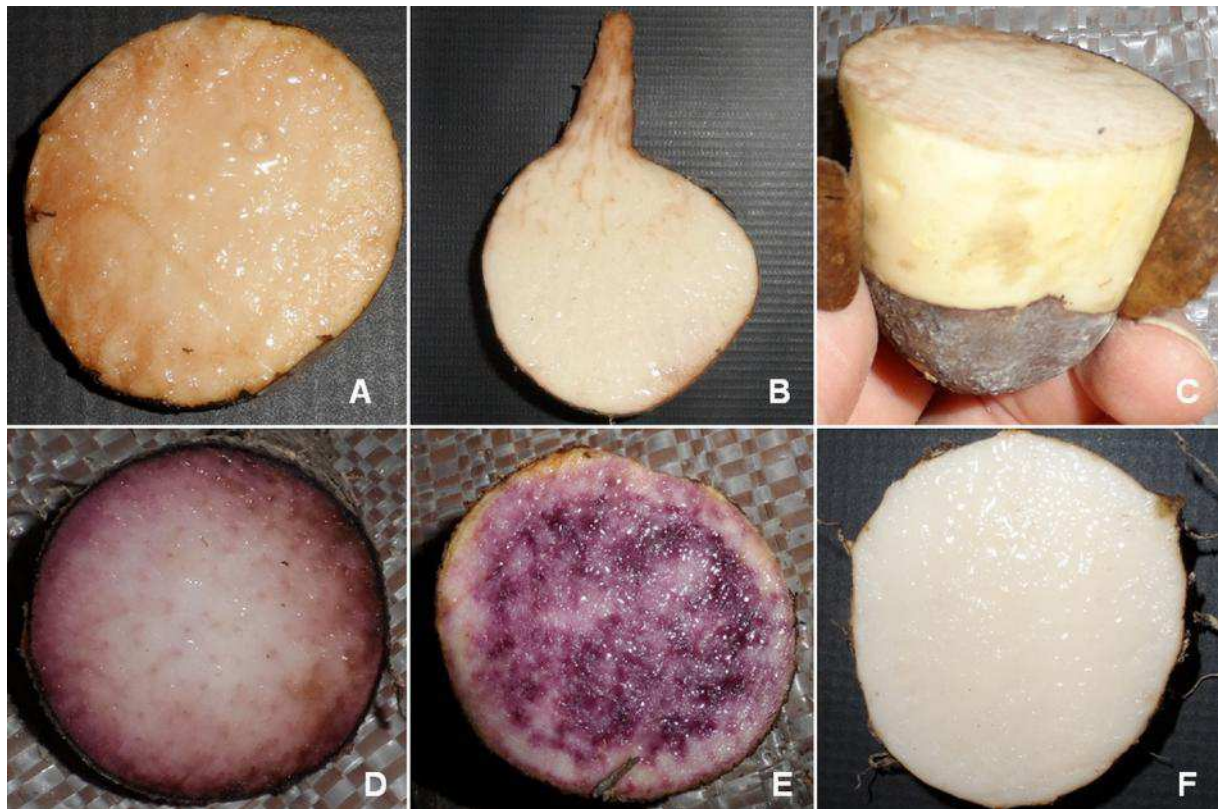


Figura 12: Escurecimento da polpa das variedades *Boliviano* (A), *Pé de burro* (B), *Ovo de cavalo* (C), *Açaí redondo* (D) e *Pé de porco* (E) e polpa sem escurecimento da variedade *Japonês* (F)

De acordo com Tomás-Barberán e Espín (2001) o escurecimento ocorre devido à produção de polímeros de coloração marrom (melaninas) causada pela degradação oxidativa de compostos fenólicos por meio da atuação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. A polifenoloxidase age após danos mecânicos, cortes ou outros tipos de danos à célula. Os danos podem romper as paredes e membranas celulares, comprometendo a separação física

entre as enzimas (localizadas nos plastídios) e os substratos fenólicos (presentes nos vacúolos), favorecendo assim a reação de escurecimento (Martinez e Whitaker 1995).

O escurecimento foi observado nas variedades com polpa branca, fato que provavelmente ocorreu devido à maior visibilidade, porque que na polpa com coloração roxa escura dificilmente um escurecimento marrom poderia ser observada. Outra possibilidade poderia ser a ação antioxidante de compostos da polpa, como por exemplo, as antocianinas, porque existem antioxidantes naturais que têm a capacidade de reduzir o escurecimento enzimático de espécies de *Dioscorea* (Fontes et al. 2009).

Em seguida, são apresentadas imagens de uma amostra de tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada uma das 20 variedades avaliadas na descrição morfológicas.



Figura 13: Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Açaí comprido* (A, B), *Açaí redondo* (C, D), *Barbudo* (E, F), *Boliviano* (G, H) e *Branco casquinha roxa* (I, J)

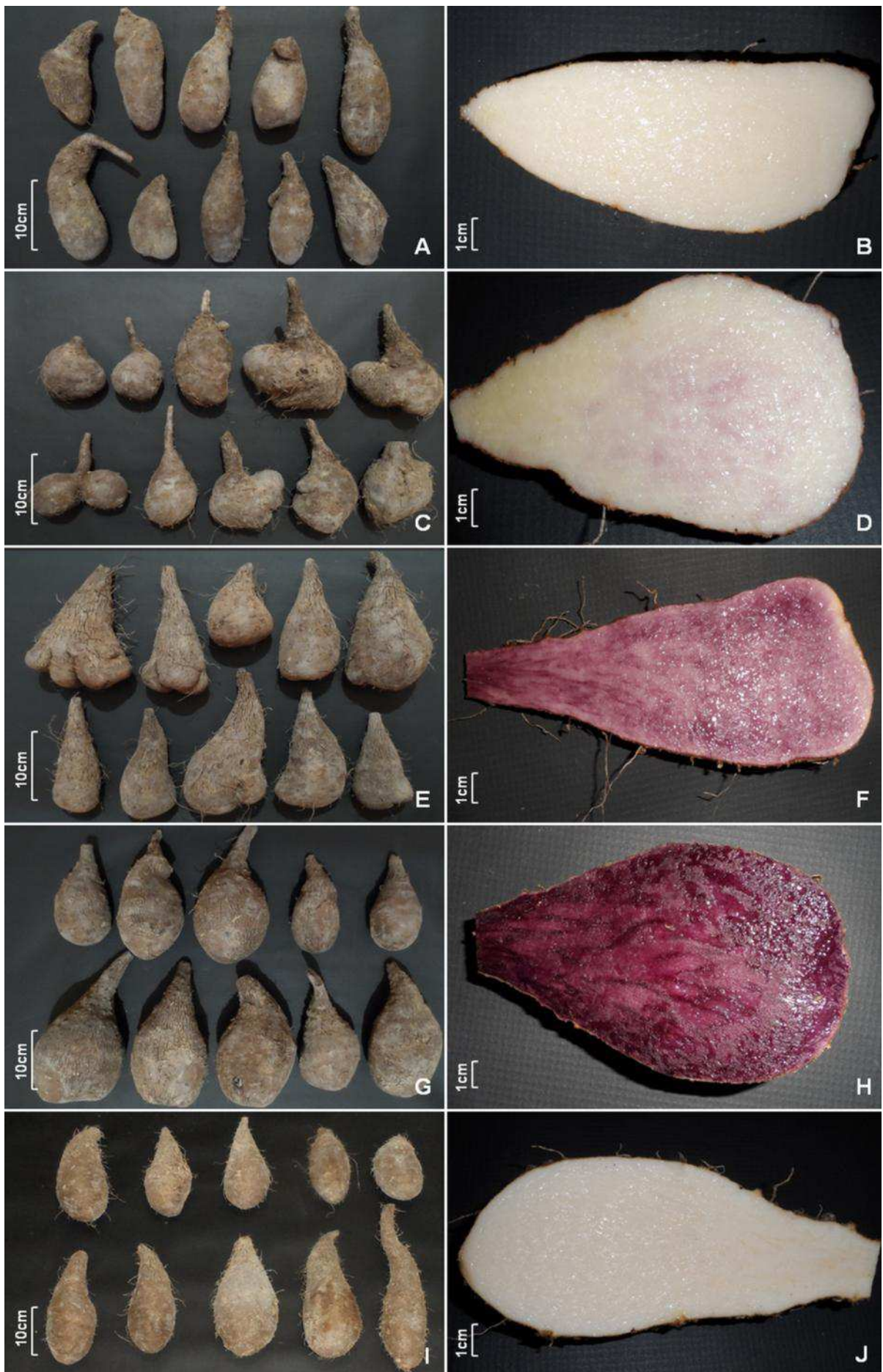


Figura 14: Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Branco comprido* (A, B), *Branco redondo* (C, D), *Casado* (E, F), *Durão* (G, H) e *Japonês* (I, J)

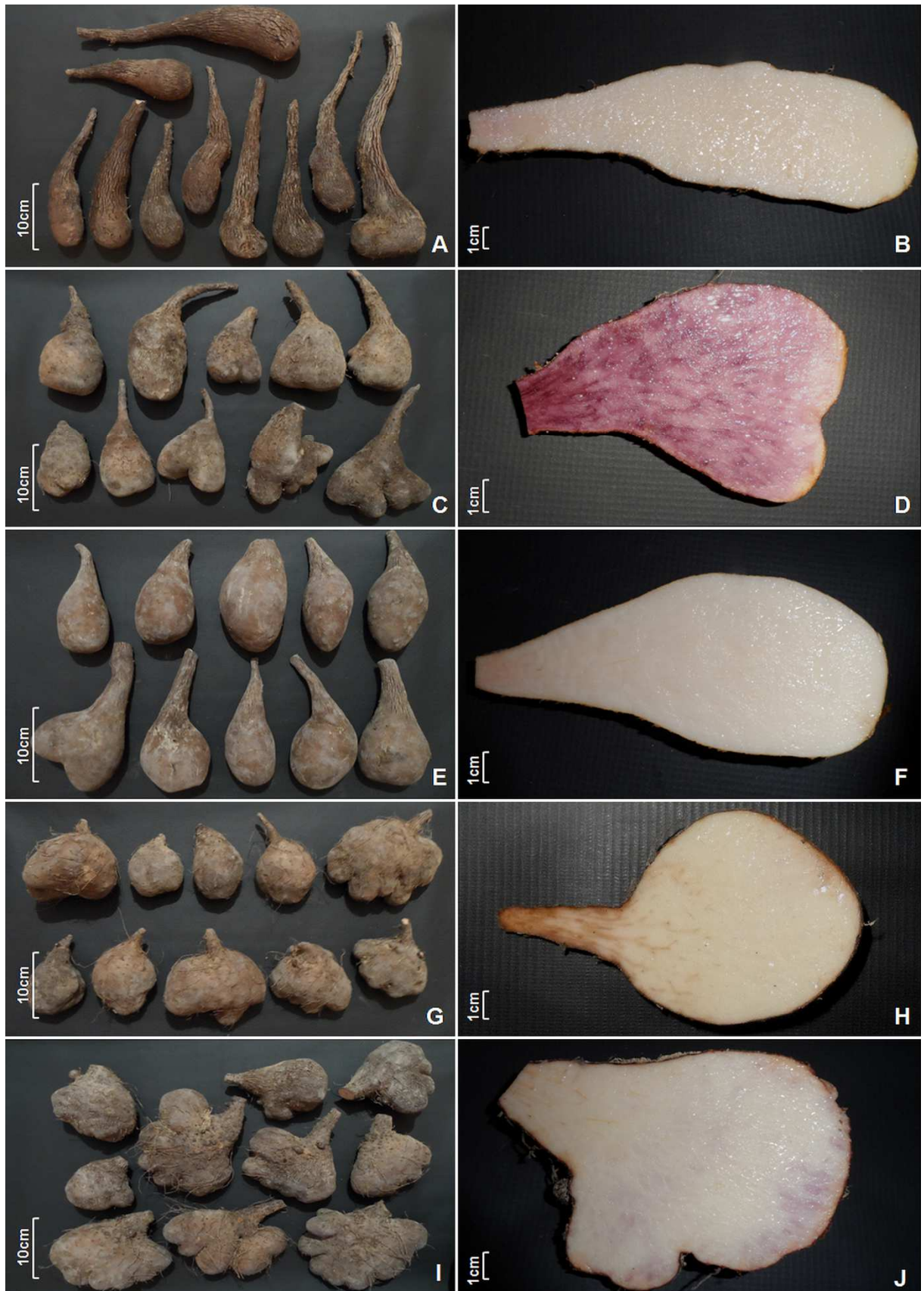


Figura 15: Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Macaxeira* (A, B), *Mão de onça* (C, D), *Ovo de cavalo* (E, F), *Pé de burro* (G, H) e *Pé de elefante* (I, J)

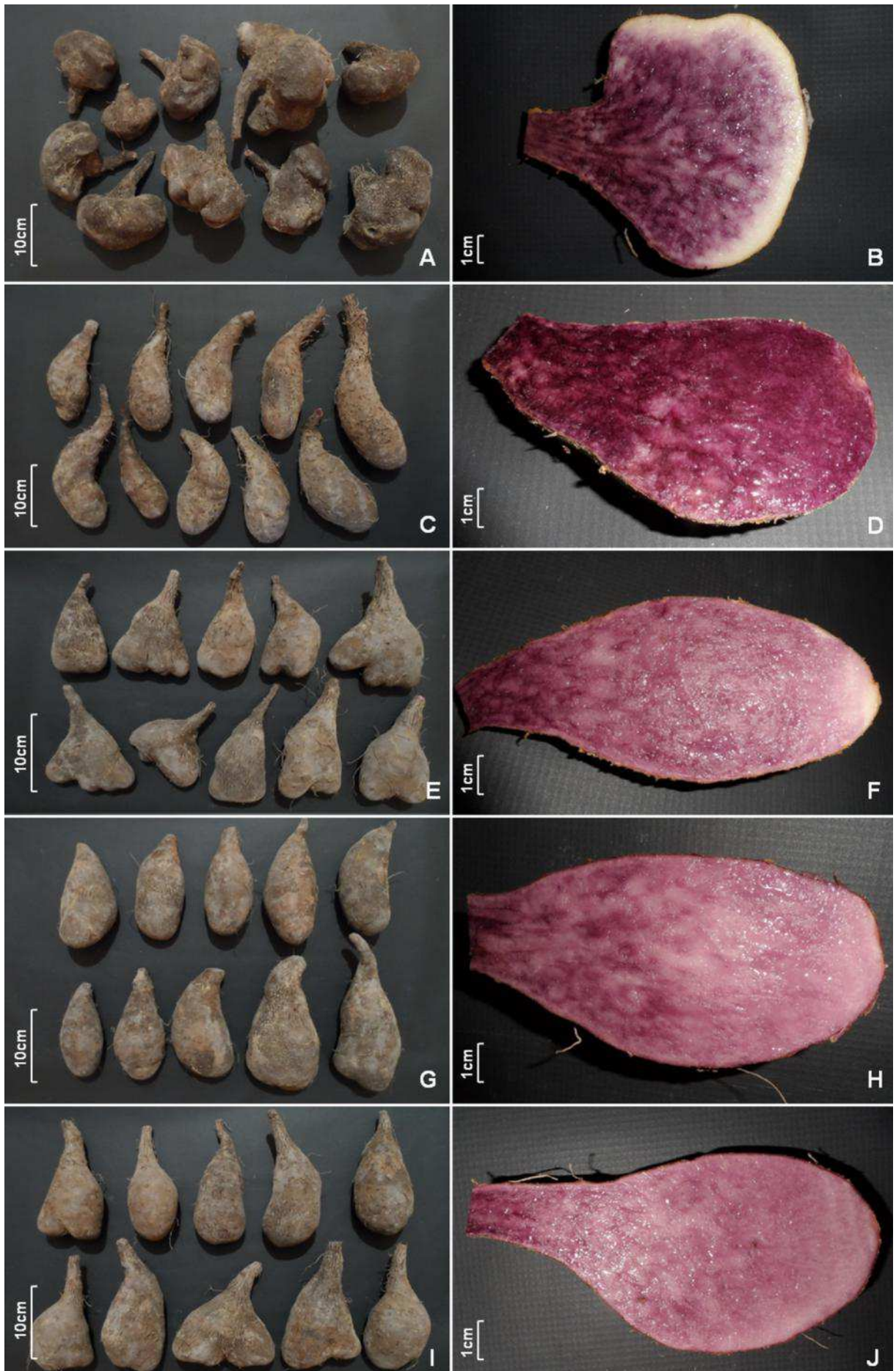


Figura 16: Tubérculos de uma cova e um tubérculo cortado para cada variedade: *Pé de porco* (A, B), *Preto* (C, D), *Rabo de mucura* (E, F), *Roxo comum* (G, H) e *Roxo de Humaitá* (I, J)

5.2.2 Descritores para as hastes

Foi observado que a pigmentação roxa das partes aéreas aumentou gradualmente conforme a idade da planta. As hastes recém crescidas não apresentaram ainda pigmentação roxa. A pigmentação roxa iniciou a partir dos primeiros 30 cm distante da gema principal, aumentando gradualmente, chegando ser mais intensa nas hastes mais velhas na base da planta. Para padronizar a avaliação morfológica dos descritores relacionados à pigmentação roxa das hastes, os descritores foram separados conforme a idade da haste, avaliando-se separadamente a cor das hastes jovens a partir dos primeiros 30 cm, a cor das hastes maduras em uma altura da planta de 1 m e a cor das hastes maduras na base da planta em uma altura de 15 cm. As asas das hastes apresentaram mais pigmentação roxa do que a própria haste, com a pigmentação roxa surgindo mais cedo naquelas. Em seguida são apresentadas as caracterizações dos diferentes descritores associados às hastes (Tabela 5).

Tabela 5: Descritores identificados para as hastes de 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Descritor	Caracterização
Cor da haste jovem > 30 cm	Verde; verde pouco avermelhado
Cor das asas da haste jovem >30 cm	Verde; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Presença de asas na haste jovem	Presente; ausente
Cor da haste madura (1 m de altura)	Verde; verde marrom; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Cor das asas da haste (1 m de altura)	Verde; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Cor da haste madura (15 cm de altura)	Verde; verde marrom; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado; lilás
Cor asas das hastes (15 cm de altura)	Verde; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Hábito de crescimento da haste	Reto; levemente em forma de ziguezague
Presença de muitos ramos laterais	Presente; ausente
Número de entrenós até as folhas totalmente abertas	Cinco até nove; mais do que nove
Diâmetro médio da haste madura	Obtido pela medição da largura da haste, na altura de 15 cm sobre a base da planta, cinco medidas por planta, duas plantas por parcela em cada bloco
Comprimento médio do entrenó	Obtido pela medição da distância entre cicatrizes foliares dispostas na haste, na altura de 1m sobre a base da planta, cinco medidas por planta, duas plantas por parcela em cada bloco

A figura 17 mostra alguns exemplos de hastes de variedades diferentes. A haste jovem da variedade *Casada* se destaca pela ausência de asas. A haste jovem da variedade *Rabo de mucura* apresenta quatro asas e uma cor mais verde claro. A haste madura da variedade *Pé de burro* possui uma pigmentação com tendência para o marrom e as hastes da variedade *Durão* apresentam uma pigmentação roxo que tende para o vermelho.



Figura 17: Hastes jovens das variedades *Casada* (A) e *Rabo de mucura* (B), hastes maduras das variedades *Pé de burro* (C) e *Durão* (D)

A variedade *Japonês* mostrou uma arquitetura diferente das hastes, desenvolvendo mais ramos laterais um hábito de crescimento em forma de ziguezague. O crescimento da haste mudou levemente a direção, entre um nó para o outro (Figura 18). Ao contrário do crescimento das hastes das outras variedades que cresceram relativamente retas de um entrenó para o outro. Mais um aspecto observado na arquitetura das hastes da variedade *Japonês* foi o número de entrenós até as primeiras folhas totalmente expandidas, começando do broto principal. Esta variedade apresenta mais de nove entrenós, diferentemente das outras variedades que tiveram as folhas totalmente expandidas a partir do quinto até o oitavo entrenó.



Figura 18: Hábito de crescimento das hastes da variedade *Japonês*

O diâmetro médio da haste variou entre as variedades (Figura 19). Conforme os resultados do teste de Tukey houve diferenças significativas entre as três variedades com maior diâmetro e as quatro com o menor. A variedade *Roxo comum* ainda se diferenciou significativamente das variedades *Açaí redondo* e *Casado*. Entre a maioria das variedades não houve diferença significativa nos diâmetros médios da haste. Os dados do diâmetro de haste na base da planta são coerentes com as observações visuais no campo. A variedade *Casado*, por exemplo, pode ser reconhecida visualmente pelas hastes e ramos mais finos, o que torna o diâmetro médio da haste um descritor utilizável para a distinção das variedades na chave de identificação.

