

2.02.31 – Genética Vegetal.

## DIVERSIDADE GENÉTICA EM MANDIOCA NO ESTADO DO AMAZONAS.

Danilo F. S.Filho<sup>1\*</sup>, Cesar A.Ticona-Benavente<sup>1</sup>, Evandro I. da Costa<sup>2</sup>, Francisco M. Machado<sup>1</sup>, Hiroshi Noda<sup>1</sup>, José N. R. Figueiredo<sup>1</sup>.

1. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA

2. Técnico do IFAM/Campus de Lábrea/AM

\*E-mail: danilo@inpa.gov.br

### Resumo:

A mandioca é um importante alimento energético para as populações humanas da Amazônia. Por isso, este trabalho teve o objetivo de analisar a diversidade genética de etnovarietades (ETNs) de mandioca brava originárias de diferentes locais do estado do Amazonas. O experimento foi conduzido em Manaus, em um delineamento experimental de blocos casualizados, com sete tratamentos (as ETNs), e quatro repetições, com oito plantas úteis por parcela. As ETNs originárias do município de Lábrea tiveram o seu desenvolvimento pouco afetado pelo ambiente de Manaus. Entretanto, a ETN Jurará, originária de Manaus, foi a que se destacou entre as demais, nas treze características avaliadas, com ênfase, aos valores apresentados no número de raízes comerciais por planta (4,78), massa fresca da raiz (26,45 t.ha<sup>-1</sup>) e massa seca da raiz (35,97 t.ha<sup>-1</sup>), por isso, é indicada como um importante material genético para ser explorado em programas de melhoramento genético da mandioca para o estado do Amazonas.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta*; recurso genético; produtividade.

**Apoio financeiro:** CNPq e INPA.

### Introdução:

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, arbustiva, pertencente à família Euphorbiaceae, originária da América do Sul, reunindo cerca de 1.200 espécies (Fukuda e Iglesias, 2003). O gênero *Manihot* apresenta mais de 100 espécies descritas, a maioria nativa do Brasil (Ledo et al., 2014). Nesta espécie encontram-se dois grupos de mandiocas: as mansas (doces ou de mesa) e as bravas (amargas ou venenosas), reunindo centenas de variedades. A única maneira de separar os dois grupos é pela sua toxicidade (Alves, 2006).

A mandioca evoluiu por meio de seleção natural e da intervenção do homem. Ela foi domesticada pelos povos pré-colombianos, para produzir raízes, a partir de espécies silvestres. Há evidências arqueológicas de que o seu cultivo teria sido praticado há 3000 anos (Bushnell, 1956). As raízes de cores variadas contêm significativa quantidade de amido, por isso, são fontes de carboidratos com elevados teores energéticos, que servem de alimento básico para mais de 700 milhões de pessoas em pelo menos 105 países no mundo (Fukuda e Iglesias, 2003).

A cultura da mandioca no Brasil tem grande importância na subsistência das propriedades familiares, por apresentar bom desempenho, em função de sua rusticidade e capacidade de adaptação em solos com baixa fertilidade (Fagundes et al., 2010; Lago et al., 2011). Além do uso das raízes e das folhas para alimentação humana e animal, (Furlan et al., 2010). Raízes tuberosas são também cultivadas com a finalidade industrial, cuja matéria-prima é transformada em fculas, álcool, papel e outros produtos (Cardoso et al., 2006).

A mandioca é cultivada em todas as regiões brasileiras. Na região Centro-Sul, predomina o processo industrializado e mecanizado. Nas regiões Norte e Nordeste, a produção é mais artesanal. Entretanto, a produção nacional é mais significativa em nos Estados do Pará, com 24% da produção, seguidos do Paraná, Bahia, Maranhão, Rio Grande do Sul e São Paulo (IBGE, 2017).

Na Amazônia brasileira, a mandioca é cultivada em pequena escala. Entretanto, o material genético cultivado na região apresenta ampla variabilidade em características agrônômicas importantes. O que é uma vantagem para fazer melhoramento genético desta espécie. Por outro lado, são poucos os estudos confiáveis que possam servir como base para indicação de uso desta espécie aos produtores da região (Carvalho, 2005).