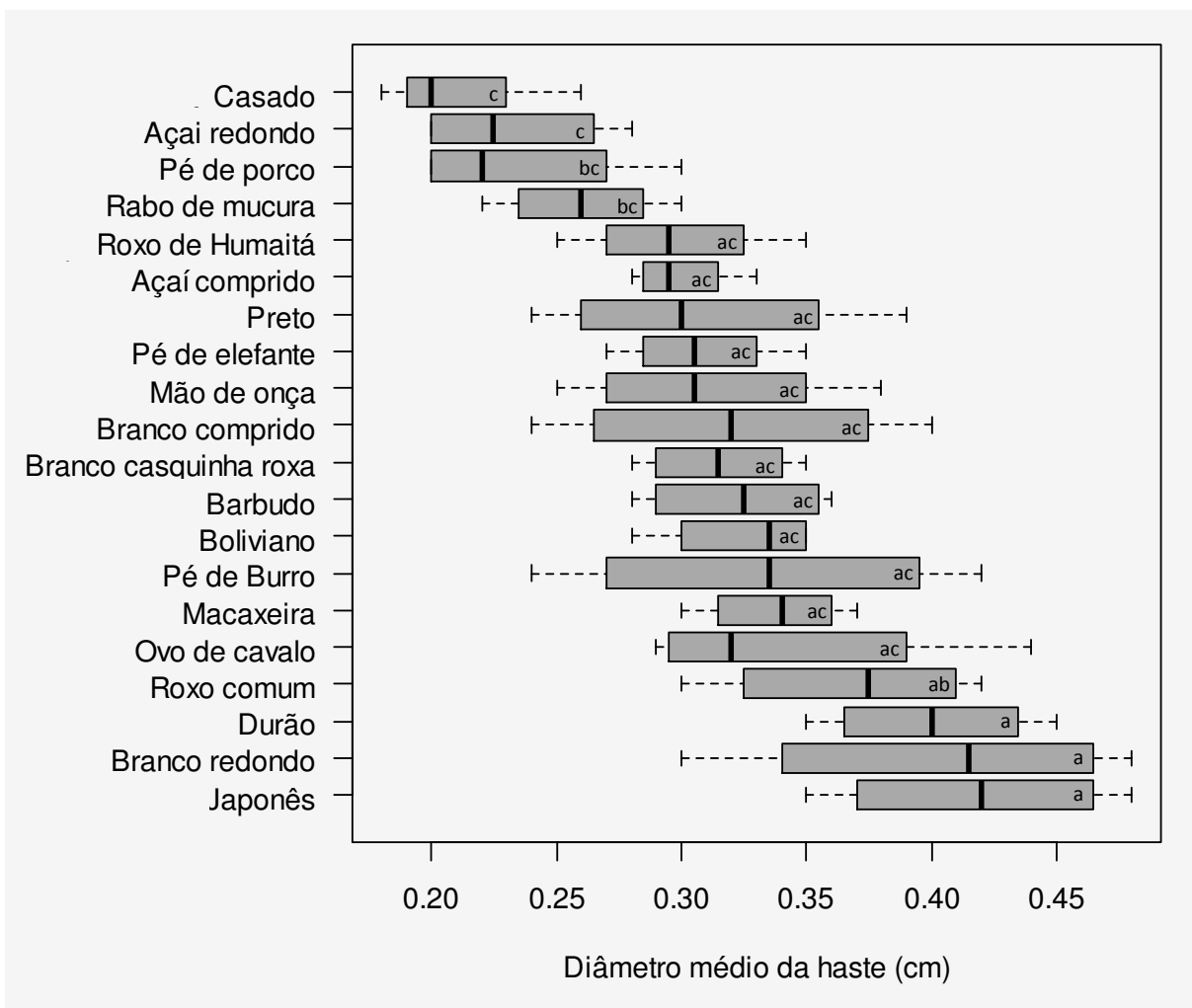


Figura 19: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos diâmetros médios da haste das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

O comprimento médio do entrenó também apresentou diferenças entre as variedades (Figura 20). As variedades *Pé de burro* e *Durão* se destacam, apresentando um comprimento médio do entrenó significativamente maior do que de oito variedades com o menor comprimento. A variedade *Japonês* mostra um comprimento médio do entrenó significativamente menor do que as quatro variedades com o comprimento maior.

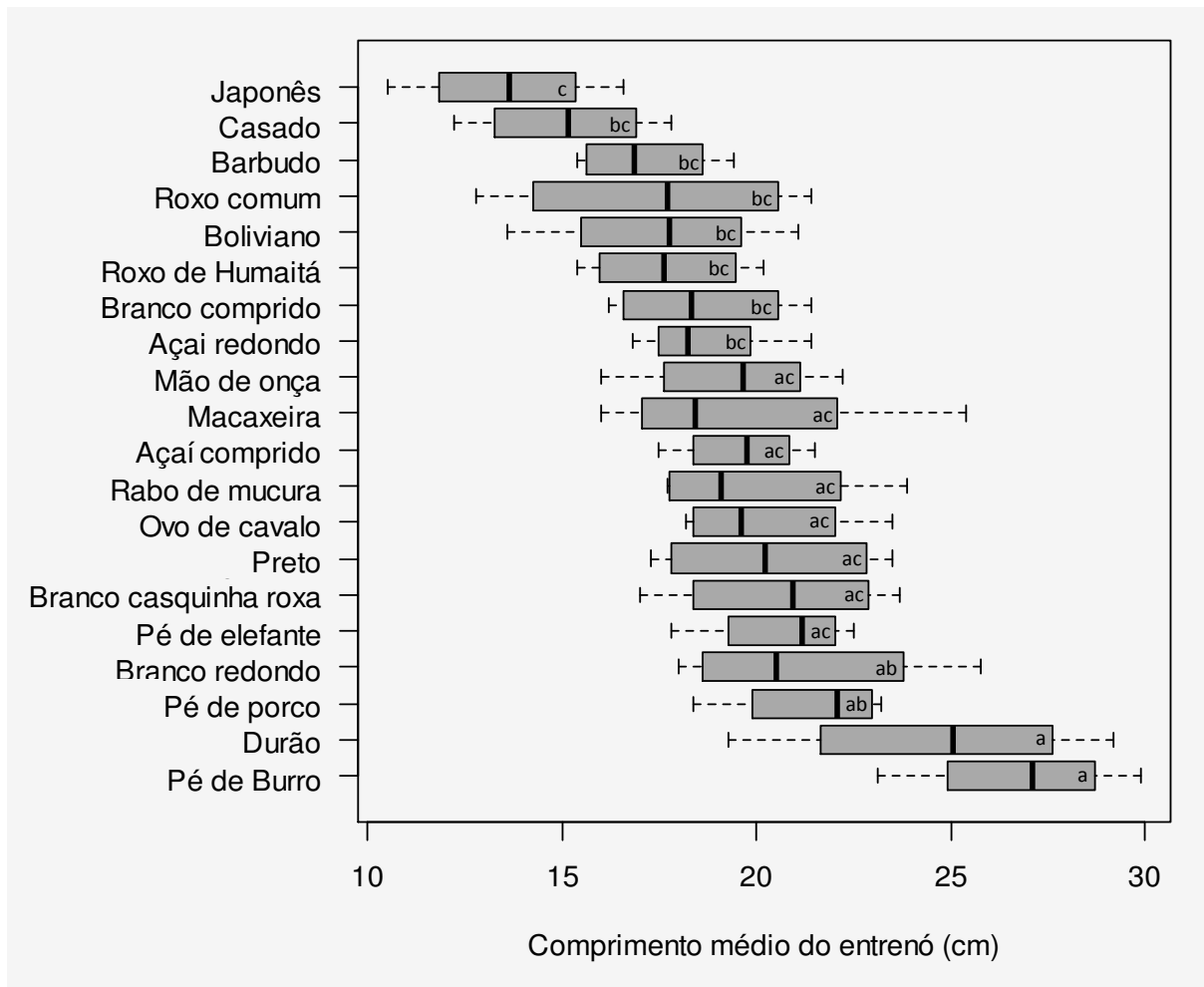


Figura 20: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios do entrenó das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

5.2.3 Descritores para as folhas

A maioria das diferenças morfológicas detectadas na parte aérea foi relacionada às folhas. Em seguida são apresentados os descritores qualitativos das folhas e suas caracterizações (Tabela 6).

Tabela 6: Descritores identificados para as folhas de 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Descritor	Caracterização
Cor da folha madura	Verde claro; verde; verde escuro
Cor do pecíolo da folha jovem	Verde; verde levemente avermelhado na base e junção com a lâmina foliar; verde fortemente avermelhado na base e junção; inteiramente avermelhado e mais ainda na base e junção; marrom; lilás escuro
Presença de asas	Presente; ausente
Cor das asas do pecíolo jovem	Verde claro; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Cor do pecíolo da folha madura	Verde; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado; verde e avermelhado na base e junção; inteiramente avermelhado e mais ainda na base e junção; inteiramente avermelhado (roxo escuro) mais ainda na base; roxo-marrom; lilás-escuro; base do pecíolo fica verde embora que o resto tem pigmentação roxa
Cor das asas do pecíolo maduro	Verde; verde pouco avermelhado; verde muito avermelhado
Densidade da folhagem	Baixa; intermediária; alta
Número de lóbulos	Predominantemente 3; predominantemente 5
Profundidade dos lóbulos	Menos profundo; muito profundo; menos profundo e muito profundo (dois tipos de folhas)
Distância entre os lóbulos externos em relação ao pecíolo	Sem distância; pouca distância; intermediária; muita distância
Tamanho do lóbulo principal	Particularmente grande (mais do que o dobro do tamanho dos outros lóbulos); regular (igual ou um pouco maior)
Largura média da folha	Obtida pela medição da distância máxima da largura da área foliar, medidas de cinco folhas maduras por planta, duas plantas por parcela em cada bloco
Comprimento médio da folha	Obtido pela medição do comprimento máximo da área foliar, medidas de cinco folhas maduras por planta, duas plantas por parcela em cada bloco
Comprimento médio do pecíolo	Obtido pela medição do comprimento de pecíolos em cinco folhas maduras de duas plantas por parcela em cada bloco

Foram observadas variações na coloração das folhas, variando de um verde mais claro, mais amarelado até um verde mais escuro. Porém, as diferenças observadas da coloração das folhas entre a maioria das variedades não foram muito nítidas. Além disso, houve variações da coloração das folhas numa mesma planta o que dificultou a avaliação desse descritor.

A cor verde das folhas mostrou a tendência de se tornar mais escura conforme a idade. Folhas sombreadas por outras folhas mostraram-se mais escuras do que folhas expostas ao pleno sol. Em virtude disso, foi difícil relacionar as variações na coloração das folhas às características fenotípicas de variedades específicas. Somente a variedade *Pé de burro* se destacou com mais nitidez apresentando folhas com uma coloração verde mais escura do que as demais variedades.

No plantio experimental foi observado que as variedades que apresentaram mais pigmentação roxa na polpa dos tubérculos, também desenvolveram folhas recém expandidas com uma coloração mais avermelhada. A variedade *Durão*, por exemplo, que possui tubérculos com polpa de cor roxo escuro, apresentou folhas recém expandidas com uma coloração roxa mais intensa (Figura 21).

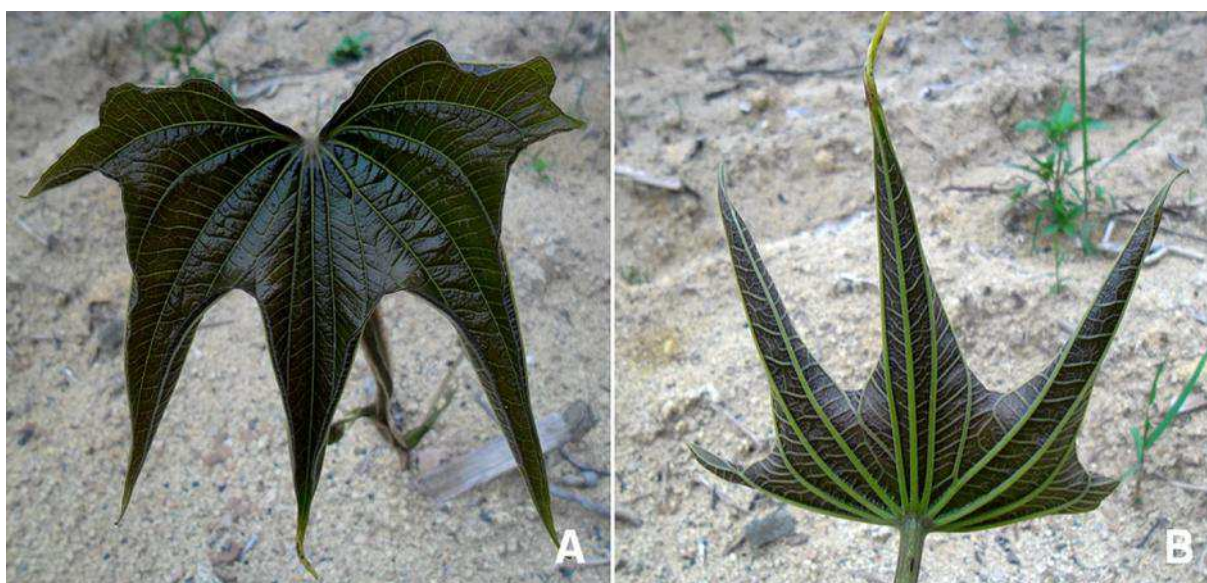


Figura 21: Visão adaxial (A) e abaxial (B) da folha recém expandida da variedade *Durão*

Ao contrário da coloração das folhas, a pigmentação dos pecíolos apresentou diferenças nítidas entre as variedades que podem servir como descritor com bastante utilidade para distinguir as variedades. Foram observados diferentes padrões de pigmentação típicos de algumas variedades que facilmente permitiram sua identificação. As diferenças se manifestaram principalmente pela intensidade da pigmentação roxa e das partes do pecíolo onde ela ocorreu.

Houve variedades com nenhuma ou pouca pigmentação roxa dos pecíolos, já outras com pigmentação roxa muito intensa chegando ao lilás escuro (Figura 22).



Figura 22: Pecíolos sem pigmentação roxa da variedade *Boliviano* (A) e pecíolos com uma pigmentação roxa muito intensiva da variedade *Açaí comprido* (B)

Houve duas variedades que apresentaram um padrão típico de pigmentação nos pecíolos: a pigmentação roxa surge em todo seu comprimento, entretanto a base do mesmo permaneceu verde (Figura 23).



Figura 23: Base do pecíolo verde das variedades *Ovo de cavalo* (A) e *Pé de porco*

Outro padrão de pigmentação observado nos pecíolos foi a coloração roxa na parte da base e na junção com a lamina foliar enquanto a parte entre a base e junção permanece verde (Figura 24).



Figura 24: Pigmentação dos pecíolos típica das variedades *Macaxeira* (A) e *Casado* (B)

Para algumas variedades este padrão de pigmentação dos pecíolos foi identificado somente nas folhas novas. As folhas mais maduras apresentaram pecíolos inteiramente pigmentados, com uma concentração na base e da junção com a lâmina foliar (Figura 25).

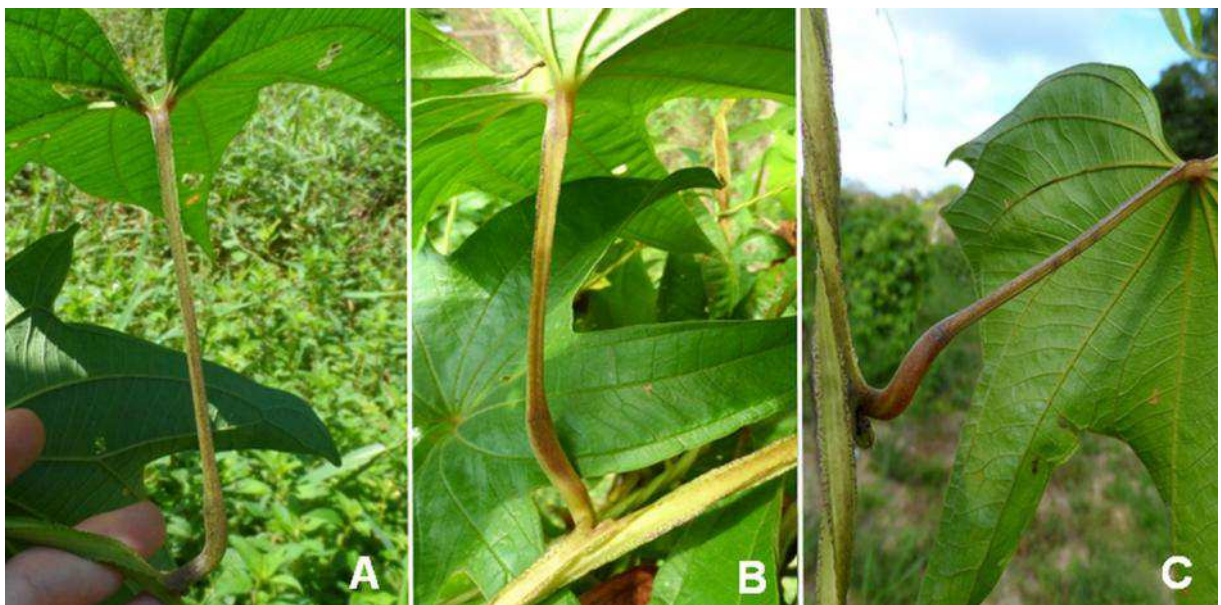


Figura 25: Pecíolos de folhas maduras de *Branco redondo* (A), *Mão de onça roxa* (B) e *Roxo comum* (C)

Outras variedades apresentaram uma pigmentação roxa mais intensa, com pecíolos avermelhados inteiramente já a partir das folhas jovens (Figura 26), aumentando mais ainda a intensidade da pigmentação com a maturidade.

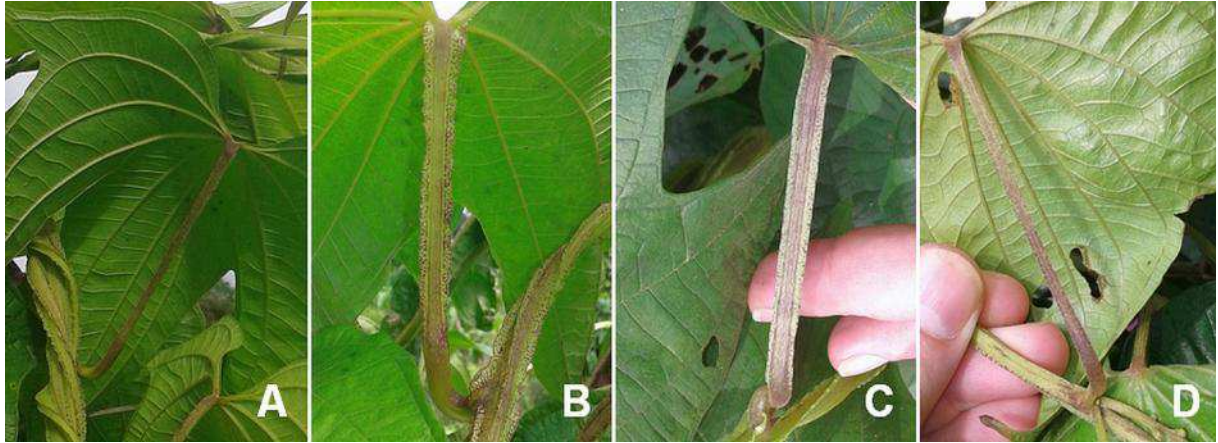


Figura 26: Pecíolos de folhas jovens das variedades *Roxo de Humaitá* (A), *Durão* (B) *Branco casquinha roxa* (C) e *Açai redondo* (D)

Os pecíolos da variedade *Preto* tiveram uma pigmentação roxa muito intensa com uma concentração na parte da base do pecíolo, e os pecíolos da variedade *Pé de burro* apresentaram com uma coloração com a tendência para o roxo-marrom (Figura 27).



Figura 27: Pecíolos de folhas maduras das variedades *Preto* (A) e *Pé de burro* (B)

Variedades com pigmentação roxa nos pecíolos também tiveram as asas dos pecíolos com pigmentação roxa. Da mesma maneira, a maioria das variedades com os pecíolos verdes na maioria dos casos não mostraram pigmentação roxa as asas dos pecíolos, mas ocorreram exceções como, por exemplo, as variedades *Japonês* e *Branco comprido* que apresentaram pecíolos verdes, mas com pigmentação roxa nas asas (Figura 28).



Figura 28: Pecíolos verdes com asas avermelhadas das variedades *Japonês* (A) e *Branco comprido* (B)

A variedade *Rabo de mucura* apresentou pecíolos relativamente finos e sem a presença de asas ou quase sem asas, enquanto as outras apresentaram asas nos pecíolos. Foi observada a ocorrência de pecíolos com três asas nas plantas da variedade *Pé de elefante*. (Figura 29).



Figura 29: Pecíolos com três asas de *Pé de elefante* e pecíolos sem asas de *Rabo de mucura*

Foram observadas variedades com pecíolos particularmente compridos e outras com pecíolos mais curtos. Foram tomadas medidas do comprimento para comparação entre as variedades. A figura 30 mostra os comprimentos médios dos quatro blocos do plantio experimental. A variedade *Pé de burro* se destacou, com um comprimento médio do pecíolo significativamente maior do que as 10 variedades com comprimento médio do pecíolo menor.

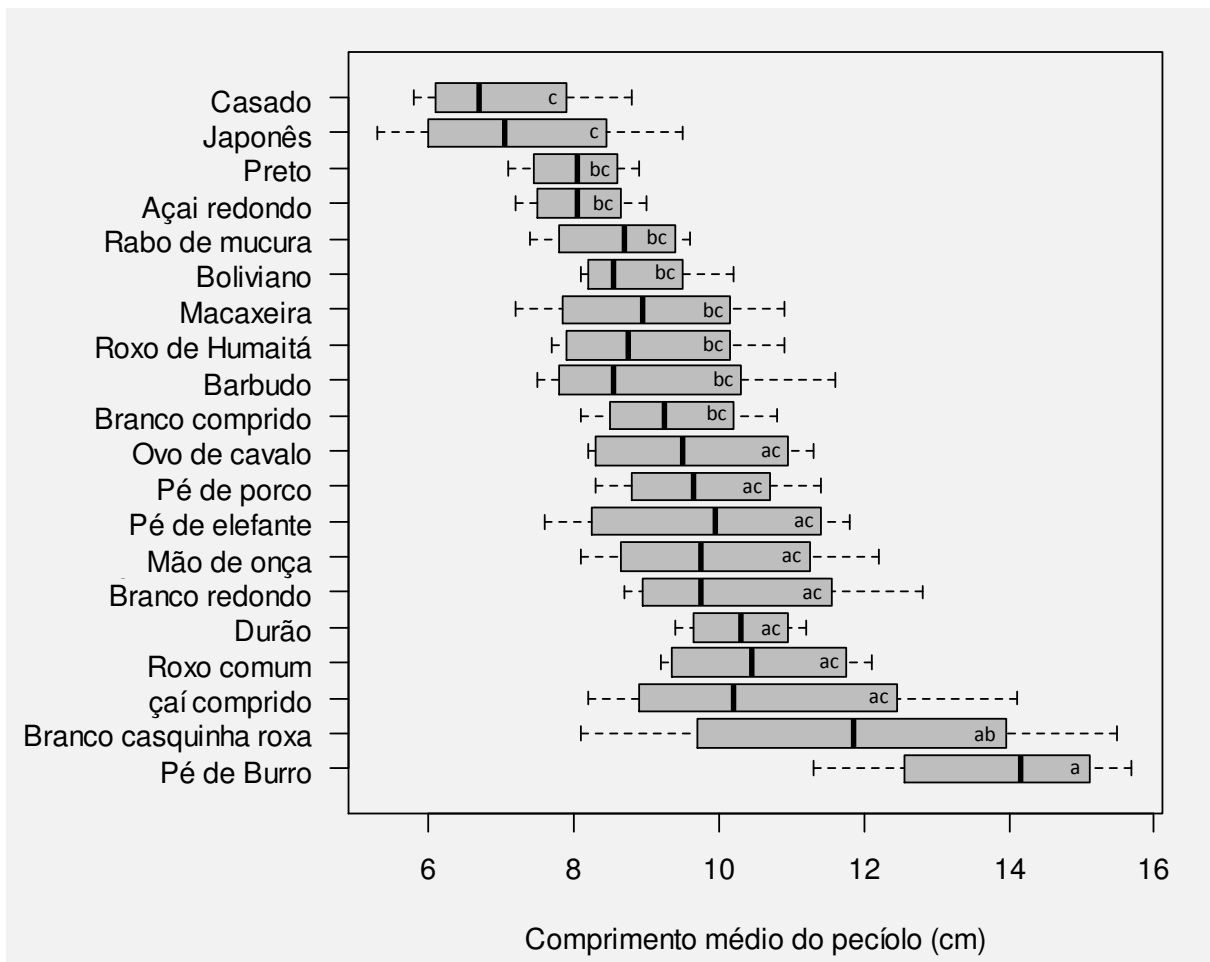


Figura 30: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios do pecíolo das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

A densidade da folhagem das plantas foi avaliada apenas visualmente pelo aspecto geral da planta. Mesmo assim, pôde ser constatado que a maioria das plantas das variedades desenvolveu uma folhagem igualmente densa nas condições do plantio experimental, somente algumas variedades se destacaram pela folhagem muito densa, como, as variedades *Japonês* e *Roxo comum*. A variedade *Pé de burro* teve a folhagem aparentemente menos densa, chamando atenção visualmente também pelas hastes e entrenós mais compridos.

O formato das folhas variou consideravelmente entre as variedades. A variedade *Durão* se destacou, desenvolvendo folhas com lóbulos grandes e compridos (Figura 31A). A maioria das variedades desenvolveu folhas predominantemente com cinco lóbulos, raramente ocorreram folhas com mais de cinco lóbulos, exceto as folhas da variedade *Mão de onça* que desenvolveram frequentemente seis ou sete lóbulos (Figura 31B).



Figura 31: Folhas das variedades *Durão* (A) e *Mão de onça* (B)

Dois variedades podem ser distinguidas facilmente das outras, pelo fato de que quase todas as folhas desenvolvem apenas três lóbulos (Figura 32). Isto é interessante considerando que o nome científico da espécie é *Dioscorea trifida*. No entanto, todas as outras variedades avaliadas apresentaram cinco ou mais lóbulos.



Figura 32: Folhas com três lóbulos das variedades *Rabo de mucura* (A) e *Barbudo* (B)

Outras variedades que podem ser identificados pelo formato da folha são *Pé de burro* que mostrou lóbulos muito entalhados e sem distância entre os dois lóbulos superiores (Figura 33A) e a variedade *Preto* que se destaca pelas folhas com o lóbulo principal bem maior do que os demais (Figura (33B)).



Figura 33: Folhas com formato diferente: *Pé de burro* (A) e *Preto* (B)

A variedade *Roxo de Humaitá* mostrou folhas com os dois lobos superiores muito distantes (Figura 33A). A variedade *Japonês* desenvolveu dois tipos de folhas com um formato completamente diferente na mesma planta (Figura 34B).



Figura 34: Folhas com os dois lóbulos superiores muito distantes da variedade *Roxo de Humaitá* (A) e folhas com dois formatos distintos da variedade *Japonês* (B)

A largura média da folha variou significativamente entre as variedades avaliadas (Figura 35). As variedades *Açaí comprido* e *Durão* se destacaram com suas folhas significativamente mais largas do que as 16 variedades com as folhas menos largas. A variedade *Casado* teve as folhas menos largas de todas com diferença significativa entre as sete variedades com as folhas mais largas.

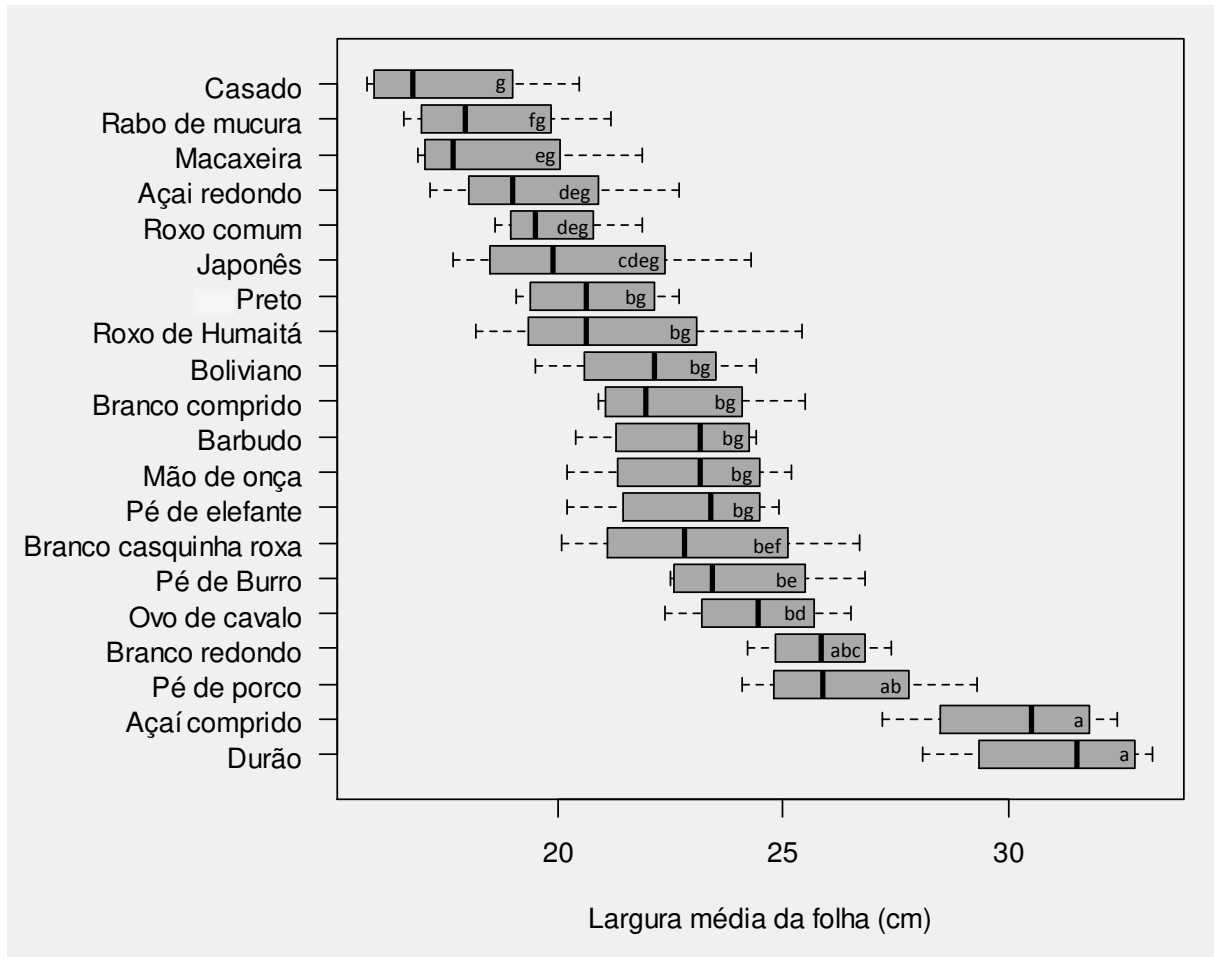


Figura 35: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas das larguras médias da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

O comprimento médio da folha também variou significativamente entre as variedades avaliadas (Figura 36).

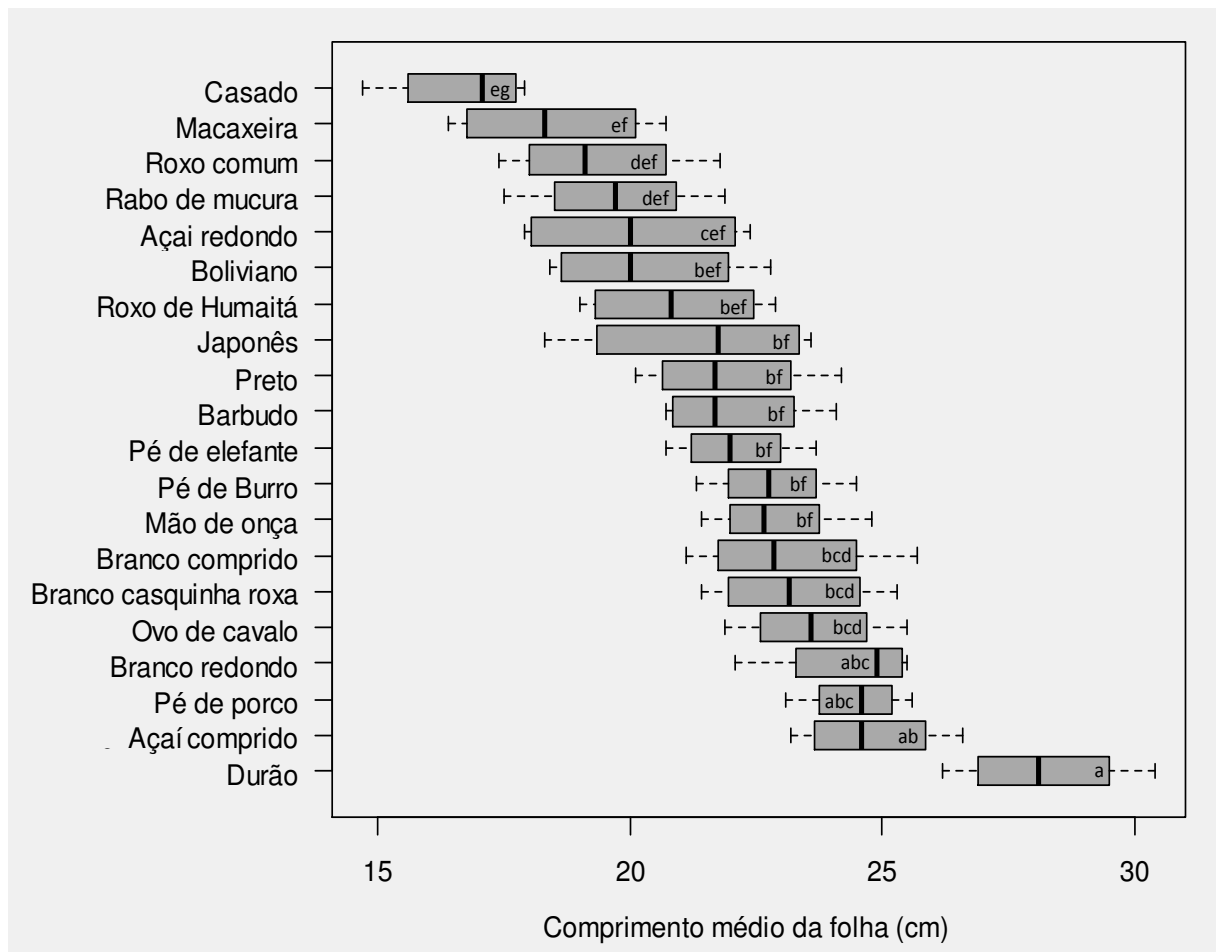


Figura 36: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos comprimentos médios da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Variedades com uma letra igual não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

A variedade *Durão* se destaca pelas folhas muito mais compridas do que todas as outras variedades, embora a diferença seja significativa somente a partir das 16 variedades com menor comprimento. A variedade *Casado* apresentou as folhas menos compridas de todas as variedades se diferenciando significativamente das 13 variedades com os comprimentos médios maiores.

Os dados da largura e do comprimento médio da folha mostram, além das diferenças morfológicas entre as variedades também a variabilidade dentro das variedades, e refletem a diversidade e plasticidade morfológica de *Dioscorea trifida* em relação às características foliares.

Os valores médios das médias dos quatro blocos para a largura e do comprimento da folha foram testados no teste de correlação de Pearson, e foi obtido um valor de 0,9 indicando

que há correlação forte entre estas duas variáveis. A figura 37 mostra valores médios da largura e do comprimento da folha.

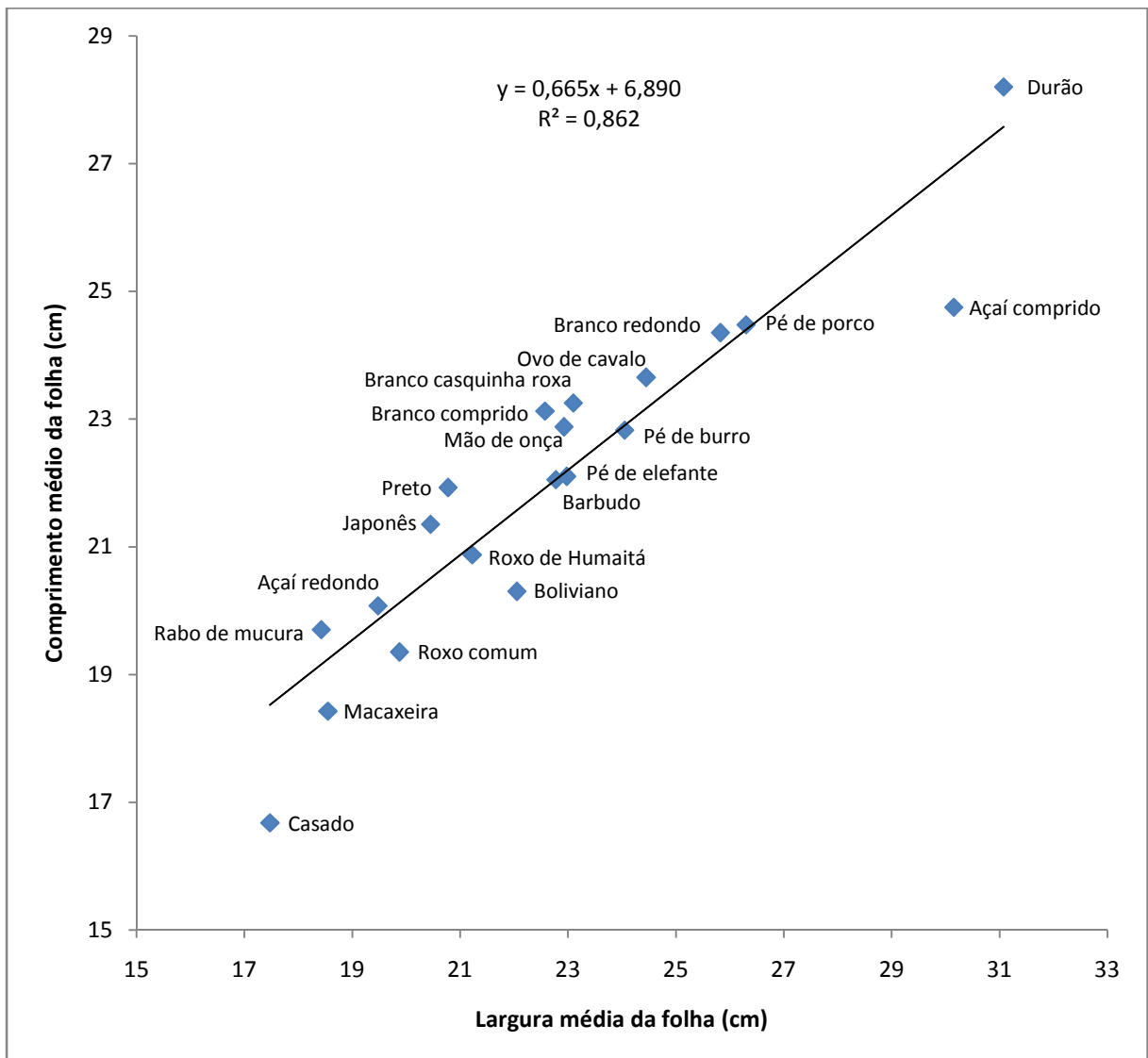


Figura 37: Diagrama de dispersão das médias totais dos valores das médias dos quatro blocos da largura e do comprimento da folha das 20 variedades de *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental, com linha de tendência, equação e R^2

As variedades *Casado* e *Açaí comprido* são relativamente distante da linha de tendência indicando que o as folhas tem características particulares em relação à largura e comprimento. As folhas de ambos as variedades são mais largas do que compridas comparadas com as das outras variedades avaliadas.

As folhas menores da variedade *Casado* e as maiores da variedade *Durão* podem ser notadas visualmente em campo com certa facilidade, o que torna o tamanho das folhas um descritor viável para ser usado numa chave de identificação. Além das folhas menores a variedade *Casado* também teve as hastes e pecíolos mais finas do que as outras variedades.

5.2.4 Descritores para as inflorescências, flores e frutos

Houve diferenças morfológicas nas inflorescências, flores e frutos entre as variedades estudadas. Em seguida são apresentados os descritores qualitativos identificados e suas caracterizações (Tabela 7):

Tabela 7: Descritores identificados para as inflorescências, flores e frutos de 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Descritor	Caracterização
Meses até floração depois brotamento	Antes de quatro meses; entre quatro e cinco meses; entre cinco e seis meses; sem flores
Expressão sexual	Feminino; masculino
Número de inflorescências masculinas	Poucas (50-100); média (100-200); muitas (>200)
Inflorescências masculinas com muitas flores duplas	Ausente; presente
Inflorescências masculinas com ramificações laterais nas espigas	Ausente; presente
Presença de flores masculinas nas axilas das folhas sem formar espiga	Ausente; presente
Número de inflorescências femininas	Poucas (1-30); média (30-60); muitas (60-100)
Forma do fruto	Muito oblongo; pouco oblongo quase redondo
Número médio de flores por inflorescência	Obtido pela média de cinco inflorescências por planta em duas plantas por parcela em cada bloco

O início da floração variou consideravelmente entre as variedades, ainda que a maioria das variedades tenha iniciado a floração no período entre o quarto e quinto mês depois do brotamento. Vale ressaltar que a variedade *Barbudo* foi a única que iniciou a floração antes de quatro meses (mais informações veja 5.4.1 Biologia floral).

A expressão se mostrou pelo desenvolvimento das flores, mostrando que 10 variedades somente desenvolveram flores femininas, 9 flores masculinas, exceto a variedade *Durão* cujas plantas não desenvolveram flores, o que impossibilitou a definição do sexo. Não foram observadas plantas hermafroditas. A maioria das variedades com polpa branca foi feminina: *Barbudo*, *Boliviano*, *Branco redondo*, *Branco comprido*, *Macaxeira*, *Ovo de cavalo*, *Pé de burro*, *Pé de elefante* (exceto *Mão de onça* e *Preto*) e a maioria das variedades com uma parte da polpa roxa foi masculina: *Roxo comum*, *Roxo de Humaitá*, *Rabo de mucura*, *Casado*, *Pé de porco*, *Açaí comprido* e *Açaí redondo* (exceto *Japonês* e *Branco casquinha roxa*).

O número de inflorescências masculinas variou muito entre as variedades. Algumas variedades desenvolveram somente algumas inflorescências já a maioria desenvolveu entre 100-200 inflorescências por planta. A figura 38 mostra o padrão morfológico mais comum das inflorescências masculinas.



Figura 38: Inflorescências (A) e flores masculinas da variedade *Branco comprido* (B)

A variedade *Açaí comprido* que desenvolveu as inflorescências mais vigorosas e numerosas, com cerca de 200-300 inflorescências por planta (Foto 39A), e também foi observada nesta variedade a ocorrência de flores duplas nas inflorescências (Figura 39B).



Figura 39: Inflorescências masculinas (A) e flores (B) da variedade *Açaí comprido*

Ao contrário da maioria das variedades que seguiu um padrão comum, a variedade *Rabo de mucura* desenvolveu muitas inflorescências masculinas com formas atípicas, formando racimos com duas até cinco flores juntos nas ramificações da inflorescência, em vez de formar espigas (Figura 40).



Figura 40: Inflorescências com ramificações laterais da variedade *Rabo de mucura*

Paralelamente às inflorescências com um padrão normal (Figura 41A), a variedade *Japonês* desenvolveu flores sem espigas nas axilas (Figura 41B).

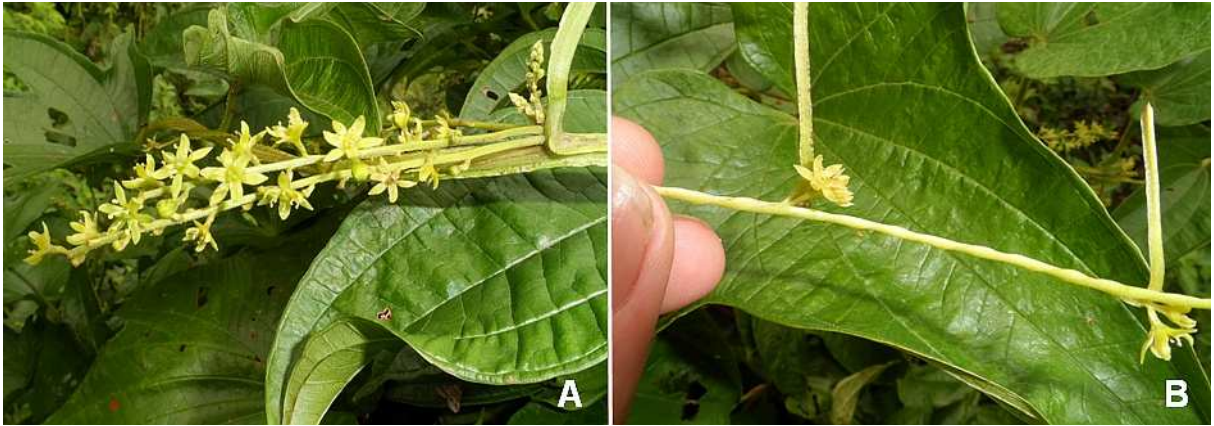


Figura 41: Duas formas de inflorescências diferentes da variedade *Japonês*

Não foram identificados diferenças na arquitetura das inflorescências femininas. Todas as variedades avaliadas seguiram o mesmo padrão morfológico para as inflorescências femininas, porém houve diferenças no comprimento da inflorescência e no número de inflorescências por planta e de flores por inflorescência. A variedade *Mão de onça*, por exemplo, desenvolveu poucas inflorescências por planta, pouco compridas e com poucas flores (Figura 42A), enquanto que a variedade *Barbudo* apresentou o maior número de inflorescências, muito compridas e com muitas flores (Figura 42B).



Figura 42: Inflorescências femininas das variedades *Mão de onça* (A) e *Barbudo* (B)

Foi observada uma diferença morfológica no formato dos frutos. A variedade *Preto* apresentou frutos com um formato pouco oblongo (Figura 43A), enquanto os frutos das outras variedades tiveram um formato mais oblongo, como por exemplo, *Pé de burro* (Figura 43B).



Figura 43: Frutos das variedades *Preto* (A) e *Pé de burro* (B)

A figura 44 mostra os números médios de flores por inflorescência feminina.