Dessa forma este trabalho contribuirá para o incremento da produtividade da mandioca em Manaus, com expectativas amplas de oferecer oportunidade de selecionar algumas cultivares com elevada estabilidade que poderiam ser testadas em outros locais da Amazônia.

### Metodologia:

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças Dr. Alejo von der Pahlen, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, localizada no Km 14 da Rodovia AM 010, em Manaus, AM 02° 59' 00" de latitude Sul e 60° 01' 00" de longitude Oeste, com altitude de 62 m acima do nível do mar. O solo é do tipo Argissolo vermelho-amarelo álico. O clima é caracterizado como Af no esquema de Köppen, (tropical úmido) com temperatura média do mês mais quente superior a 18 °C. No mês mais seco, o índice de

precipitação pluviométrica é superior a 60 mm, nos meses de março a agosto esse índice aumenta, ultrapassando o total de 1.500 mm anuais. A Temperatura média anual é de 24 a 25 °C (Scarazatti, 2016).

Foram utilizadas sete etnovarietades (ETNs) de mandioca brava, sendo três procedentes do município de Lábrea: Flecha-amarela, Cobiçada e Minerva; e quatro da região metropolitana de Manaus: Mana, Jurará, Nanica e Trairinha. As manivas-sementes foram cedidas por agricultores familiares. Os materiais propagativos foram colhidos do terço médio das hastes de plantas sadias, com 10 a 14 meses de idade, com o comprimento de 20 cm, contendo cinco a sete gemas e diâmetro aproximado de 2 cm, seguindo a recomendação de Mattos (2006).

Adotou-se o delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com sete tratamentos (As ETNs de mandioca bravas) e quatro repetições, com parcelas de oito plantas no espaçamento de 1 x 1 m.

A área experimental recebeu limpezas e duas gradagens. As manivas-sementes, foram plantadas manualmente na posição horizontal em covas de 10 cm de profundidade, sem adubação, distanciadas em 1 m entre as plantas e 1 m entre as linhas de plantio, utilizando-se uma bordadura geral para todas as plantas de mandioca. Capinas e controles fitossanitários foram realizados, sempre que houvesse necessidade.

A colheita foi realizada, manualmente, arrancando as plantas, aos 12 meses após a emergência das plantas, e as seguintes características foram avaliadas: altura da planta (AP), diâmetro da haste (DH), índice de colheita, IC, número de raízes comerciais (NRC), comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR), relação comprimento diâmetro da raiz (RCD), espessura da entrecasca das raízes (EE), massa da maniva mãe (MMM), massa da parte aérea da planta (MPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR) e massa total da planta (MTP).

Foram realizadas as análises de variância das treze características, seguido do teste de comparação múltipla de médias de Duncan ( $P < 0,05$ ). Os dados foram analisados utilizando o pacote PROC GLM do programa SAS.

### Resultados e Discussão:

Com exceção da variável espessura da entrecasca (EE), as análises de variância detectaram diferenças significativas para características estudadas (Tabela 1). Nos caracteres da parte vegetativa das plantas (AP e DH), as ETNs Nanica e Jurará foram identificadas como a mais baixa (1,98 m) e a mais alta (3,16 m) respectivamente. Para DH os valores médios oscilaram entre 2,20 e 3,06 cm, sendo que cinco ETNs expressam diâmetros muito próximos. As ETNs Cobiçada e Nânica apresentaram os menores valores nesta característica, em relação às demais.

No IC, os maiores percentuais foram apresentados pelas ETNs Flecha Amarela (45,36%) e Nanica (45,06%) procedentes de dos municípios de Lábrea e Manaus. Na literatura há relato de que a época de colheita pode influenciar a qualidade das raízes para aproveitamento de produtos processados (FRANCK et al., 2011). Na concepção de Cardoso *et al.* (2014), o percentual do IC não são relevantes sobre o desenvolvimento e produção da mandioca, e que valores acima de 60% são adequados. Entretanto Cardoso (2014), consideram um valor de IC ideal, a partir de 50%. Guimarães *et al.* (2017), encontram IC em variedades de mandioca cultivadas em outras regiões do Brasil, acima de 60%.