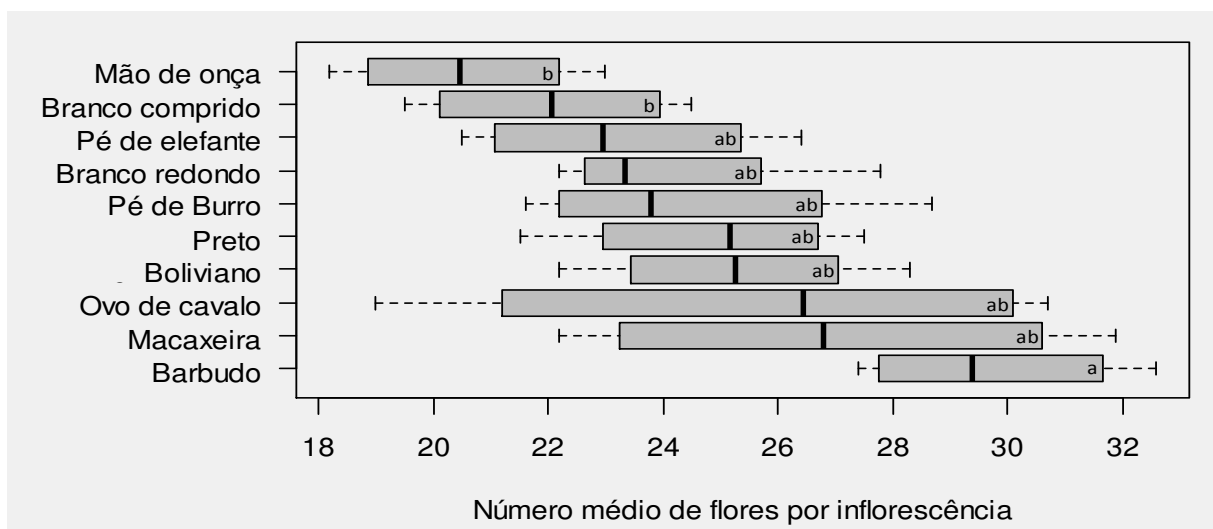


Figura 44: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos números médios de flores por inflorescência feminina de 9 variedades *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Não houve diferenças, exceto o da variedade *Barbudo* que apresentou inflorescências com significativamente mais flores do que duas variedades com menos flores por inflorescência *Mao de onça* e *Branco comprido*. As variedades *Macaxeira* e *Ovo de cavalo* tiveram um maior espectro, com maior distância entre os valores máximos e mínimos.

As inflorescências masculinas também apresentaram números diferentes de flores (Figura 45). A variedade *Japonês* se diferenciou significativamente com o número menor de flores por inflorescência e as variedades *Branco casquinha roxa* e *Açaí comprido* com os números maiores.

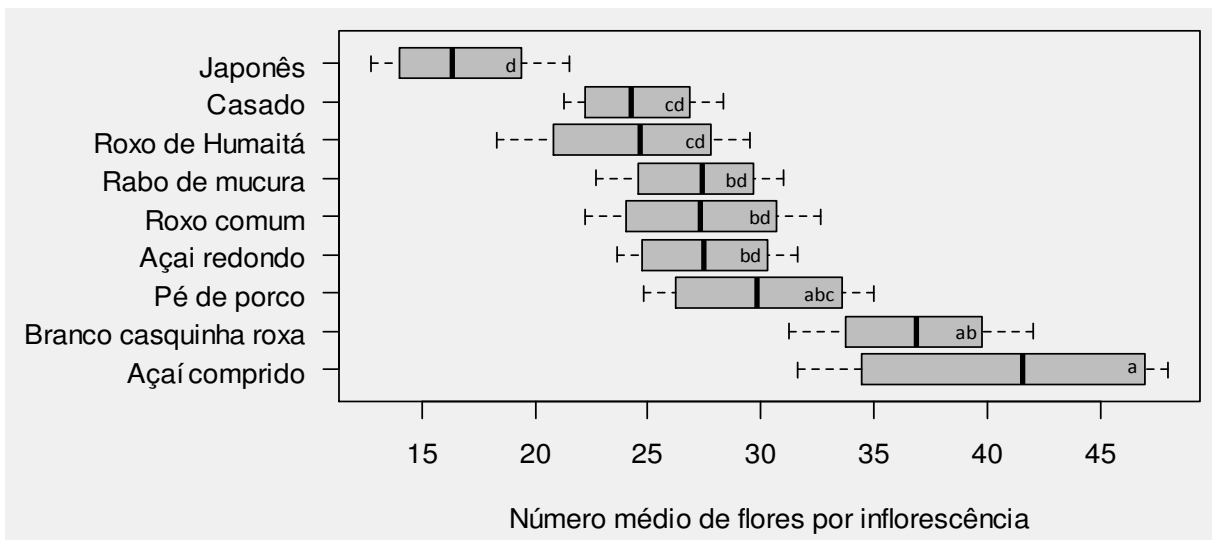


Figura 45: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas dos números médios da inflorescência masculina de 9 variedades *Dioscorea trifida* cultivadas no plantio experimental. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Foram obtidos dados de outros variáveis quantitativos relacionados às flores, frutos e sementes, para os quais não foram avaliadas plantas suficientes de cada variedade para poder comparas as variedades. Por isso a tabela 8 mostra apenas o sumário total dos dados. As médias foram calculadas a partir das médias de cinco medidas por planta.

Tabela 8: Variáveis quantitativas de flores, frutos e sementes de plantas de *Dioscorea trifida* cultivadas em Latossolo Amarelo na Amazônia Central

Variável	Plantas avaliadas	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Mínimo	Máximo
Diâmetro médio da flor masculina (cm)	9	0,59	0,11	18,54	0,40	0,78
Comprimento médio da flor masculina (cm)	9	0,53	0,06	10,88	0,43	0,62
Diâmetro médio da flor feminina (cm)	10	0,55	0,04	6,6	0,49	0,6
Comprimento médio da flor feminina (cm)	10	1,31	0,15	11,57	1,10	1,6
Número médio de frutos por inflorescência	11	12,12	4,08	33,67	6,30	20,5
Largura média do fruto (cm)	21	1,57	0,15	9,29	1,39	1,95
Comprimento médio do fruto (cm)	21	2,98	0,26	8,71	2,30	3,28
Comprimento médio da semente (cm)	16	1,94	0,15	7,88	1,60	2,18
Largura média da semente (cm)	16	0,67	0,07	10,01	0,59	0,86

Os dados da tabela 8 não consideram as medidas dos frutos e sementes da variedade *Preto* que apresentou frutos e sementes menos oblongos do que as demais variedades avaliadas, como por exemplo *Ovo de cavalo* (Figura 46).



Figura 46: Cápsula e sementes da variedade *Ovo de cavalo* (A) e *Preto* (B)



Figura 47: Cápsula de fruto aberta com as seis sementes dispostas

Nos carazais, as cápsulas dos frutos quando maduros e secos abrem “espocando” (Figura 47). Depois uma agitação leve é o suficiente para que as sementes se desprendam da planta. As sementes aladas são capazes de voar facilmente girando ao redor de si mesmas. Foi observado que o movimento giratório pode levar as sementes até uma distância de cerca de 1 m da planta mãe, mesmo sem vento.

5.2.5 Descritores descartados

Uma serie de descritores testados foram descartados quando não foi possível diferenciar as variedades, ou quando houve muita variação dentro das plantas da mesma variedade ou até na mesma planta, o que pode ser resultado da alta variabilidade genética ou dos efeitos do ambiente, dessa forma não sendo possível detectar diferenças claras entre as variedades que podem ser relacionados com as características genotípicas. Portanto, tais descritores não foram considerados úteis para discriminar as variedades (Tabela 9).

Tabela 9: Descritores morfológicos descartados para as 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Hastes	Folhas	Flores e frutos	Tubérculos
<ul style="list-style-type: none"> • Numero de hastes principais • Numero de asas • Numero de entrenós até a primeira ramificação • Numero de ramificações na haste • Pilosidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Posição das folhas • Cor da borda • Cor da nervura • Cor da ponta da folha • Pilosidade • Ondulação • Curvatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Posição do fruto • Pilosidade do fruto 	<ul style="list-style-type: none"> • Maturidade dos tubérculos depois brotamento • Capacidade do tubérculo cortado de provocar coceira na pele

Os seguintes descritores foram descartados:

A maioria das plantas apresentou entre 2 a 8 hastes por planta, porém não foi possível detectar diferença significativa no número de hastes principais por planta entre as variedades. No plantio experimental tentou se padronizar o posicionamento dos tubérculos na cova, que poderia interferir na formação de brotos, plantando todos os tubérculos na posição deitada (horizontal) e na mesma profundidade.

O número de asas da haste pode variar. A tendência foi que o número diminua com o número de entrenós. Ocorreu, por exemplo, que a haste principal apresentou no primeiro entrenó oito asas, no segundo seis e no terceiro quatro. No entanto, também houve hastes que mostraram quatro asas no primeiro entrenó e continua com quatro asas sem mudanças. Algumas hastes mudaram de quatro asas para duas asas, continuaram alguns entrenós com duas asas e mudaram para quatro asas novamente, enquanto outras hastes continuaram até o final com duas asas. Devido à grande variabilidade fenotípica observada, não foi possível detectar diferenças no número de asas das hastes entre as variedades avaliadas.

As primeiras ramificações ocorreram na maioria das plantas depois do primeiro até terceiro entrenós, não houve diferença significativa no número de entrenós até a primeira ramificação entre as variedades.

O número de ramificações na haste madura foi descartado por causa da dificuldade de contar, devido ao número grande de ramificações e o enrolamento das hastes entre elas mesmas.

As partes aéreas apresentam pilosidade, principalmente as folhas jovens e os frutos, porém não foi possível verificar diferenças entre as variedades por causa da variação de intensidade da pilosidade que ocorreu entre as plantas da mesma variedade ou na mesma planta. A pilosidade da folha diminui com a idade da folha, as folhas recém expandidas apresentaram pilosidade densa e as folhas maduras pouca pilosidade.

Na posição das folhas não foi possível detectar diferenças entre as variedades, todas as folhas avaliadas foram alternadas. A cor da borda, da nervura e da ponta da folha também não apresentou diferenças entre as variedades.

A ondulação e curvatura da folha apresentaram muitas variações, mas não foi possível relacionar a uma variedade específica um padrão específico de ondulação ou curvatura das folhas.

Não foi possível detectar diferenças na maturidade dos tubérculos depois do brotamento entre as variedades nas condições do plantio experimental. A partir do oitavo mês as partes aéreas das plantas começaram a secar, de uma maneira mais ou menos igual com todas as plantas, tendo em vista que no ano de 2015 a época da seca começou relativamente cedo e forte. Há afirmações de agricultores que a variedade *Durão* amadurece 1-2 meses mais cedo do tempo de cultivo do cará comum em Caapiranga que gira em torno de nove meses.

Apesar de ter sido observada a reação de urticária na pele humana quando em contato com o suco da polpa, não foi possível perceber diferenças nítidas entre as variedades. Houve a impressão que algumas variedades provocaram menos irritação do que outras, mas quando

testados em outra pessoa houve outra impressão. É necessário se averiguar esse aspecto com mais avaliadores para poder se chegar a um resultado mais consistente. Seria importante selecionar genótipos que provocam menos irritação na pele porque os trabalhadores sofrem quando carregam os sacos da colheita e a polpa entra em contato com a pele.

5.2.6 Análise de agrupamento

A partir dos dados morfológicos transformados em uma matriz binária foi calculado o índice de similaridade de Jaccard entre os pares de variedades, o que possibilitou realizar uma análise de agrupamento e mostrar graficamente por meio de um dendrograma a formação de grupos de similaridade para mostrar as variedade que mais se assemelharam e as que mais se distinguiram morfológicamente (Figura 48).

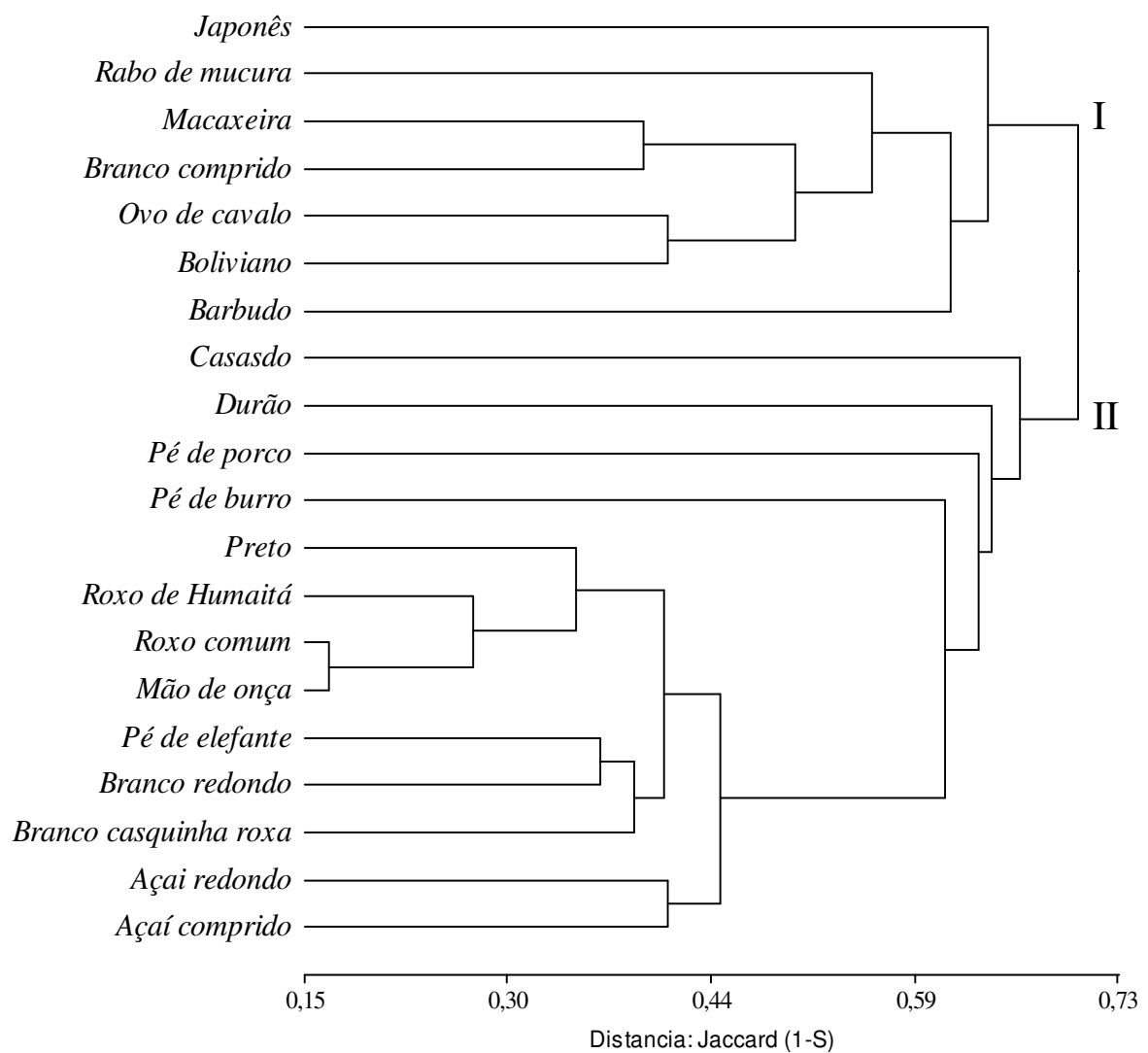


Figura 48: Análise de agrupamento baseado em 48 descritores morfológicos de 20 variedades de *Dioscorea trifida* usando o índice de Jaccard e o método de agrupamento UPGMA

Há a formação de dois grupos grandes (I e II), o primeiro grupo é formado pelas variedades *Japonês* até *Barbudo* descendo o dendrograma, e o segundo grupo, é formado pelas variedades *Casado* até *Açaí comprido*. O primeiro grupo é composto por variedades com cor da polpa branca, exceto *Rabo de mucura*. O segundo grupo é composto com variedades que possuem pigmentação roxa nos tubérculos.

Do dendrograma é possível obter a amplitude de similaridade para as variedades. A amplitude do índice de Jaccard variou entre 0,83 e 0,13, indicando que existe grande diversidade morfológica entre as variedades avaliadas. O par de variedades com maior índice de Jaccard foi *Mão de onça* e *Roxo comum*, indicando que estas duas variedades possuem as maiores semelhanças morfológicas, apresentando a menor distância 0,17 (1-S).

Do grande grupo I, a variedade *Japonês* é a que mais se distinguiu morfológicamente. Essa variedade é oriunda de cultivos comerciais da cidade de Manaus de descendentes japoneses. A segunda variedade com maior distância do primeiro grupo é a variedade *Barbudo*, que é oriunda de uma roça de um agricultor da comunidade Lago de Arara no município de Caapiranga. Segundo o agricultor, esta variedade surgiu na sua roça sem que ele a tivesse plantado. Se esta afirmação do agricultor for correta, a variedade *Barbudo* é possivelmente resultado da reprodução sexuada entre as outras variedades cultivadas. A variedade *Rabo de mucura* se encontra no grupo das variedades com polpa branca, provavelmente porque ela é uma variedade com polpa roxa que apresenta relativamente pouca pigmentação roxa na parte aérea.

Outra variedade que poderia ser resultado de um cruzamento é a variedade *Casado* que conforme os agricultores que a cultivam, é resultado de um cará roxo e um cará branco. Ela se encontra no grande grupo II, com a maior distância. A variedade com a segunda maior distância do grupo II é *Durão* que se destaca com suas características morfológicas peculiares, como as folhas muito grandes, tubérculos grandes com casca grossa e rugas profundas.

A variedade *Roxo de Humaitá*, uma variedade comercial do município de Humaitá, 592 km distante de Manaus, se mostrou morfológicamente próxima de *Roxo comum*, a variedade comercial principal de Caapiranga. As outras variedades que são oriundas de municípios distantes são *Pé de porco* e *Preto* de Boa Vista do Ramos, um Município 269 km distante de Manaus, mas elas não se distanciam particularmente das outras variedades. O que pode indicar que provavelmente houve troca de material genético entre as regiões. Nascimento et al. (2013) observaram somente uma baixa correlação entre distância genética e geográfica o que também indica interferência antropogênica na distribuição da variabilidade genética da espécie.

5.2.7 Chave de identificação para variedades de *Dioscorea trifida*

As diferentes expressões fenotípicas de cada descritor possibilitaram a criação uma chave de identificação para as 20 variedades do cará (*Dioscorea trifida*) avaliadas:

1. Folhas formam predominantemente três lóbulos
 2. Hastes, pecíolos e asas das hastes e pecíolos sem pigmentação roxa; tubérculos com polpa inteiramente branca; densidade alta de raízes; inflorescências femininas numerosas e com florescimento 1 até 2 meses antes das outras variedades.....**Barbudo**
 2. Asas das hastes e dos pecíolos com pigmentação roxa; tubérculos com polpa roxa clara, em direção à parte apical escura (Munsell 5RP C6 V4,5,6,7); inflorescências masculinos podem formar racimos com 2 a 5 flores juntos nas ramificações da inflorescência.....**Rabo de mucura**
3. Folhas formam cinco lóbulos
 4. Polpa dos tubérculos inteiramente branca
 5. Pecíolos sem pigmentação roxa
 6. Casca com muitas raízes; crescimento da haste em forma de ziguezague, entrenós levemente inclinado; dois tipos de folhas distintas: lóbulos fundos e finos e lóbulos pouco fundos e largos; além de inflorescências masculinas em forma de espigas, há flores sem espigas nas axilas das folhas.....**Japonês**
 6. Casca dos tubérculos lisa sem raízes; asas dos pecíolos sem pigmentação roxa; inflorescências femininas.....**Boliviano**
 6. Casca com poucas raízes; asas dos pecíolos com muita pigmentação roxa; inflorescências femininas.....**Branco comprido**
 5. Pecíolos maduros com pigmentação roxa; inflorescências femininas
 7. Base do pecíolo verde, embora que o resto com pigmentação roxa; tubérculos com casca lisa sem raízes e forma oval.....**Ovo de cavalo**
 7. Parte central do pecíolo verde, mas base e junção com lâmina foliar com pigmentação roxa; tubérculos com densidade média de raízes e formato comprido.....**Macaxeira**
 4. Polpa branca com manchas levemente roxas
 8. A maioria dos tubérculos mais larga do que comprida; inflorescências femininas
 9. Entrecasca roxa (soltura do córtex); pecíolos maduros com pigmentação mais roxa na base e junção com lâmina foliar; tubérculos com formas irregulares achatadas.....**Pé de elefante**

9. Sem entrecasca roxa; pecíolos particularmente compridos com pigmentação roxo-marrom; lóbulos das folhas muito entalhados; tubérculos com formas arredondadas.....***Pé de burro***
8. A maioria dos tubérculos igualmente larga do que comprida ou pouco oblonga
10. Entrecasca roxa (soltura do córtex); desenvolvimento dos tubérculos muito distante do centro da cova; casca com muitas raízes; inflorescências masculinas.....***Branco casquinha roxa***
10. Sem entrecasca roxa; tubérculos relativamente próximos do centro da cova; inflorescências femininas.....***Branco redondo***
4. Polpa branca com listras roxas e camada (0,2 - 0,5 cm) de polpa roxa na parte exterior
11. Pecíolos lilás escuro, fortemente pigmentados; tubérculos compridos; inflorescências masculinas abundantes e vigorosas, frequentemente com flores duplas.....***Açaí comprido***
11. Pecíolos verdes com pigmentação roxa menos intensiva, mais concentrada na base e na junção com a lâmina foliar; tubérculos mais largos do que compridos; inflorescências masculinas menos abundantes e vigorosas.....***Açaí redondo***
4. Polpa branca na parte distal (camada de ca. 2-3 cm) e polpa roxa na parte central e apical (Munsell 5RP C4 V3,4,5,6); pecíolos com pigmentação roxa, mas a base dos pecíolos permanece verde; tubérculos com formato achatado com formas irregulares; inflorescências masculinas.....***Pé de porco***
4. Polpa inteiramente roxa
12. Polpa com coloração roxa escura, lilás (Munsell 5RP V5 C4/6)
13. Folhas grandes com lóbulos muito profundas; tubérculos com casca grossa, rugas profundas e poucas raízes, forma oval pouco oblonga; tubérculos muito próximos do centro da cova; não apresentou inflorescências.....***Durão***
13. Lóbulo principal das folhas bem maior do que os demais; a maioria dos tubérculos oval e encurvada com densidade média de raízes; frutos com formato pouco oblongo quase redondo.....***Preto***
12. Polpa com coloração roxa clara, rosa (Munsell 5RP C4/6 V6,7)
14. Tubérculos mais compridos na parte distal e achatados no fundo; hastes, pecíolos e asas muito finas; hastes e pecíolos novos quase sem asas; densidade alta de raízes na parte apical do tubérculo; inflorescências masculinas....***Casado***
14. Tubérculos com forma larga e tendência moderada de ramificar criando forma semelhante a uma palma de mão; inflorescências femininas.....***Mão de onça***

14. Tubérculos com forma oval oblonga

15. Folhas com distancia intermediária entre os lóbulos superiores; sem tendência de ramificar; inflorescências masculinas.....**Roxo comum**

15. Folhas com distancia intermediária e com muita distância entre os lóbulos superiores; tendência ligeira de ramificar; inflorescências masculinas.....**Roxo de Humaitá**

A chave de identificação representa uma ferramenta auxiliar para o reconhecimento das variedades avaliadas neste estudo. A chave construída deve ser aprimorada e complementada na medida em que houver prosseguimento no levantamento e caracterização de variedades na região Amazônia.

5.3 Avaliação agronômica

5.2.1 Produção de tubérculos

A produção de tubérculos por cova variou consideravelmente entre as variedades. A figura 49 mostra os pesos médios de tubérculos por planta das 20 variedades avaliadas.

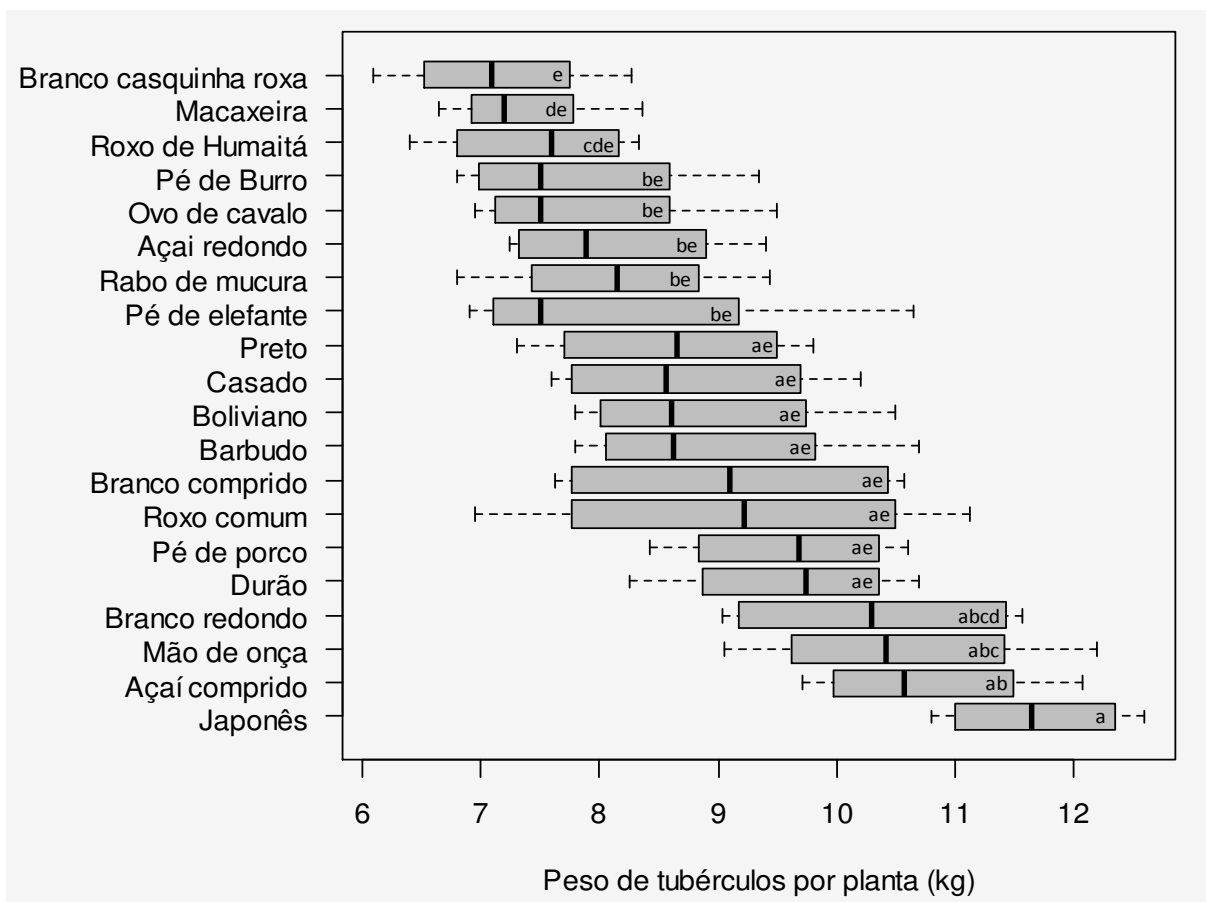


Figura 49: Boxplot dos valores mínimos, máximos, quartis e medianas da produção média de tubérculos de 20 variedades locais *Dioscorea trifida* em Latossolo Amarelo na Amazônia Central. Variedades com uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

A variedade *Japonês* se destacou com a maior produção, se diferenciando das oito variedades com menor produção. A variedade *Açaí comprido* se diferencia das três variedades com a menor produção. A variedade *Mão de onça* se diferencia das duas variedades com menor produção e a variedade *Branco redondo* se diferencia ainda significativamente da produção da variedade com a menor produção de todas, a variedade *Branco casquinha roxa*. As 16 variedades com produção inferior não se diferenciaram entre si.

O conjunto de variedades analisadas demonstrou que ha uma relação entre a produção por cova e o número de tubérculos por cova (Figura 50).

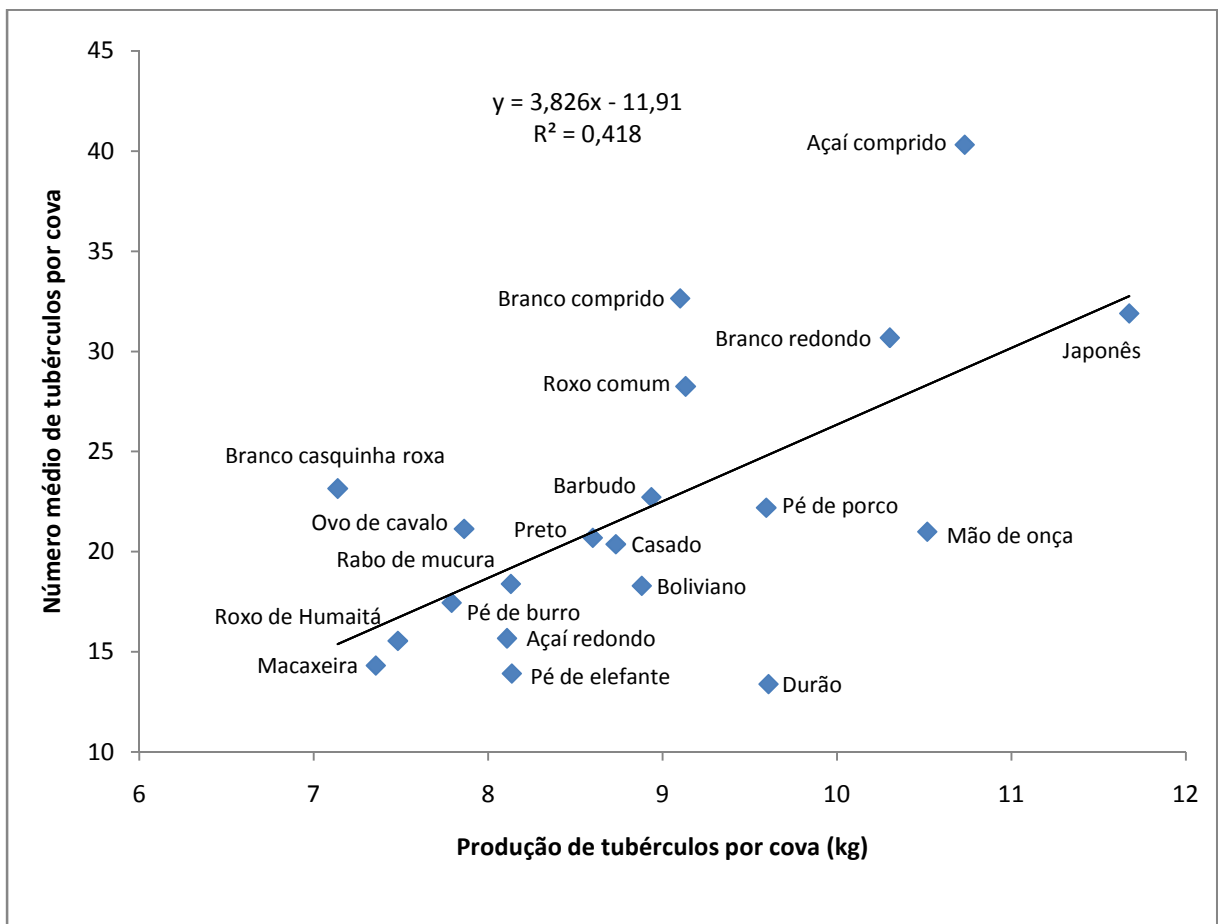


Figura 50: Diagrama de dispersão do número médio de tubérculos por cova e da produção média por cova de 20 variedades de *Dioscorea trifida*, com linha de tendência, equação e R^2

A linha de tendência indica que o número de tubérculos aumenta conforme o aumento da produção. As variedades mais distantes abaixo da linha possuem uma produção relativamente alta em relação ao número de tubérculos por cova, indicando um peso maior por tubérculo. As variedades que se encontram mais distantes acima da linha de tendência, possuem um número alto de tubérculos por cova em relação à produção por cova o que indica que estas variedades desenvolvem tubérculos com um peso menor.

A produção média total das 20 variedades avaliadas no plantio experimental da fazenda da UFAM foi 8,9 kg por cova. Com um espaçamento de 3 x 3 m a produção por hectare seria 9888,9 kg. Este espaçamento muito grande foi escolhido para evitar entrelaçamento para possibilitar a descrição morfológica.

Conforme os dados do estudo da conservação *in-situ* da agrobiodiversidade, um dos produtores afirmou que plantou 3.400 covas no ano de 2014 e colheu 500 sacos de cará em 2015. Tomando como base um peso por saco entre 40-60 kg, segundo o produtor, a produção total foi em torno de 20.000 a 30.000 kg e a produção por cova em torno de 5,9 a 8,8 kg. Os resultados do plantio experimental na fazenda da UFAM mostram uma produção por cova maior, porém inferior por hectare, devido ao espaçamento muito grande de 3x3.

Na Colômbia, Mercado et al. (2015) obtiveram uma produção média de 30.600 kg / ha para *D. trifida* e 27.000 kg / ha para *D. esculenta* com um espaçamento de 1x1 metros. Os resultados do plantio experimental na fazenda da UFAM mostram uma produção por cova maior, porém inferior por hectare devido ao espaçamento.

Ensaio de espaçamento em Trinidad (Henry 1967) mostraram que a produção diminuiu com um espaçamento muito adensado, recomendando um espaçamento entre 0,5x0,5 e 0,8x0,8 metros (40.000 a 15.000 plantas por hectare) para alcançar produção máxima.

Henry (1967) não encontrou uma correlação entre produção e sexo, mas sugeriu mais estudos para averiguar tal correlação. Nesta pesquisa pôde-se constar que as três variedades com maior produção eram do sexo masculino. Uma produção inferior de plantas femininas pode ser resultado do maior investimento de produtos fotossintéticos no crescimento dos frutos e sementes.

Em relação às limitações da pesquisa deve ser levada em consideração que os resultados somente permitem a comparação do desempenho produtivo das variedades em condições do plantio experimental, com solo gradeado, correção de acidez, adubação orgânica e tutoramento. As variedades que se apresentaram mais produtivas, não necessariamente podem se comportar semelhante em solos com alta acidez, baixa saturação de bases e pouca matéria orgânica, nestas condições, outras variedades podem apresentar um desempenho melhor, em comparação com as que se desenvolveram melhor em condições do plantio experimental, devido a uma melhor eficiência de uso de nutrientes, tolerância a toxidez de alumínio, entre outros fatores.

Neste contexto, vale ressaltar que um produtor do estudo da conservação *in-situ*, afirmou que há variedades de cará com polpa branca que produzem tubérculos maiores em

áreas de cultivo com solo menos fértil oriundas de capoeira baixa cortada e queimada, porém em áreas de cultivo com solo mais fértil, resultantes da corte e queima de floresta alta, o tamanho dos tubérculos se iguala ao das outras variedades.

Para selecionar genótipos com bom desempenho produtivo em solos desfavoráveis, plantios experimentais em condições desfavoráveis precisam ser feitos. A seleção destes genótipos seria importante para a agricultura em lugares onde não tem acesso a insumos, e onde não pode ser praticado o preparo da área tradicional pelo corte e queima.

Deve ser levado em consideração que a época da seca no ano 2015 foi considerada severa e iniciou relativamente cedo. Conforme os dados do Instituto Nacional de Metrologia a precipitação em Manaus no ano 2015 foi na maioria dos meses abaixo da precipitação normal. A falta de chuva nos meses fevereiro e principalmente abril, pode ter influenciado o desenvolvimento das plantas, levando a um amadurecimento relativamente cedo dos tubérculos e conseqüentemente a uma perda da produção.

5.2.2 Facilidade de colheita

A facilidade de colheita foi avaliada pelo esforço e tempo estimado para colher todos os tubérculos da cova, o que dependeu principalmente da distância dos tubérculos do centro da cova, do agrupamento dos tubérculos na cova, da forma dos tubérculos e da densidade de raízes.

A distância do lugar da formação dos tubérculos do centro da cova variou consideravelmente entre as variedades, e foi classificado, estimando a distância da maioria dos tubérculos do centro da cova, de muito próximo (0 - 0,3 m) até muito distante (>1 m).

Como agrupamento dos tubérculos pode ser considerado um conjunto de tubérculos menores e maiores. Os tubérculos maiores são mais velhos e geralmente encontrados no centro do agrupamento, eles se estendem frequentemente abaixo dos tubérculos menores e mais novos. Anéis de tubérculos progressivamente menores se radiam fora do centro da cova acima dos tubérculos mais velhos, e os tubérculos menores se encontram no topo do agrupamento. Porém, este padrão do agrupamento sofreu variações entre as variedades influenciando a facilidade colheita. Algumas variedades desenvolveram poucos tubérculos grandes e outras, muitos tubérculos de tamanho menor. Outras desenvolvem os tubérculos concentradamente agrupado numa área e outras se estendem em uma área maior em um agrupamento mais espalhado, o que influencia a facilidade de colheita.

A forma dos tubérculos influenciou a facilidade de colheita. Tubérculos com um formato mais arredondado ou oval foram mais fáceis de colher do que tubérculos compridos

ou tubérculos com muitas ramificações, que são mais difíceis de serem retirados do solo e têm a tendência de quebrar mais facilmente.

A densidade de raízes também pode influenciar a facilidade de colheita. Tubérculos com uma casca lisa são mais fáceis de tirar da cova, do que tubérculos com uma densidade alta de raízes, fortemente aderidos com o solo.

Conforme estes critérios, o grau de facilidade de colheita foi determinado para as 20 variedades avaliadas no plantio experimental (tabela 10).

Tabela 10: Facilidade colheita de 20 variedades de *Dioscorea trifida* em Latossolo Amarelo

Variedade	Distância do centro da cova	Agrupamento	Forma e tamanho	Densidade de raízes	Facilidade de colheita
Durão	Muito próximo <0,3	Muito concentrado	Oval e grande	Escassa	Muito fácil
Açaí redondo	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Arredondado e grande	Escassa	Fácil
Rabo de mucura	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e médio	Médio	Médio
Roxo de Humaitá	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e médio	Médio	Médio
Casado	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e médio	Densa	Médio
Japonês	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e médio	Densa	Médio
Açaí comprido	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Comprido e pequeno	Médio	Médio
Branco redondo	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Arredondado e pequeno	Médio	Médio
Roxo comum	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e pequeno	Médio	Médio
Branco comprido	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Comprido e pequeno	Médio	Médio
Mão de onça	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Ramificado e grande	Médio	Médio
Preto	Próximo 0,3-0,5m	Concentrado	Oval e médio	Médio	Médio
Barbudo	Próximo 0,3-0,5m	Espalhado	Comprido e médio	Densa	Difícil
Boliviano	Distante 0,5-1m	Espalhado	Arredondado e grande	Sem	Difícil
Ovo de cavalo	Distante 0,5-1m	Espalhado	Arredondado e pequeno	Sem	Difícil
Pé de burro	Próximo 0,3-0,5m	Espalhado	Ramificado e médio	Médio	Difícil
Pé de porco	Próximo 0,3-0,5m	Espalhado	Ramificado e grande	Médio	Difícil
Macaxeira	Próximo 0,3-0,5m	Espalhado	Comprido e médio	Médio	Difícil
Pé de elefante	Distante 0,5-1m	Espalhado	Ramificado e grande	Médio	Difícil
Branco casquinha roxa	Muito distante >1m	Muito espalhado	Arredondado e pequeno	Densa	Muito difícil

Os resultados mostram que há diferenças consideráveis entre as variedades avaliadas em relação à facilidade de colheita. Fato que deve ser levado em consideração na seleção de genótipos para a produção em maior escala, pois o esforço de trabalho e o tempo são fatores importantes para a viabilidade econômico do cultivo de cará. A variedade *Durão* desenvolveu tubérculos com a maior facilidade de colher, e os tubérculos da variedade *Branco casquinha roxa* foram os mais difíceis de colher.

5.2.3 Preferência do consumidor

Preferência em relação ao sabor

Um dos critérios para a seleção de genótipos com características agrônomicas favoráveis é a preferência em relação ao sabor. A figura 51 apresenta os resultados da análise sensorial afetiva com o teste de ordenação.

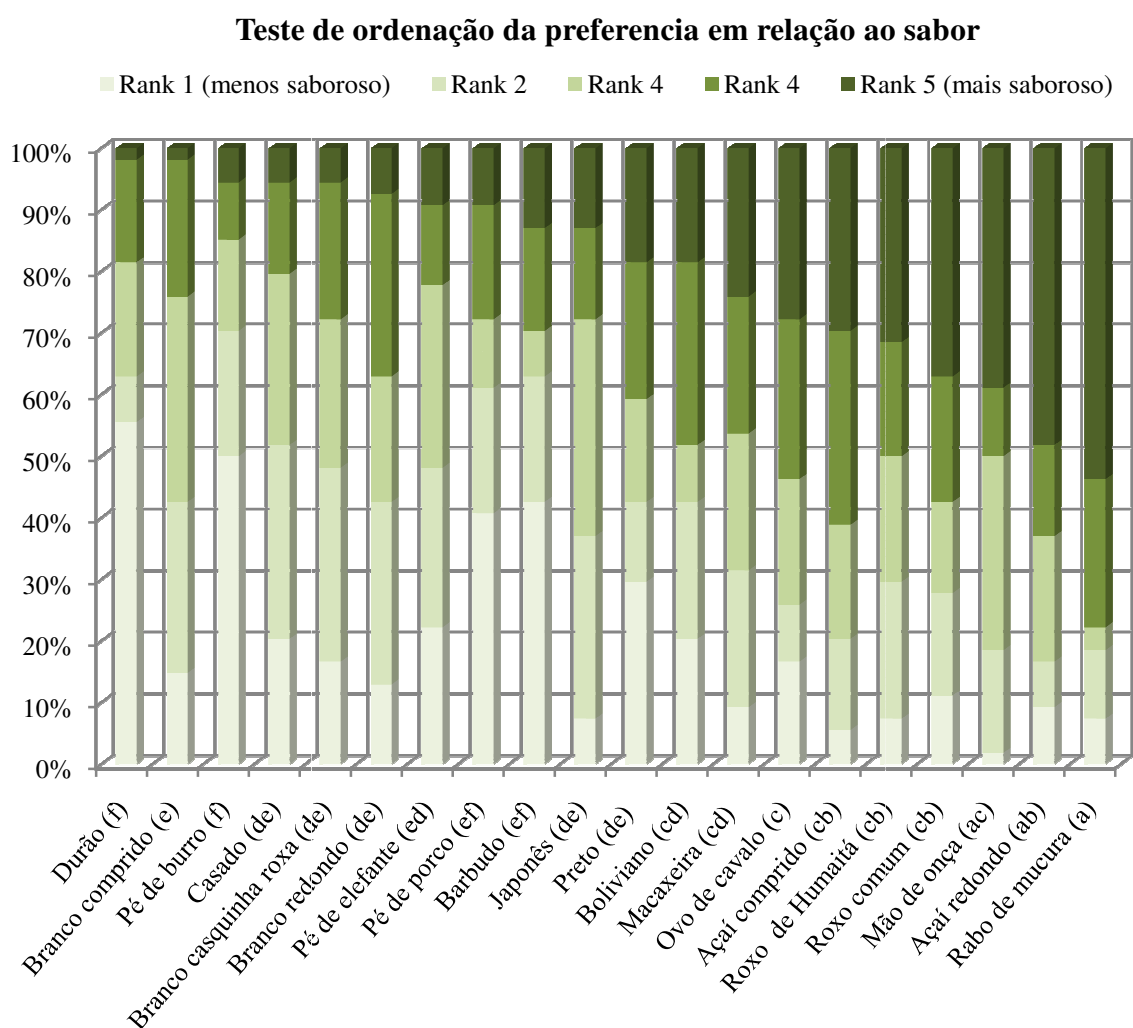


Figura 51: Porcentagem dos rankings de preferência da análise sensorial de 20 variedades de *Dioscorea trifida*. Variedades com uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunn a 5%

As variedades na figura 51 estão na ordem crescente da percentagem menor até a percentagem maior para o rank 5 (mais saboroso). A variedade *Durão* recebeu a menor, e a variedade *Rabo de mucura* a maior percentagem, sendo esta a variedade mais preferida pelos avaliadores. Entre as variedades mais preferidas se encontram as com polpa inteiramente roxa, como por exemplo, *Rabo de mucura*, *Mão de onça* e *Roxo comum*. Interessante é que a variedade *Durão*, uma das variedades com a coloração roxa da polpa mais intensiva, foi avaliada como a menos saborosa.

Figura 52 mostra os resultados da avaliação da intenção de compra dos 120 avaliadores em relação à variedade que o avaliador mais preferiu no teste de ordenação.

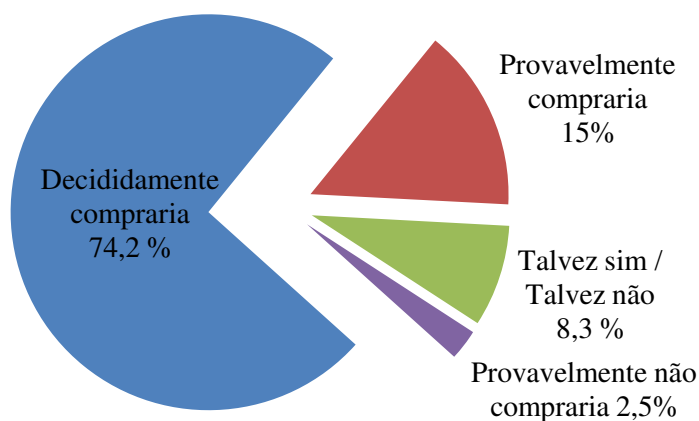


Figura 52: Porcentagens das alternativas declaradas na avaliação da intenção de compra em relação à variedade que o avaliador mais preferiu no teste de ordenação

Justificando a decisão, muitos avaliadores escreveram na ficha de avaliação que preferem consumir o cará pela manhã acompanhado com café. Outros escreveram que costumam consumir o cará principalmente no caldo de peixe, mas também em outras refeições. Os avaliadores que provavelmente não comprariam, escreveram que não gostam do sabor. Muitos dos avaliadores que comprariam justificaram a decisão escrevendo sobre o sabor e a consistência, preferindo uma consistência “[...] mais solta que faz o cará derreter na boca com um sabor levemente doce”. Outros preferiram uma consistência “[...] mais visguenta, [...] menos farinhenta, [...] que não deixa a boca seca”.