O NRC produzido pelas sete ETNs foi de 2,52 a 4,78 raízes (Tabela 1). O menor e maior número de raízes foi produzido pelas ETNs Nanaica e Jurará, ambas originárias de Manaus. Este rendimento é baixo quando comparado ao conseguido por Albuquerque *et al.* (2009) com variedades crioulas de mandioca do Amazonas. Os resultados de pesquisas realizados por Dias *et al.* (2012), no município de Lábrea (AM), mostram que as ETNs cobiçada, minerva e flecha-amarela, produziram um número médio de raízes comerciais por planta, de 8,28, 7,06 e 6,60 respectivamente. Informação sobre a pesquisa realizada por Costa (2017) no município de Lábrea, ainda não publicada, mostra que, a ETN Jurará atingiu o nível de produção de 10 raízes comerciais por planta. Portanto ele pode ser indicado para o cultivo pelos agricultores familiares de Manaus e Labrea.

Quanto aos descritores dimensionais CR, DR e RCD, notou-se que os crescimentos em diâmetro, comprimento e a relação entre CR e DR, apresentaram diferenças significativas entre as médias comparadas (Tabela 1). As raízes das ETNs Flecha-amarela, Minerva, Mana e Jurará, mostraram comprimentos, acima de 30 cm. Para diâmetro, as ETNs Nanica e Flecha-amarela produziram as raízes mais grossas: 7,75 e 7,04, respectivamente. Pelo que se observa neste experimento, é que, o CR e o DR não incrementam, significativamente, a produção de massa fresca das raízes (Tabela 1). Entretanto, sobre a RCD, não é possível fazer uma avaliação consistente, porque além de ser um parâmetro de pouco interesse agrônômico, revela uma plasticidade fenotípica em função do genótipo e as condições ambientais onde a planta fora cultivada.

A característica EE não foi influenciada em nenhum dos genótipos testados (Tabela 1). Contudo, deve-se ressaltar que a entrecasca é um importante resíduo gerado durante o processamento das raízes da mandioca na fabricação da farinha ou fécula. Há informações de que a entrecasca e demais resíduos sólidos, geralmente não aproveitados na produção de derivados da mandioca, apresentam em média 58,1% de amido, 28,6% de fibra e 3,4% de proteína bruta. Portanto, a utilização da entrecasca na produção de farinha e amido de mandioca podem resultar em um aumento produtivo de massa de raízes na ordem de 25% (Viana *et al.*, 2010).

Tabela 1. Valores médios de caracteres avaliados em sete etnovariedades de mandioca de diferentes procedências do Amazonas. Manaus, INPA, 2017.

Caracteres	Cultivares							Coeficiente de variação (%)
	Cobiçada	Flecha Amarela	Minerva	Mana	Trairinha	Nanica	Juraré	
AP(cm)	246,63B	285,17AB	238,01BC	259,86B	198,44C	198,44C	316,64A	13,12
DH(cm)	2,30B	2,66AB	2,62AB	2,84A	2,81AB	2,20B	3,06A	7,99
IC%	26,98	45,36	37,16	36,48	31,64	45,06	31,65	-
NRC	3,57AB	3,72AB	3,91AB	3,00B	3,59AB	2,52B	4,78A	13,66
CR (cm)	29,60AB	32,60AB	33,25A	33,65A	23,45C	24,10BC	32,50AB	14,55
DR (cm)	5,32C	7,04AB	6,01BC	6,20BC	5,59C	7,65A	6,29BC	12,76
RCD (cm)	5,57AB	4,56AB	5,68A	5,35AB	4,23BC	3,13C	5,13AB	14,45
EE (mm)	2,04A	2,07A	2,22A	2,02A	2,09A	1,91A	2,48A	37,38
MMM(t.ha <sup>-1</sup> )	6,81A	4,51A	10,97A	4,80A	4,46A	4,35A	13,43A	17,05
MPA (t.ha <sup>-1</sup> )	22,58B	26,16 AB	32,94AB	32,19AB	30,08AB	16,60B	43,68A	23,65
MFR (t.ha <sup>-1</sup> )	17,31A	25,46A	25,80A	21,24A	15,99A	17,19A	26,45A	15,91
MSR(%)	34,70A	24,32B	29,52B	26,75B	28,86B	26,93B	35,97A	13,12
MTP(t.ha <sup>-1</sup> )	46,70AB	56,16AB	69,72AB	58,22AB	50,54AB	38,15	83,56A	22,30

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

AP = altura da planta, DH = diâmetro da haste, IC = índice de colheita, NRC = número de raízes comerciais, CR = comprimento das raízes, DR = diâmetro das raízes, RCD = relação comprimento diâmetro das raízes, EE = espessura da entrecasca das raízes, MMM = massa da maniva mãe, MPA = massa da parte aérea da planta, MFR = massa fresca da raiz, MSR = massa seca da raiz e MTP = massa total da planta.

A massa da maniva mãe (MMM) foi outra característica que não mostrou diferenças significativas entre as ETNs de mandioca estudadas (Tabela 1). Alguns autores associam a massa da maniva-mãe à parte vegetativa da planta. Estudos de Rós *et al.* (2011) sobre o crescimento, a fenologia e a produtividade de cultivares de mandioca em Presidente Prudente – SP, constatam que a massa da maniva-mãe incrementa a massa fresca da raiz da mandioca.

A massa da parte aérea (MPA) variou entre os genótipos (Tabela 1). A ETN Juraré com 43,68 t ha<sup>-1</sup>, se destacou entre as demais. Este resultado poderia ser esperado, porque essa ETN é originária de Manaus e está mais adaptada às condições locais. Sagrilo *et al.* (2002) consideram a massa da parte um descritor muito importante para o rendimento de massa fresca das raízes tuberosas da mandioca.

O acúmulo de massa fresca (Tabela 1) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, o acúmulo de massa seca das raízes (MSR) influenciou os genótipos, positivamente. As ETNs Cobiçada e Juraré com o rendimento de 34,70 t.ha<sup>-1</sup> e 35,97 t.ha<sup>-1</sup> se destacaram entre as demais. Para Andrade Junior *et al.* (2017) a matéria seca e o teor de amido nas raízes estão relacionados diretamente com a idade das raízes e as condições ambientais onde o plantio foi realizado. Afirmando, ainda que o teor de amido presente nas raízes determina o rendimento das raízes para fins industriais.

Pelo rendimento em MTP observado nas sete ETNs testadas, verificou-se que essa característica apresenta de forma marcante o efeito do fator genético. Apesar da produtividade média de massa das raízes ficasse entre 38,15 a 83,56 t.ha<sup>-1</sup> foi evidente que a altura da planta tem um forte impacto. A diferença entre a MTP produzida pela ETN Nanica e Juraré é tão grande que a última chega a produzir 40 t. ha<sup>-1</sup> a mais, duplicando à primeira. Esses índices de produtividade são superiores às médias de produtividade registradas na região Norte e no Amazonas (IBGE, 2017).

## Conclusões:

Nos caracteres da parte vegetativa das plantas (AP e DH), as ETNs Nanica e Juraré procedentes de Manaus, com 1,98 m e 3,16 m foram identificadas como a mais baixa e mais alta de todas, respectivamente.

Os maiores percentuais de índices de colheita foram apresentados pelas ETNs Flecha Amarela (45,36%) e Nanica (45,06%) procedentes de dos municípios de Lábrea e Manaus.

O número de raízes comerciais produzido pelas sete ETNs foi de 2,52 a 4,78 raízes é considerado baixo. O menor e maior número de raízes foi produzido pelas ETNs Nanica e Juraré, ambas originárias de Manaus.