Foram anotados vários registros de que os provadores não conheciam determinadas variedades antes do teste, e que somente conheciam a variedade *Roxo comum*. Esta informação poderia ser importante para os produtores, por que os atravessadores informam para eles que em Manaus somente há uma demanda para esta variedade. Esta informação errônea é baseada em desconhecimento por parte dos consumidores e dos atravessadores, porém leva ao abandono do cultivo das outras variedades e a perda da agrobiodiversidade.

Os resultados indicam que o cará é aceito pela maioria dos consumidores e que há preferências diferentes entre os consumidores e que consumidores distinguem claramente as diferenças de sabores e texturas entre as variedades avaliadas.

Preferência em relação às características visuais

Os índices de preferência da avaliação visual, calculados a partir das escolhas dos 100 compradores na Feira da Produção Familiar da UFAM são apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Índices de preferência da avaliação visual de 20 variedades de *Dioscorea trifida*

Variedade	Índice de preferência
Durão	68
Preto	62
Roxo de Humaitá	28
Casado	27
Açaí comprido	19
Pé de porco	15
Branco comprido	13
Roxo comum	13
Açaí redondo	10
Mão de onça	9
Branco casquinha roxa	9
Japonês	5
Ovo de cavalo	5
Rabo de mucura	5
Macaxeira	4
Branco redondo	3
Barbudo	3
Boliviano	1
Pé de elefante	1
Pé de burro	0

A variedade *Durão* recebeu um índice maior sendo a mais preferida visualmente pelos compradores da feira, uma variedade que possui uma pigmentação antociânica intensiva da polpa resultando numa coloração roxa escura e tubérculos uniformes e grandes com uma forma oval. A variedade *Preta* foi a segunda mais preferida e possui também uma coloração roxa escura da polpa, e tubérculos com a forma oval. As duas variedades em seguida da ordem de preferência receberam um índice bem menor, e apresentam coloração roxa da polpa, porém menos intensiva, ou seja, mais clara. A variedade *Açaí comprida*, encontrada no quinto lugar, possui coloração branca no interior da polpa e uma camada fina roxa na parte exterior da polpa, ainda teve certa preferência pelos compradores, seguida por *Pé de porco*, outra variedade “bicolor” que apresenta coloração roxa da polpa, mas com uma camada de polpa

branca na parte distal do tubérculo. Quase todas as variedades com preferência menor foram as com a polpa inteiramente branca.

Em relação às formas de tubérculos, houve compradores que comentaram que não gostam tubérculos com formas ramificadas, porque exige muito trabalho e perda de polpa quando a casca é retirada. Outros afirmaram que preferem tubérculos de tamanho médio por que um tubérculo fornece polpa suficiente para uma porção e não exige ser cortado, para ser cozido, mantendo melhor o seu sabor durante o preparo.

5.4 Reprodução sexuada

5.4.1 Biologia floral

Antes de realizar polinizações controladas é necessário conhecer a biologia floral das variedades, ou seja, a ocorrência dos eventos biológicos reprodutivos em relação ao florescimento e suas relações com ambiente biótico. Na tabela 12 são apresentadas as fases e as atividades na coleção de germoplasma.

Tabela 12: Fenofases e atividades realizadas na coleção de germoplasma de *Dioscorea trifida* em 2013/2014 na fazenda experimental da UFAM

Mês (2013/2014)	Fenofase	Atividade
Novembro	Plantio tubérculos, brotação	Preparo covas, adubação inicial, plantio
Dezembro	Brotação	Tutoramento
Janeiro	Crescimento hastes e folhas	Tratos culturais
Fevereiro	Crescimento hastes e folhas	Tratos culturais
Março	Crescimento hastes e folhas	Tratos culturais
Abril	Início floração	Isolamento flores
Maio	Floração	Isolamento flores, polinizações controladas
Junho	Floração, início frutificação	Isolamento flores, polinizações controladas
Julho	Encerramento floração, amadurecimento frutos	Polinizações controladas, tratos culturais
Agosto	Início secagem folhas, amadurecimento frutos	Coleta sementes, semeadura sementes
Setembro	Amadurecimento frutos, secagem completa partes aéreas, amadurecimento tubérculos	Coleta sementes, semeadura sementes, colheita tubérculos
Outubro	Germinação sementes, crescimento plântulas	Colheita tubérculos, semeadura sementes
Novembro	Germinação sementes, crescimento plântulas	Transplante casa de vegetação
Dezembro	Crescimento plântulas	Transplante campo

As fenofases foram determinadas principalmente pela pluviosidade. A brotação iniciou com a época chuvosa em dezembro de 2013 e a secagem das folhas com o início da época menos chuvosa em agosto 2014, que também é acompanhada pelo amadurecimento dos frutos e tubérculos. Os períodos na tabela 12 são aproximações para o conjunto das plantas, pois foram feitas observações somente em cada duas semanas, e nem todas as plantas se encontravam ao mesmo tempo na mesma fenofase. A maioria das variedades brotou dentro de um período entre 30 a 48 dias. Exceto *Ovo de cavalo* que demorou 3 a 4 semanas a mais para iniciar a brotação. A maioria das variedades iniciou o desenvolvimento das inflorescências em abril, seis meses após o plantio. A variedade *Barbudo* começou a florescer no início de março, um mês antes das outras variedades. A variedade *Durão* não desenvolveu inflorescências.

4.4.2 Polinização

A polinização de *Dioscorea trifida* é xenogâmica, ocorrendo entre flores de plantas diferentes. As flores apresentaram um cheiro agradável. Foram observadas regularmente micro-abelhas pousando e voando de flor para flor. A figura 53 mostra um possível polinizador das flores do cará, que foi fotografado, visitando várias flores.



Figura 53: Visitante floral de *Dioscorea trifida*: micro-abelha do gênero *Melipona*, possivelmente *M. varia*

Foram frequentemente observadas formigas nas inflorescências se movimentando entre e em cima das flores (Figura 54). Possíveis insetos polinizadores foram observados por Henry (1996) que registrou insetos visitando nas flores de *D. trifida* das famílias Formicidae (formigas), Vespidae (vespas sociais), Chalcididae (vespas parasitóides), Curculionidae (gorgulhos), Lampridae (vaga-lumes) Chrysomelidae (besouros de folha), Muscidae (moscas) e Tachinidae (Moscas parasitoides).



Figura 54: Insetos da família *Formicidae* nas flores de *Dioscorea trifida*

A taxa de fecundação média das plantas avaliadas com polinização aberta variou entre 25 e 90,8 % com uma média total de 61,7 %. O número médio de sementes por fruto variou entre 2,9 e 5,7 com uma média geral de 4,8, mostrando alta capacidade de produção de sementes.

A polinização controlada foi realizada facilmente. As flores masculinas isoladas abriram pela manhã e começaram a dispor o pólen cerca de meia hora depois. A antese floral ocorreu irregularmente no racemo ao longo de um período de 2 a 7 dias. As flores femininas isoladas permaneceram abertas e presumivelmente receptíveis à polinização por vários dias. Os frutos amadureceram no início da estação de seca, 3 a 4 meses após a polinização.

4.4.3 Viabilidade de sementes

Os resultados da avaliação da porcentagem de germinação em função do tempo de armazenamento são apresentados na tabela 13. As sementes recém coletadas apresentaram uma germinação média de 45%, considerada uma porcentagem de germinação significativamente inferior. A partir de 15 dias de armazenamento a média da porcentagem de germinação aumenta para 87,5%, comprovando que as sementes de *Dioscorea trifida* possuem alto vigor germinativo, depois de um tempo de armazenamento relativamente curto. Não houve diferença significativa entre os diferentes tempos de armazenamento, indicando que não há necessidade de armazenar as sementes mais do que 14 dias para obter uma alta porcentagem de germinação.

Tabela 13: Porcentagem de germinação de sementes de *Dioscorea trifida* em função do tempo de armazenamento

Tratamento	Média (%)	Erro padrão	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo (%)	Máximo (%)
Recém coletado	45 ^a	11,9	23,8	52,9	30	80
15 dias	87,5 ^b	2,5	5,0	5,7	80	90
40 dias	90 ^b	5,8	11,5	12,8	80	100
72 dias	92,5 ^b	7,5	15,0	16,2	70	100
96 dias	87,5 ^b	4,8	9,6	10,9	80	100
120 dias	90 ^b	4,1	8,2	9,1	80	100
144 dias	90 ^b	4,1	8,2	9,1	80	100
184 dias	92,5 ^b	4,8	9,6	10,4	80	100
224 dias	87,5 ^b	4,8	9,6	10,9	80	100

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os resultados da avaliação do tempo médio de germinação de sementes em função do tempo de armazenamento são resumidos na tabela 14. Há diferenças significativas entre o tempo médio de germinação entre os tratamentos. As sementes recém colhidas e as

armazenadas por 15 dias foram as que demoraram significativamente mais tempo para a germinação, com um tempo médio de 60 e 54 dias, respectivamente. As sementes com maior tempo de armazenamento foram as que germinaram mais rapidamente, com o tempo médio de germinação de 22 dias para as sementes que foram armazenadas por 224 dias. Os dados sugerem que há uma correlação entre o tempo de armazenamento e o tempo médio de germinação, indicando que ocorreu um amadurecimento das sementes pós-colheita, que contribuiu significativamente para uma germinação mais rápida.

Tabela 14: Tempo médio (dias) de germinação de sementes de *Dioscorea trifida* em função do tempo de armazenamento

Tratamento	Média (dias)	Erro padrão	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo (dias)	Máximo (dias)
Recém coletado	58,9a	4,90	9,79	16,63	49	71,3
15 dias	53,78a	2,38	4,76	8,85	46,8	57,5
40 dias	38,7b	3,94	7,89	20,38	34,1	50,5
72 dias	28,98bc	1,38	2,76	9,53	24,9	30,9
96 dias	28,55bc	1,03	2,06	7,20	25,7	30,6
120 dias	33bc	2,97	5,94	18,00	28,4	41,1
144 dias	27,7bc	1,34	2,68	9,68	24,9	31,1
184 dias	25,83c	0,81	1,62	6,28	24,1	28,0
224 dias	21,13c	0,55	1,11	5,25	20,3	22,7

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Figura 55 mostra a porcentagem e tempo médio de germinação em função do tempo de armazenamento de sementes.

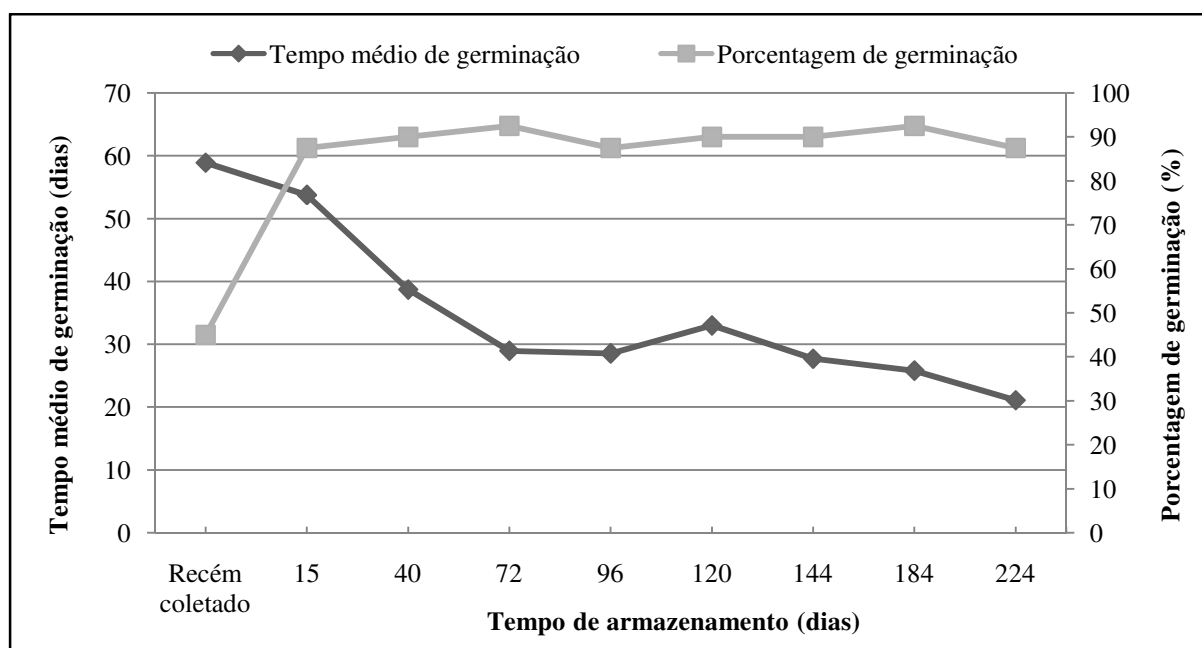


Figura 55: Porcentagem e tempo médio de germinação em função do tempo de armazenamento de sementes de *Dioscorea trifida*

O índice de velocidade de germinação aumentou significativamente até os 72 dias de armazenamento, permanecendo sem diferenças significativas até os 144 dias aumentando de novo a partir de 184 dias (tabela 15).

Tabela 15: Índice de velocidade de germinação de sementes de *Dioscorea trifida* em função do tempo de armazenamento

Tratamento	Média	Erro padrão	Desvio padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo	Máximo
Recém coletadas	0,08a	0,02	0,04	52,99	0,05	0,14
15 dias	0,17ab	0,01	0,02	12,54	0,14	0,2
40 dias	0,25bc	0,03	0,06	24,23	0,17	0,31
72 dias	0,33bcd	0,01	0,03	8,03	0,29	0,35
96 dias	0,32c	0,02	0,04	13,69	0,28	0,36
120 dias	0,29cd	0,03	0,06	20,85	0,23	0,36
144 dias	0,34d	0,01	0,03	8,74	0,32	0,38
184 dias	0,37e	0,02	0,04	9,86	0,33	0,41
224 dias	0,43e	0,02	0,03	7,84	0,4	0,46

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os resultados comprovam a dormência e a quebra da dormência por meio do armazenamento (maturidade pós-dispersão). Porém, essa dormência foi quebrada mais rápido do que para outras espécies de *Dioscorea*, como por exemplo, *D. rotundata*, que tem um período de 3-4 meses de dormência depois da colheita e uma germinação relativamente baixa, devido a embriões ou endospermas mal desenvolvidos (Sadik, 1976). Um tempo de dormência maior ainda foi verificada para *D. compósita* que mostrou uma quebra da dormência somente após um armazenamento por nove meses (Viana e Felipe, 1990).

Em suma, os dados da floração, produção e germinação de sementes indicam que *D. trifida*, possui capacidade de produzir uma grande quantidade de sementes viáveis, proporcionando oportunidades para mudanças evolutivas por meio do processo sexual e também para o melhoramento pelos métodos de cruzamento.

4.4.4 Plantas oriundas de cruzamentos

De um total de 159 sementes oriundas de oito cruzamentos germinaram 124 sementes, mostrando uma taxa de germinação de 78%. As plântulas foram repicadas em tubetes de plástico preenchidos com substrato orgânico para formação das mudas, em casa de vegetação, no final de janeiro 2015. Das 124 plântulas sobreviveram 108 plantas que foram transplantadas para o campo em covas no final de março, do mesmo ano, na fazenda experimental da UFAM.

As plantas jovens foram irrigadas diariamente durante os dias úteis, na época de seca de 2015, que se deu particularmente severa. No entanto, as plantas sofreram estresse hídrico forte devido à falta de irrigação nos dias dos finais de semana. Das 108 plantas transplantadas sobreviveram 55 plantas que desenvolveram as partes aéreas ao longo do ano 2015. As condições adversas, embora não planejadas, levaram a certa seleção de genótipos mais resistentes ao estresse hídrico. A tabela 16 mostra quais as variedades que foram cruzadas e as plantas que sobreviveram.

Tabela 16: Genitores parentais, número de plantas e expressão sexual das plantas oriundas dos cruzamentos

Cruzamento	Genótipos parentais		Número de plantas F1	Flores femininas	Flores masculinas	Sem flores
	Mãe	Pai				
1	Branco redondo	Açaí comprido	20	7	7	6
2	Branco comprido I	Açaí comprido	12	4	3	5
3	Ovo de cavalo	Açaí comprido	8	3	2	3
4	Branco redondo	Roxo comum	7	3	2	2
5	Branco casquinha roxa	Açaí comprido	1	1	0	0
6	Pé de elefante	Açaí comprido	6	3	0	3
7	Branco casquinha roxa	Branco comprido II	1	1	0	0
Total			55	22	14	19

As plantas dos cruzamentos são grupos de meios-irmãos, porque têm o mesmo genitor materno ou paterno. Os cruzamentos 1, 2, 3, 5, 6 têm um clone masculino da variedade *Açaí comprido* como genitor comum, os cruzamentos 1 e 4 um clone da variedade *Branco redondo* como genitor mãe, e os cruzamentos 5 e 7 como genitor mãe um clone da variedade *Branco casquinha roxa*. Os genitores pais são clones das variedades avaliadas no plantio

experimental, exceto *Branco comprido* I e II e *Branco casquinha roxa*, que são plantas da coleção de germoplasma que não foram avaliadas no plantio experimental.

A expressão sexual das 20 plantas do cruzamento 1 teve uma relação de plantas femininas e masculinas de 1:1 e uma porcentagem de floração de 70%. Isto corresponde aos resultados de Henry (1967) que observou em populações com uma porcentagem maior de plantas com flores do que 60% uma relação de 1:1 entre plantas femininas e masculinas. Henry (1967) observou algumas plantas hermafroditas, o que não foi possível observar em nenhuma das plantas de *D. trifida* avaliadas no presente estudo.

Houve plantas femininas que apresentaram inflorescências abundantes com flores e frutos bem desenvolvidos e com alta quantidade de sementes (bem formadas e numerosas), enquanto que outras plantas tiveram uma morfologia floral diferente apresentando flores femininas menores e crescidas juntas em vez de separadas e frutos menores com uma terceira asa pouco desenvolvida (Figura 56). Muitas vezes estas flores não produziram sementes, mostrando baixa fecundação.

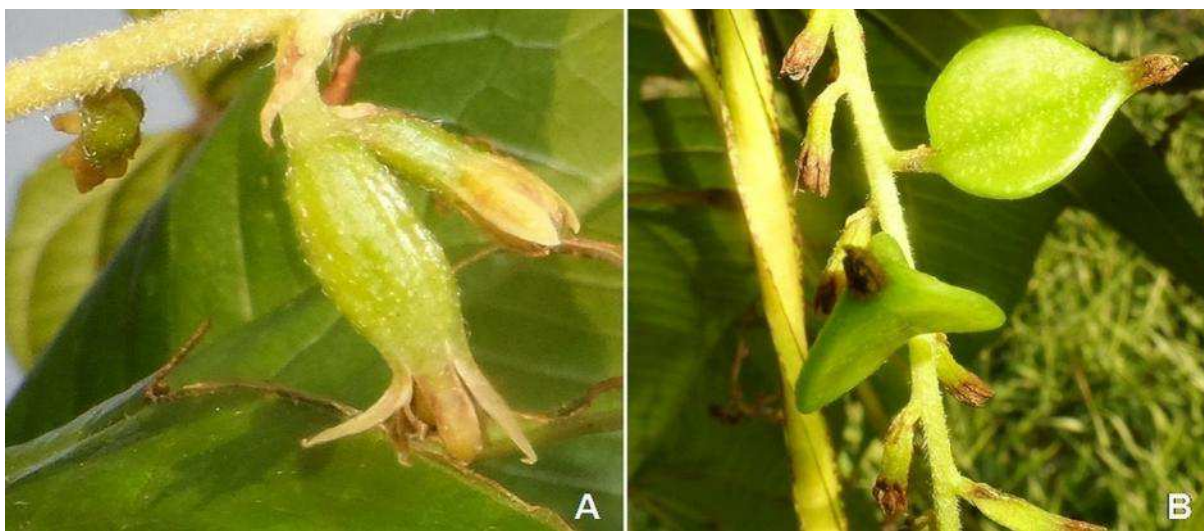


Figura 56: Flores femininas (A) e frutos (A) de uma planta F1 com morfologia diferente

Muitas plantas do cruzamento 1 mostraram pecíolos com pigmentação roxa intensiva, típica para a pigmentação do genitor pai *Açaí comprido*, e outras plantas tinham a pigmentação roxa menos intensa, parecendo mais semelhante do genitor mãe *Branco redondo*.

As formas das folhas apresentaram alta variabilidade. Foram observadas plantas com lóbulos particularmente profundos e com três e cinco lóbulos na mesma planta, ou folhas com lóbulos rasos, ou com somente dois lóbulos. Outras plantas apresentaram folhas com uma dobradura dos lóbulos diferente e folhas com formas variadas (Figura 57).

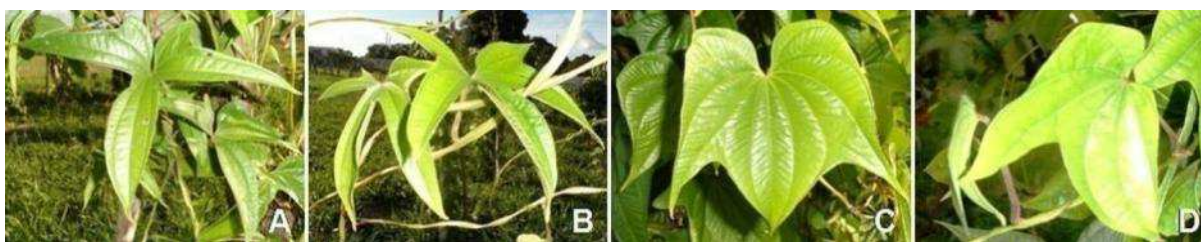


Figura 57: Folhas com três lóbulos fundos (A), com cinco lóbulos fundos (B), com lóbulos rasos (C) ou com somente dois lóbulos (D)

Diferentemente da morfologia das plantas parentais cujos pecíolos possuíam duas asas, algumas plantas do cruzamento 1 apresentaram pecíolos com quatro ou três asas (Figura 58 A e B). Além da variabilidade do número de asas, foi observado também um padrão de pigmentação do pecíolo diferente, somente roxa nas asas, enquanto o resto do pecíolo permaneceu verde (Figura 58 B).



Figura 58: Pecíolos de plantas do cruzamento 1

Das 20 plantas do cruzamento 1, 19 plantas produziram tubérculos, e uma somente desenvolveu muitas raízes, sem a presença de tubérculos. As formas dos tubérculos variaram mais do que a pigmentação da polpa. As diferenças morfológicas dos tubérculos das plantas do cruzamento 1 são apresentadas em seguida. O fenótipo de uma das plantas consistiu de tubérculos com formatos ovais, e pigmentação da polpa diferente das plantas parentais, com muitas listras roxas no interior da polpa (Figura 59).



Figura 59: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 1 (A) e um tubérculo cortado (B), mostrando formas irregulares e pigmentação da polpa diferente das plantas paternas

Outro fenótipo observado foram tubérculos que se desenvolveram em formas irregulares, que não são características favoráveis porque os consumidores preferem formas

uniformes e arredondadas. A figura 60 mostra os tubérculos de uma planta deste fenótipo. A coloração da polpa desta planta pode ter certa preferência no mercado consumidor, levando em consideração que as duas variedades *Açaí* com pigmentação bicolor obtiveram um índice de preferência médio na avaliação visual.

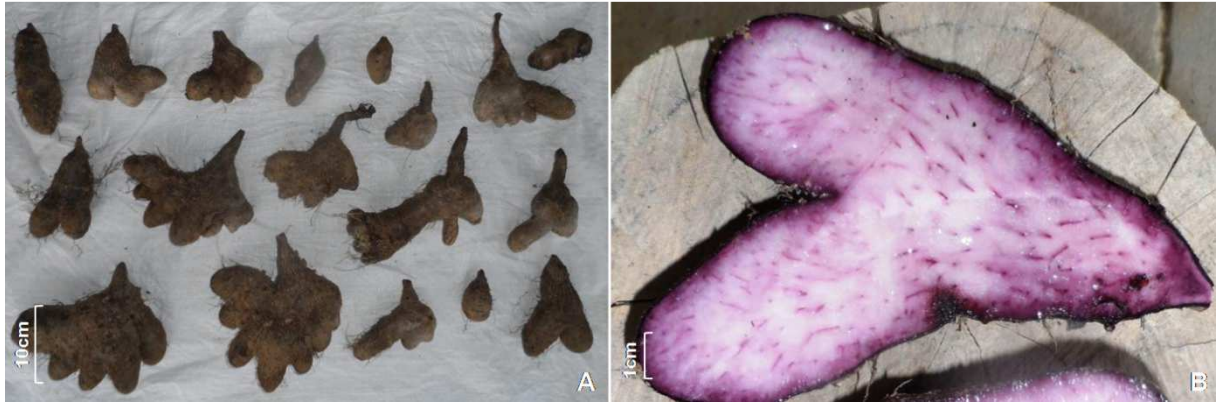


Figura 60: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 1 (A) e um tubérculo cortado (B), mostrando formas ovais e polpa branca com manchas roxas somente na parte exterior da polpa

Outras plantas apresentaram tubérculos com formas ovais ou mais ou menos arredondadas e polpa branca com algumas manchas roxas somente nas extremidades por todo o perímetro. A figura 61 mostra uma planta como um exemplo deste fenótipo.



Figura 61: Tubérculos de uma cova (A) e um tubérculo cortado (B) de uma planta do cruzamento 1, mostrando formas irregulares e pigmentação da polpa diferente das plantas paternas

As plantas do cruzamento 2 apresentaram algumas particularidades na parte aérea, como por exemplo, pecíolos com um novo padrão de pigmentação, apresentando coloração roxa lilás na base, enquanto o resto do pecíolo permaneceu verde, o que não foi visto em nenhuma das variedades avaliadas neste estudo e exclusivamente foi observado em plantas do cruzamento 2 (Figura 62 A).

Além disso, foi observada uma planta que desenvolveu alguns dos frutos com somente duas asas (Figura 62 B), e uma outra planta que apresentou folhas cuja maioria teve o quinto lobo do lado esquerdo dividido.(Figura 62 C).



Figura 62: Pecíolos com pigmentação lilás na base (A), fruto com duas asas (B), folha com formato novo (C)

Os tubérculos das plantas do cruzamento 2 tiveram formas diversificadas, porém cinco plantas desenvolveram formatos compridos, semelhante dos genitores paternos. A figura 63 mostra uma planta como exemplo deste fenótipo.



Figura 63: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B)

Diferentemente dos genitores paternos, três plantas do cruzamento 2 desenvolveram tubérculos com casca quase sem raízes. A figura 64 mostra uma das três plantas, que além da casca sem raízes apresentou maior pigmentação roxa da parte apical da polpa.

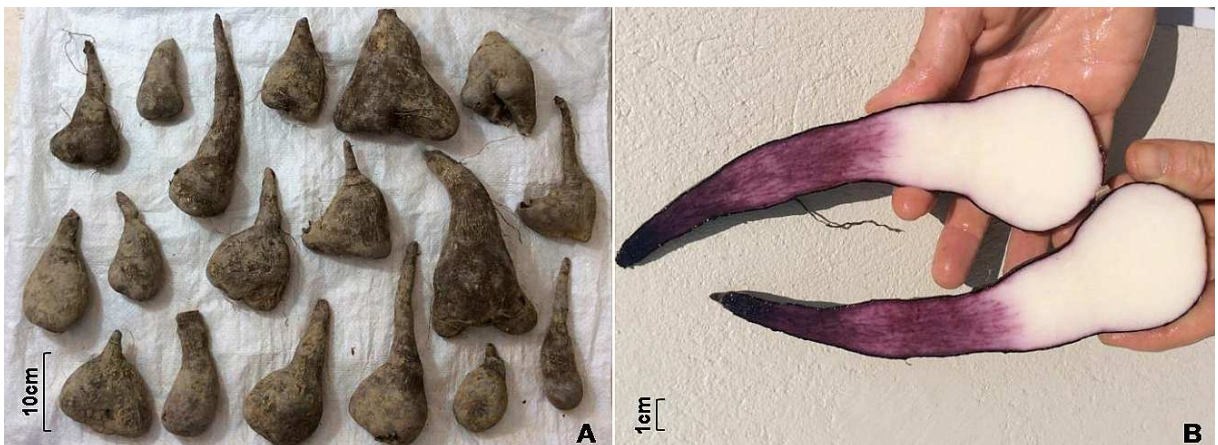


Figura 64: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B)

Algumas plantas F1 do cruzamento 3 desenvolveram formas de tubérculos muito finos e compridos, crescendo distantes da cova (Figura 65).



Figura 65: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 2 (A) e um tubérculo cortado (B)

As partes aéreas do cruzamento 3 apresentaram variações morfológicas semelhantes do cruzamento 2. Duas plantas desenvolveram tubérculos com formas ovais compridas e pigmentação da polpa semelhante do genitor pai *Açaí comprido*, mas com uma casca lisa quase sem raízes, semelhante ao genitor mãe *Ovo de cavalo* (Figura 66).

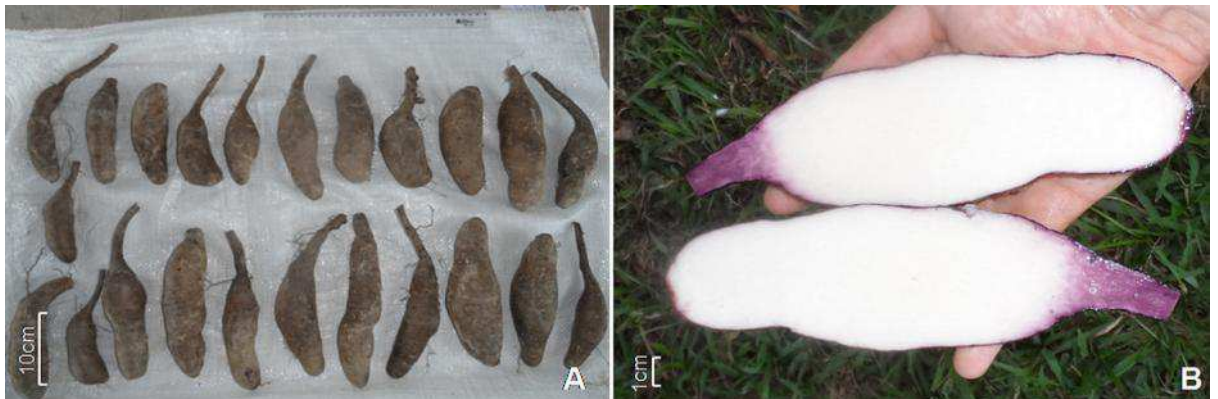


Figura 66: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 3 (A) e um tubérculo cortado (B)

Duas plantas apresentaram um fenótipo de tubérculos também com formas ovais, mas com maior densidade de raízes e com a mais pigmentação roxa na parte apical (Figura 67).



Figura 67: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 3 (A) e um tubérculo cortado (B)

O cruzamento 4 é o único cruzamento entre uma variedade com polpa inteiramente branca e uma variedade com polpa inteiramente roxa. Das sete plantas F1 deste cruzamento, uma planta apresentou polpa branca com listras roxas, quatro plantas apresentaram polpa roxa e duas plantas apresentaram polpa branca.

A planta que apresentou polpa branca com listras roxas se destacou pela maior produção de tubérculos e sementes de todas as plantas avaliadas, cujas infrutescências ocuparam uma grande porção da parte aérea (Figura 68).



Figura 68: Tubérculos de uma cova de uma planta do cruzamento 4 (A), tubérculo cortado (B) e parte aérea (C)

As figuras 69 e 70 mostram os tubérculos de duas das plantas do cruzamento 4 com a polpa roxa.



Figura 69: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 4 (A) e um tubérculo cortado (B)



Figura 70: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 4 (A) e um tubérculo cortado (B)

Uma das plantas com polpa branca apresentou folhas com a ponta do lobo principal comprido e tubérculos com uma densidade alta de raízes (Figura 71).

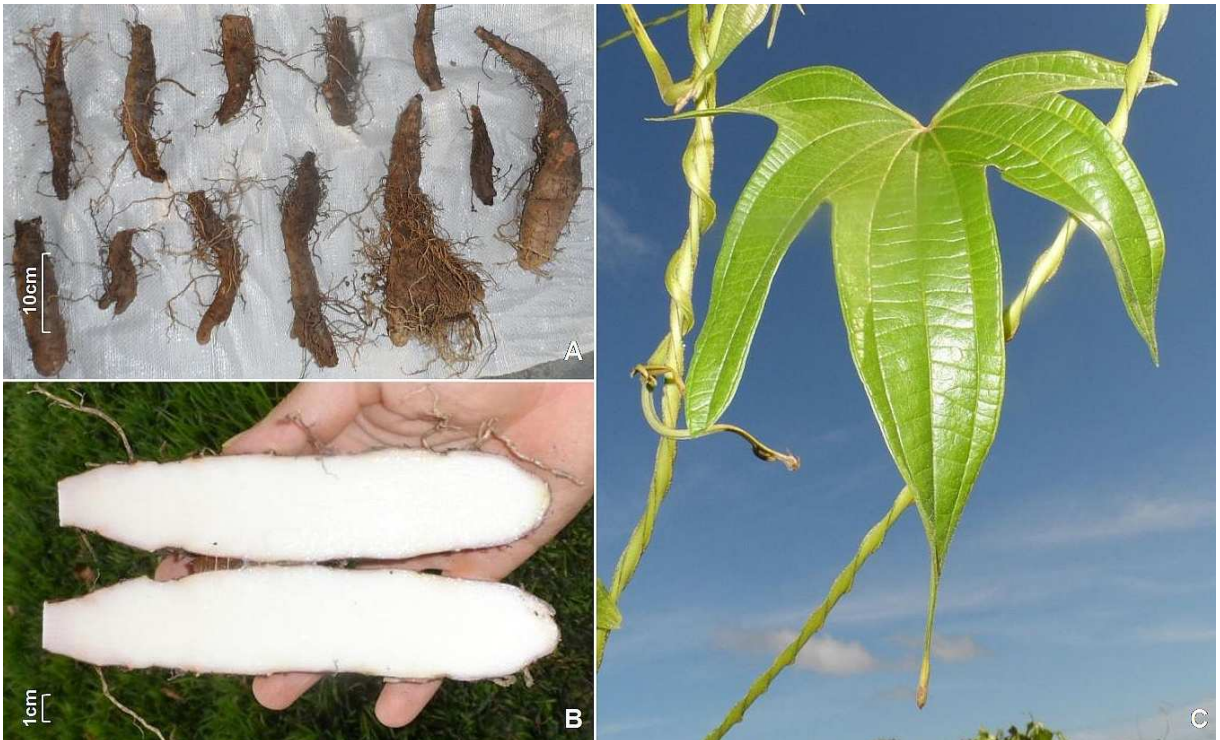


Figura 71: Planta com alta densidade de raízes (A) polpa branca (B) e folha com lobo principal comprido (C)

A única planta do cruzamento 5 desenvolveu tubérculos em forma de fios muito compridos que cresceram lateralmente distantes do centro da cova (Figura 72).



Figura 72: Tubérculos de uma cova da planta F1 do cruzamento 5 (A) e um tubérculo cortado (B)

As seis plantas F1 do cruzamento 6 desenvolveram formas mais diversificadas dos tubérculos. Uma planta desenvolveu tubérculos grandes e compridos e com pigmentação da polpa semelhante do genitor pai *Açaí comprido* (Figura 73).



Figura 73: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B)

Uma planta F1 do cruzamento 6 apresentou tubérculos com muitas ramificações menos uniformes e com uma pigmentação da polpa menos roxa (Figura 74).



Figura 74: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B)

Como no cruzamento 5 também no cruzamento 6 houve uma planta que desenvolveu tubérculos muito compridos e finos, porém com uma pigmentação roxa maior (Figura 75).



Figura 75: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B)

Uma planta desenvolveu formas de tubérculos ramificados com formas irregulares semelhantes do genitor mãe *Pé de elefante* e com uma pigmentação da polpa semelhante ao genitor pai *Açaí comprido* (Figura 76).

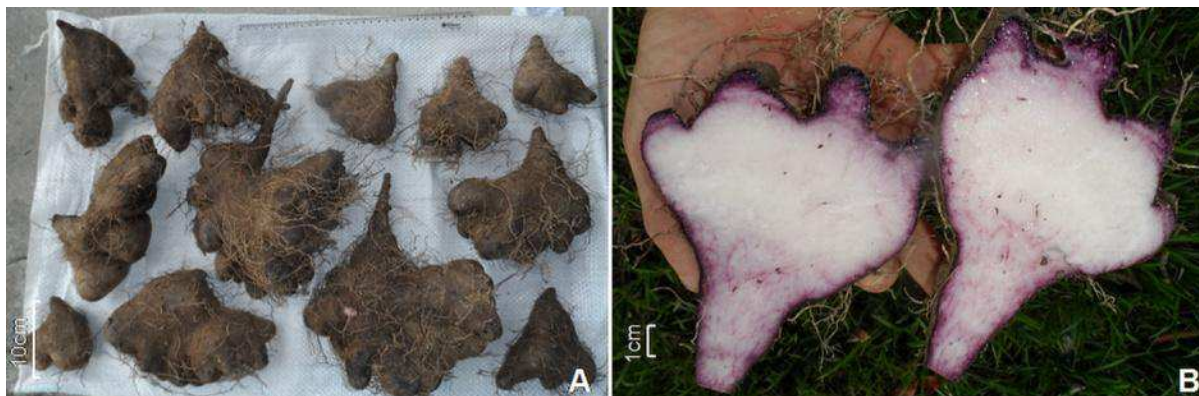


Figura 76: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 6 (A) e um tubérculo cortado (B)

A única planta do cruzamento 7 produziu tubérculos com polpa branca e casca com muitas raízes (Figura 77).



Figura 77: Tubérculos de uma cova de uma planta F1 do cruzamento 7 (A) e um tubérculo cortado (B)

Não foi observada a ocorrência de doenças e pragas em todas as plantas F1 dos sete cruzamentos. Pode se constatar que as plantas F1 apresentaram elevada variabilidade morfológica. Houve diferenças consideráveis na intensidade de floração, frutificação e produção de sementes entre as plantas.

Algumas plantas apresentaram formas de tubérculos arredondados e uniformes, que podem ser agronomicamente viáveis. Os dados quantitativos avaliados relacionados aos tubérculos são apresentados na tabela 17. Embora que não tenham havido repetições das avaliações dos genótipos diferentes, se pôde constatar que houve diferenças grandes no número e no peso dos tubérculos por cova, o que indica que podem existir genótipos com potencial produtivo maior que devem ser testados em condições de plantio experimental.

Tabela 17: Resumo dos dados do número de tubérculos por cova e do peso de tubérculos por cova das plantas oriundas dos cruzamentos

Variável	Plantas avaliadas	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Mínimo	Máximo
Número médio de tubérculos por cova	55	14,53	8,58	59,03	1	48
Peso médio de tubérculos por cova (kg)	55	4,99	2,87	57,5	0,2	12,7

Houve reação de irritação da pele quando em contato com o suco da polpa. Algumas plantas F1 não causaram irritação enquanto outros causaram muita irritação. Precisa se averiguar esse aspecto com mais avaliadores para se chegar a um resultado mais consistente. Seria importante selecionar genótipos que provocam menos irritação na pele para facilitar a colheita do cará porque os trabalhadores são afetados, por exemplo, quando carregam os sacos e a polpa entra em contato com a pele.

Algumas das plantas F1 que tiveram características agronômicas mais favoráveis foram levadas para produtores de cará em Caapiranga e estão sendo cultivadas e avaliadas em áreas de cultivo tradicional.

Baseado nos resultados do estudo da reprodução sexuada pode se afirmar que nas roças provavelmente ocorrem cruzamentos entre as plantas de cará cultivadas.

5.5. Implicações para estratégias de conservação da agrobiodiversidade

Os resultados alcançados neste estudo permitem vislumbrarem-se implicações que devem ser levadas em consideração para o desenvolvimento de estratégias de conservação da agrobiodiversidade do cará.

Baseado nos resultados do estudo da conservação *in-situ*, pôde-se constatar que os produtores entrevistados fazem experimentos para testar modificações no plantio e avaliam o desenvolvimento das plantas principalmente em relação à produção. Foi percebido que há certa carência de conhecimento em relação à reprodução sexuada do cará, porém os produtores mostraram disposição e interesse em obter mais informação e realizar experimentos nas suas áreas de cultivo. Consequentemente, estratégias de conservação da agrobiodiversidade devem buscar parcerias entre os produtores de cará e instituições de pesquisa e extensão para apoiar iniciativas em direção a um melhoramento participativo. Essa estratégia representa uma alternativa ao melhoramento genético convencional que muitas vezes criou forte dependência de insumos externos e de grandes oligopólios agroindustriais e levou a erosão genética e cultural em várias regiões do planeta.

Tendo em vista que o principal critério de seleção para o cultivo de variedades foi a facilidade de venda e que há desconhecimento das variedades diferentes pelos consumidores, estratégias de conservação devem também incluir o mercado consumidor, estimulando a venda de variedades diferentes por meio de um marketing apropriado para criar uma demanda específica, ou apresentar novas formas de preparo e consumo.

Para melhorar a renda dos produtores também é preciso agregar valor por meio de produtos elaborados a partir do cará. Ainda não existem produtos refinados feitos de cará no mercado consumidor, somente são vendidos os tubérculos em natura nas feiras locais. Outro gargalo é a falta de acesso ao mercado o que torna os produtores de cará dependente de atravessadores. Castro (2012) também ressalta a importância do acesso ao mercado, a maioria dos agricultores entrevistados no estudo aponta que falta escoar a produção sem atravessador para melhorar a comercialização de cará nas comunidades produtoras no município de Caapiranga. Portanto, estratégias de conservação da agrobiodiversidade devem levar em consideração a agregação de valores e o acesso ao mercado.

Importante fator que afeta a comercialização dos produtores de cará é a imensa flutuação do preço de venda devido à sazonalidade da produção. No auge da colheita os preços se tornam muito baixos, o que prejudica a renda dos produtores de cará, diminuindo a capacidade de investir e criar inovações que poderiam ser benéficos para a conservação da agrobiodiversidade do cará. A flutuação do preço poderia ser amenizada, identificando genótipos que amadurecem mais cedo ou são mais adaptadas a condições mais secas. Outra possível opção de diminuir a sazonalidade seria o cultivo com irrigação que possibilitaria produção na época menos chuvosa. Produtos feitos de cará que podem ser armazenadas, como por exemplo, a fécula do cará. Outro produto possível poderia ser o purê de cará instantâneo, a partir do pó de cará feito por liofilização. Como o cará tem um teor de umidade em torno de 76,4 % (Teixeira et al. 2013), a farinha e o pó de cará teriam a vantagem, além do maior tempo de armazenamento, a diminuição do peso de transporte.

Estratégias da conservação da agrobiodiversidade do cará devem incluir os resultados da descrição morfológica, utilizando-se os descritores identificados como uma base para a identificação e classificação de genótipos diferentes, identificando matrizes divergentes que poderiam contribuir para ampliação da variabilidade por meio de cruzamentos específicos. Além disso, as chaves de identificação de variedades do cará devem ser aprimoradas e complementadas, em conjunto com os produtores de cará para facilitar o manejo e o melhoramento do material genético *in-situ*.

Os resultados da avaliação agrônômica fornecem informações para identificar e selecionar genótipos favoráveis para um futuro programa de melhoramento do cará, que poderia ser desenvolvido com base no conceito do melhoramento participativo, aumentando a agrobiodiversidade do cará existente, com o objetivo de selecionar genótipos de cará que possuem principalmente produtividade alta, formas de tubérculos arredondadas, sem ramificações e uniformes que se desenvolvem próximo da cova para facilitar a colheita, e que tenham boa aceitação pelo consumidor em relação ao sabor e aparência.

Não foram observados e relatados problemas fitossanitários nos carazais dos produtores estudados nesta pesquisa, além de animais herbívoros silvestres. Isso se deve, provavelmente, à rusticidade das variedades e principalmente em razão da forma tradicional de cultivo baseada no corte e queima das áreas de plantio de pequenas dimensões e esparsas, em rotação com fase de regeneração florestal, dificultando o surgimento de doenças e pragas. Porém, a resistência a doenças e pragas poderia ser um critério para selecionar genótipos adaptadas a outros sistemas mais intensivos de produção do cará.

Um aumento da produção dentro do sistema atual provavelmente agravará os problemas ambientais na região de Caapiranga, por isso estratégias de conservação da agrobiodiversidade devem buscar sistemas de produção alternativos, que permitam um aumento da produção sem consequências socioambientais negativas.

A resistência a seca poderia ser um critério de seleção para garantir ainda uma colheita boa, em anos quando a diminuição das chuvas inicia mais cedo afetando a produção. Tendo em vista a estação de seca muito severa de 2015.