Observou-se neste experimento, que o comprimento, diâmetro e a espessura da entrecasca, massa da maniva mãe, das raízes não incrementam, significativamente, a produção de massa fresca das raízes.

A massa da parte aérea da planta é um descritor muito importante para o rendimento de massa fresca das raízes tuberosas da mandioca.

Os sete genótipos testados nesta pesquisa mostraram rendimento de produtividade em massa seca nas raízes tuberosas. As ETNs Cobiçada e Juraré originárias dos municípios de Lábrea e Manaus, com o rendimento de 34,70 t.ha<sup>-1</sup> e 35,97 t.ha<sup>-1</sup> se destacaram entre as demais.

A massa total das plantas oscilou entre 38,15 (Nanica) a 83,56 t.ha<sup>-1</sup> (Juraré).

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, C. S.; ALVES, J. M. A.; NETO, F. A. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v.1, n. 1, p. 388-394, 2009.
- BUSHNELL, G. H. S. *Peru- Ancient Peoples and Places*. v. 1. London: Thames and Hudson, 1956. 207 p.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da Mandioca. In: SOUZA, L. S. FARIAS, A. R. N. MATOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Eds.) **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Cruz das Almas: CNPMF, 2006. p.138-169.
- CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; MUNIZ, W. F.; ANDRADE, J. S.; MOREIRA, G. L. P.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. Avaliação de Variedades de Mandioca Tipo Indústria. *Magistra*, v.26. n. 4, p. 456-466, 2014.
- CARVALHO, J. E. B.; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. A. Manejo e Controle de Plantas daninhas. In: SOUZA, L. S. FARIAS, A. R. N. MATOS, P. L. P. FUKUDA, W. M. G. (Eds.) **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Cruz das Almas: CNPMF. 2006. p.560-590.
- DIAS, M. C.; LOPES J. A. **Avaliação e Seleção de Variedades Locais de Mandioca no Município de Lábrea, AM**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 4 p. (Comunicado Técnico, 92). 2012.
- FAGUNDES, L.K.; STRECK, N.A.; ROSA, H.T.; WALER, L.C.; ZANON, A.J.; LOPES, S.J. Desenvolvimento, crescimento e produtividade de mandioca em diferentes datas de plantio em região subtropical. **Ciência Rural**, v.40, p.2460-2466, 2010.
- FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. SILVA, S. O. 2003. Melhoramento da Mandioca. Cruz das Almas, Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 53 p.
- FRANCK, H. et al. Effects of cultivar and harvesting conditions (age, season) on the texture and taste of boiled cassava root. **Food Chemistry**, v. 126, n. 1, p. 127-133, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. 2017. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201708.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201708.pdf). Acesso em: 04/10/2017.
- LAGO, I.; STRECK, N.A.; BISOGNIN, D.A.; SOUZA, A.T.; SILVA, M.R. Transpiração e crescimento foliar de plantas de mandioca em resposta ao déficit hídrico no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1415-1423, 2011.
- LEDO, C. A. S.; ALVES, A. A. C.; MARTINS, M. L. L.; CARVALHO, P. C. L. *Coleção de Espécies Silvestres de Manihot da Embrapa Mandioca e Fruticultura*. Cruz das Almas, 2014. 2 p.
- MATTOS, P. L. P. Implantação da Cultura. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G.; (Eds.) **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Cruz das Almas, 2006, p. 492-517.
- RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; ARAÚJO, H. S.; NARITA, N. Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 552-558, 2011.
- SAGRILO, E.; VIDIGAL Filho, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; KVITSCH, M. V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. *Bragantia*, v.61, n. 2, p. 115-125, 2002.
- SCARAZATTI, B. *Boletim Agrometeorológico*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2016. 40 p.
- VIANA, E. S.; OLIVEIRA, L. A.; SILVA, J. *Processamento mínimo de mandioca*. Cruz das Almas, Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2010. 4 p.