Constatou-se que o mercado é o fator que tem grande impacto sobre a agrobiodiversidade do cará, no sentido de que a produção se concentra no cultivo de somente uma variedade comercial, que é a mais facilmente vendida. Porém, os resultados das preferências do consumidor indicam que muitas variedades simplesmente não são conhecidas pelos consumidores. Fato que pode ser importante para os produtores, que foram informados pelos atravessadores erroneamente que em Manaus somente haveria demanda para a variedade *Roxo comum*. As preferências dos consumidores em relação ao sabor mostram que há diferenças na apreciação das variedades e desconhecimento da diversidade de variedades. Para estimular o cultivo de outras variedades e assim conservá-las *in-situ*, estratégias da conservação da agrobiodiversidade devem promover variedades diferentes no mercado consumidor, inovar novos produtos e despertar a demanda.

Os resultados do estudo da reprodução sexuada evidenciaram que *D. trifida* L. possui boa capacidade de se reproduzir sexualmente. Estratégias de conservação da

agrobiodiversidade da espécie devem considerar que há certa probabilidade de ocorrência de cruzamentos entre formas cultivadas e silvestres, e devem por isso incluir a preservação das áreas de ocorrência das formas silvestres. Durante o trabalho de campo, foi feito o registro fotográfico de uma planta em área de floresta secundária madura, próximo da área da fazenda experimental que apresentava todas as características morfológicas de *D. trifida*, porém com um hábito de crescimento do tipo “cipó” cujas partes aéreas alcançavam o dossel da floresta. Bousalem et al. (2010) evidenciaram diploidia em formas silvestres de *D. trifida* em locais onde são alopátricas com as formas cultivadas (geograficamente separadas). O cruzamento de variedades cultivadas com genótipos silvestres poderia unir as boas características agronômicas das variedades cultivadas com a adaptabilidade e resistência dos genótipos silvestres. Além desses cruzamentos espontâneos, cruzamentos dirigidos podem gerar novas combinações genéticas para ampliar a base genética da espécie com a finalidade de garantir ganhos de seleção no futuro.

Os resultados da avaliação preliminar das plantas oriundas de cruzamentos indicam as orientações para futuras pesquisas que possam vir a contribuir para o melhoramento agronômico da espécie, em curto e longo prazo. A avaliação agronômica em plantios experimentais de novos genótipos gerados por cruzamentos dirigidos exigirá algumas gerações de clones para se produzir a quantidade suficiente de material propagativo para o estabelecimento de experimentos com tamanhos de parcelas experimentais adequados. O procedimento de seleção deve continuar durante esta fase e deve resultar na redução no número de genótipos originalmente selecionados.

Os resultados do presente estudo indicam que além da variabilidade morfológica em geral, há uma ampla variabilidade de características agronômicas. Acredita-se também que estas características são herdáveis e por isso, a seleção de genótipos para o melhoramento deve se basear nestas. Porém outras características favoráveis não estudadas nesta pesquisa devem ser consideradas para a seleção de uma ampla gama de genótipos com potencial agronômico, como por exemplo, os efeitos da adubação, do espaçamento e do tutoramento.

5. Conclusões

A facilidade de comercialização, produtividade, facilidade de colheita, sabor e preferências culinárias são critérios principais de seleção das variedades para o cultivo.

O cultivo das diversas variedades de cará e conseqüentemente a conservação *in-situ* da agrobiodiversidade da espécie ocorre nos carazais de alguns produtores devido a motivações além do cultivo comercial.

Os produtores entrevistados neste estudo têm conhecimento limitado a respeito da propagação sexuada e do surgimento de novas variedades.

As diferenças morfológicas entre as variedades permitiram a identificação de descritores morfológicos e a criação de uma chave de identificação para a distinção de variedades, se tornando uma ferramenta para o manejo dos recursos genéticos da espécie.

Há diferenças consideráveis entre as variedades avaliadas em relação às características agronômicas favoráveis o que permite a seleção de genótipos com potencial para o cultivo em maior escala.

Os resultados dos estudos sobre floração, reprodução e germinação de sementes indicam que *D. trifida*, possui capacidade de produzir uma grande quantidade de sementes viáveis, proporcionando oportunidades para mudanças evolutivas e melhoramento da espécie.

Foi comprovada a dormência e a quebra da dormência com o armazenamento (maturidade pós-dispersão) das sementes. A quebra da dormência ocorreu relativamente rápida, comparado com outras espécies cultivadas de *Dioscorea*.

Plantas híbridas oriundas de cruzamentos intra-específicos apresentaram variabilidade morfológica elevada, capacidade de produzir abundantemente sementes e tubérculos agronomicamente viáveis com características morfológicas novas. Os novos genótipos gerados devem ser testados em plantios experimentais para a seleção de genitores promissórios para o melhoramento da espécie.

6. Referências bibliográficas

- Akoroda MO (1983): Variation, heritability and genetic advance of eight characters in white yam. *Theor. Appl. Genet.*, n. 66, p. 51-54.
- Akoroda MO, Wilson JE, Chheda HR (1984): The association of sexuality with plant traits and tuber yield in white yam. *Euphytica*, n. 33, p. 435-442.
- Amanze NJ, Agbo NJ, Eke-Okoro ON, Njoku DN (2011): Selection of yam seeds from open pollination for adoption in yam (*Dioscorea rotundata* Poir) production zones in Nigeria. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, vol. 3, n. 4, p. 68-73.
- Amaral Jr. AT (2010): Novo paradigma da ciência agrônômica: manutenção da agrobiodiversidade sem impedir o crescimento da produção agrícola. *Horticultura Brasileira*, n. 28, p. 382-382.
- Andrade EM (2014): Características morfológicas e a emergência de sementes de duas etnovarietades de cará (*Dioscorea trifida* L.). Dissertação, UFAM, Manaus, Amazonas.
- Balcewicz LC (2007): Programa 1462 - Conservação, manejo e uso sustentável da agrobiodiversidade. Ministério Público Federal - PRR da 1a. Região, Reunião GT Transgênicos.
- Bardsley D (2006): Valuing diversity for sustainable futures: A response to Wood and Lenné. *Land Use Policy*, n. 23, p. 643-64.
- Batista IMP (2014): Recomendações de calagem para alguns solos do estado do Amazonas. Tese de doutorado, UFAM, Manaus, Amazonas.
- Bellon MR, Pham JL, Jackson MT (1997): Genetic conservation: a role for rice farmers. In N Maxted, BV Ford-Lloyd, JG Hawkes JG, eds, *Plant Conservation: the In Situ Approach*. Chapman and Hall, London, p. 263-289.
- Bernard HR (2006): *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. Altamira Press, 4th ed., p. 192.
- Bousalem M, Viader V, Mariac V, Gomez R, Hochu I, Santoni S e David J (2010): Evidence of diploidy in the wild Amerindian yam, a putative progenitor of the endangered species *Dioscorea trifida* (Dioscoreaceae). *Genome*, n. 53, p. 371-383.
- Bretting PK, Duvick DN (1997): Dynamic Conservation of Plant Genetic Resources. p. 2-51. In: D.N. Sparks (Ed.), *Adv. in Agron.*, v. 61.
- Brush SB: (1995): *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop. Science*, n. 35, p. 346-354.
- Campos PS (2009): Destino ambiental dos agrotóxicos e avaliação de risco ambiental e humano nos municípios de Manaus, Iranduba e Careiro da Várzea, no Estado do Amazonas. Dissertação, UFAM, Manaus, Amazonas.
- Casanoves F, Pla L (2011): FDiversity: a software package for the integrated analysis of functional diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 2, p. 233-237.

Castro AP (2011): Agrodiversidade e cadeia produtiva do cará (*Dioscorea* spp.) na agricultura familiar: um estudo etnográfico no município de Caapiranga-AM. Tese de doutorado, UFAM, Manaus, Amazonas.

Castro AP, Pereira HS, Fraxe TJP, Kinupp VF (2012): Etnobotânica das variedades locais do cará (*Dioscorea* spp.) cultivados em comunidades no município de Caapiranga, estado do Amazonas. Acta Botanica Brasílica, v. 26, p. 658-667.

CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica (1992): Ministério do Meio Ambiente, Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade, Série Biodiversidade, n. 1.

Clement CR (1999): 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Econ. Bot., n. 53, p. 188-202.

Cleveland DA, Soleri D, Smith SE (1994): Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? Bio. Science, n. 44, p.740-751.

Dansi A, Mignouna HD, Zoundjihékpon J, Sangare A, Asiedu R, Quin FM (1999): Morphological diversity, cultivar groups and possible descent in the cultivated yams (*Dioscorea cayenensis*/*D. rotundata*) complex in Benin Republic. Genetic Resources and Crop Evolution, n. 46, p. 371-388.

Dansi A, Dantsey-Barry H, Dossou-Aminon I, N'Kpenu EK, Agré AP, Sunu YD, Kombaté K, Loko YL, Dansi M, Assogba P, Vodouhè R (2013): Varietal diversity and genetic erosion of cultivated yams (*Dioscorea cayenensis* Poir - *D. rotundata* Lam complex and *D. alata* L.) in Togo. Int. J. Biodivers. Conserv., v. 5, n. 4, p. 223-239.

Dantas TAG, Oliveira AP, Cavalcante LF, DFS Dantas, Bandeira NVS, Dantas AS (2013): Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 10, p. 1061-1065.

Dawson IK, Guariguata MR, Loo J, Weber JC, Lengkeek A, Bush D, Cornelius J, Guarino L, Kindt R, Orwa C, Russell J, Jamnadass R (2013): What is the relevance of smallholders' agroforestry systems for conserving tropical tree species and genetic diversity in *circa situm*, *in situ* and *ex situ* settings? A review. Biodivers. Conserv., n. 22, p. 301-324.

Diby LN, Hgaza VK, Tie BT, Assa A, Carsky R, Girardin O, Frossard E (2009): Productivity of yams (*Dioscorea* spp.) as affected by soil fertility. Journal of Animal & Plant Sciences, v. 5, n. 2, p. 494-506.

Diby LN, Tie BT, Girardin O, Sangakkara R, Frossard E (2011): Growth and nutrient use efficiencies of Yams (*Dioscorea* spp.) grown in two contrasting soils of West Africa. International Journal of Agronomy, Article ID 175958, doi:10.1155/2011/175958.

Empeiraire L, Eloy L (2008): A cidade, um foco de diversidade agrícola no Rio Negro (Amazonas, Brasil)? Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Humanas, Belém. v. 3, n. 2, p. 195-211.

Fontes LCB, Sivi TC, Ramos KK, Queiroz FBC (2009): Efeito de antioxidantes na prevenção de escurecimento enzimático de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e inhame

(*Dioscorea* spp.). Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, v. 6, n. 3, p. 167-174.

Guerra MP, Nodari RO, Reis MS, Orth AI (1998): A diversidade dos recursos genéticos vegetais e a nova pesquisa agrícola. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 521-528.

Hammer K (2004): Resolving the challenge posed by agrobiodiversity and plant genetic resources - an attempt. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, Beiheft Nr. 76. Kassel University Press GmbH.

Henry VCR (1967): Studies on botanical and agronomic characteristics in cush-cush (*Dioscorea trifida* L.). Tese de doutorado, McGill University, Montreal.

Hgaza VK, Diby LN, Assa A, Ake1 S (2010): How fertilization affects yam (*Dioscorea alata* L.) growth and tuber yield across the years. *African Journal of Plant Science*, v. 4, n. 3, p. 53-60.

IAL - Instituto Adolfo Lutz (2008): Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. Edição, 1. Edição digital, São Paulo, p. 1020.

Islam T, Chowdhury RU, Afroz R, Rahman S, Haques M (2011): Characterization and maintenance of yam (*Dioscorea* spp.) germplasm, Bangladesh. *J. Agril. Res.*, v. 36, n. 4, p. 605-621.

Jackson LE, Pascual U, Hodgkin T (2007): Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n. 121, p. 196-210.

Jackson LE, Pulleman MM, Brussaard L, Bawa KS, Brown GG, Cardoso IM, de Ruiter PC, Barcía-Barrios L, Hollander AD, Lavelle P, Ouédraogo E, Pascua U, Setty S, Smukler SM, Tschamtk T, van Noordwijk M (2012): Social-ecological and regional adaptation of agrobiodiversity management across a global set of research regions. *Global Environmental Change*, n. 22, p. 623-639.

Jarvis DI, Brown AHD, Cuong PH, Collado-Panduro L, Latournerie-Moreno L, Gyawali S, Tantoo T, Sawadogo M, Mar I, Sadiki M, Hue NT, Reyes LA, Balma D, Bajracharya J, Castillo F, Rijal D, Belqadi L, Rana R, Saidi S, Ouedraogo J, Zangre R, Rhrib K, Chavez JL, Schoen D, Sthapit B, Santis P, Fadda C, Hodgkin T (2008): A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, n. 105, p. 5326-5331.

Johns T, Smith IF, Eyzaguirre PB (2006): Agrobiodiversity, diet and human health - Agrobiodiversity, Nutrition, and Health, International Food Policy Research Institute, Focus 13, Brief 12.

Junqueira AB, Shepard Jr GH, Clement C (2010): Secondary forests on anthropogenic soils in Brazilian Amazonia conserve agrobiodiversity. *Biodiversity Conservation*, n. 19, p. 1933-1961.

Kummer L (2007): Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar. *Conceitos, ferramentas e vivências*. Salvador: GTZ, p. 155.

- Law-Ogbomo KE, Remison SU (2008): Growth and yield of white guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) influenced by NPK fertilization on a forest site in Nigeria. *Journal of Tropical Agriculture*, v. 46, n. 1, p. 21-24.
- Lebot V, Ivancic A, Abraham K (2005): The geographical distribution of allelic diversity, a practical means of preserving and using minor root crop genetic resources. *Expl. Agric.*, v. 41, p. 475-489.
- Lebot (2009): *Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids*. CABI, p. 127.
- Long C, Zhiqin HL, Yang X, Li Q, Tangmar B (2003): Strategies for agrobiodiversity conservation and promotion: a case from Yunnan, China. *Biodiversity & Conservation*, v. 12, p. 1145-1156.
- Lyra DH, Sampaio LS, Pereira DA, Amaral CLF (2011): Conservação *on farm* da agrobiodiversidade de sítios familiares em Jequié, Bahia, Brasil. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 58, n. 1, p. 69-76.
- Martinez MV, Whitaker JR (1995): The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science and Technology*, Cambridge, v. 6, n. 6, p. 195-200.
- Mercado ANA, Assia ISS, Mendoza JGS (2015): Productive development in yam (*Dioscorea trifida* and *Dioscorea esculenta*) under different hydric conditions. *Acta Agronómica*, v. 64, n. 1, p. 30-35.
- Miller K, Allegretti MH, Johnson N, Jonsson B (1995): Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components. In: Heywood, V.H. & R.T. Watson, (eds): *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Mizuki I, Ishida K, Kikuzawa K (2005): Sexual and vegetative reproduction in the aboveground part of a dioecious clonal plant, *Dioscorea japonica* (Dioscoreaceae). *Ecol. Res.*, n. 20, p. 387-393.
- Mulvany P, Berger R (2003): Biodiversidad agrícola: cuando los agricultores mantienen la red de la vida. In: CIP-UPWARD. *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola: Libro de consulta*. Los Baños, Filipinas: CIP, p. 14-21.
- Munsell Color (1977): *Munsell color charts for plant tissues*. Baltimore, Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation.
- Nascimento WF, Rodrigues JF, Koehler S, Gepts P, Veasey EA (2013): Spatially structured genetic diversity of the Amerindian yam (*Dioscorea trifida* L.) assessed by SSR and ISSR markers in Southern Brazil. *Genet. Resour. Crop. Evol.*, DOI 10.1007/s10722-013-0008-y.
- Nwankwo IIM, Basseyy EE (2013): A Study of variability and heritability for yield and yield related traits in guinea white yam (*Dioscorea rotundata* Poir) genotypes in Umudike, South-eastern Nigeria. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, vol. 2, n. 4, p. 122 -127.
- Omer A, Pascual U, Russel N (2010): A theoretical model of agrobiodiversity as a supporting service for sustainable agricultural intensification. *Ecological Economics*, n. 69, p. 1926-1933.

- Onyilagha JC (1986): Numerical analysis of variation among Nigerian *Dioscorea rotundata* accessions. *Euphytica*, v. 35, n. 2, p. 413-419.
- Padmanabhan M. (2011): Women and men as conservers, users and managers of agrobiodiversity. A feminist social–ecological approach. *The Journal of Socio-Economics*, n. 40, p. 968-976.
- Proskowetz E e Schindler F (1890): Welches Werthverhältnis besteht zwischen den Landrassen landwirtschaftlicher Culturpflanzen und den sogenannten Züchtungsrassen? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Congress zu Wien 1890. Section I: Landwirtschaft. Subsection Pflanzenbau. Frage 5, Heft 13, p. 3-18 e 19-24.
- Ramos-Escudero F, Santos-Buelga C, Pérez-Alonso JJ, Yáñez JA, Dunñas M (2010): HPLC-DAD-ESI/MS identification of anthocyanins in *Dioscorea trifida* L. yam tubers (purple sachapapa). *Eur. Food. Res. Technol.*, n. 230, p. 745-752.
- Rhodes AM, Martin FW (1972): Multivariate studies of variation in yams (*Dioscorea alata* L.). *Journal of the American society for horticultural science*, v. 97, p. 685-688.
- Sadik S (1976): A review of sexual propagation for yam improvement. *Proceedings of the fourth symposium of the international society for tropical root crops*, Canada, p. 40-44.
- Santana DG, Ranal MA (2004): Análise da germinação: um enfoque estatístico. Editora UnB, Brasília.
- Santilli JFR (2009): Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores. Tese de Doutorado em Direito. Curitiba. PUC-PR.
- Scheer SJ, McNeely JA (2008): Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, n. 363, p. 477-494.
- Segnou, Fatokun CA, Akoroda MO, Hahn SK (1992): Studies on the reproductive biology of white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). *Euphytica*, n. 64, p. 197-203.
- Siqueira MVBM, Nascimento WF, Silva LRG, Ferreira AB, Silva, EF, Ming LC, Veasey EA (2014): Distribution, management and diversity of yam local varieties in Brazil: a study on *Dioscorea alata* L.. *Braz. J. Biol.*, v. 74, n. 1, p. 52-61.
- Teixeira AP, Oliveira IMA, Lima ES e Matsuura T (2013): The use of purple yam (*Dioscorea trifida*) as a health-promoting ingredient in bread making. *Journal of Research in Biology*, n. 1, vol. 3, p. 747-758.
- Tomás-Barberán FA, Espín JC (2001): Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal Science Food Agriculture*, n. 81, p. 853-879.
- Vasconcelos ACF, Bonatti M, Schlindwein SL, D'agostini LR, Homem LR, Nelson R (2013): Landraces as an adaptation strategy to climate change for smallholders in Santa Catarina, Southern Brazil. *Land Use Policy*, n. 34, p. 250-254.

Vavilov NI (1935): The phyto-geographical basis for plant breeding (russ.). Teoretičeskije Osnovyselekcii, vol. 1. Moskva-Leningrad.

Veasey EA, Piotto FA, Nascimento WF, Rodrigues JF, Mezette TF, Borges A, Biguzzi FA, Santos FR, Rocha Sobierajski G, Recchia GH, Mistro JC (2011): Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 41, n.7, p.1218-1228.

Viana AM, Felipe GM (1990): Effects of Storage on Germination of *Dioscorea composita* (Dioscoreaceae) Seeds. Economic Botany, v. 44, n. 3, p. 311-317.

Wood D, Lenné, J (1997): The conservation of agrobiodiversity on farm: questioning the emerging paradigm. Biodiversity and Conservation, n. 6, p. 109-129.

Wood D, Lenné, J (2005): 'Received Wisdom' in agricultural land use policy: 10 years on from Rio. Land Use Policy, n. 22, p. 75-93.

Wood D, Lenné, J (2006): The value of agrobiodiversity in marginal agriculture: A reply to Bardsley. Land Use Policy, n. 23, p. 645-646.

Zimmerer K (2013): The compatibility of agricultural intensification in a global hotspot of smallholder agrobiodiversity (Bolivia). Proc. Natl. Acad. Sci. USA, v.110, n.8, p.2769-2774.

Anexo 2**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da Pesquisa intitulada “Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua conservação *in-situ* em Caapiranga, Amazonas”, sob a responsabilidade do pesquisador Patrick Beyerlein, a qual pretende analisar a aceitação de diferentes variedades cultivadas de cará por consumidores locais. Sua participação é voluntária e se dará por meio de um teste sensorial com amostras de cará preparadas para o consumo. Neste teste sensorial, lhe serão oferecidas diferentes amostras de cará para degustação e em seguida lhe será solicitado o preenchimento de um formulário com sua avaliação de apreciação ou não de cada amostra.

Os riscos decorrentes de sua participação no teste sensorial seriam apenas aqueles associados à ingestão do cará. Para minimizar tais riscos, foram tomados todos os cuidados higiênicos na obtenção e no preparo das amostras. Se você aceitar participar, estará contribuindo para o enriquecimento das discussões quanto à temática da agricultura em especial sobre a conservação da diversidade do cará, assim como para com a compreensão da importância da valorização dos agricultores familiares para a soberania alimentar na região.

O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000 - Campus Universitário. Sala C11, Bloco FCA/ICB Pós-Graduação, 2º Andar. Setor Sul – Coroado CEP 69077-000 - Manaus/AM, Secretaria do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical, email: agronomiatropical@ufam.edu.br, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi as explicações. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

Data: ___/___/____

Assinatura do Pesquisador Responsável

Anexo 3**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr (a) para participar da pesquisa intitulada “Agrobiodiversidade do cará (*Dioscorea trifida* L.) e sua conservação *in-situ* em Caapiranga, Amazonas”, sob a responsabilidade do pesquisador Patrick Beyerlein, a qual pretende analisar a aceitação de diferentes variedades cultivadas de cará (*Dioscorea trifida* L.) por consumidores locais. Sua participação é voluntária e se dará por meio de um teste visual com amostras de cará. Neste teste visual, lhe serão oferecidas diferentes amostras de cará de caráter comercial. De vinte variedades dispostas poderão ser escolhidas somente duas variedades.

Os riscos decorrentes de sua participação no teste seriam apenas aqueles associados à ingestão do cará. Para minimizar tais riscos, foram tomados todos os cuidados higiênicos na obtenção e no preparo das amostras. Se você aceitar participar, estará contribuindo para o enriquecimento das discussões quanto à temática da agricultura em especial sobre a conservação da diversidade do cará, assim como para com a compreensão da importância da valorização dos agricultores familiares para a soberania alimentar na região.

O (a) Sr (a) terá despesa somente do que for escolhido e comprado e não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000 - Campus Universitário. Sala C11, Bloco FCA/ICB Pós-Graduação, 2º Andar. Setor Sul – Coroado CEP 69077-000 - Manaus/AM, Secretaria do Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical, email: agronomiatropical@ufam.edu.br, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____,
fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi as explicações. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável