



AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE TRÊS CULTIVARES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO TOCANTINS

Kallyana Moraes Carvalho Dominices¹, Valdira Dias Pereira de Carvalho², Tarso da Costa Alvim³

¹Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO. e-mail: kallyana@ifto.edu.br

²Mestre em Agroenergia – Subsecretaria de Produção de Energia Limpa do Estado do Tocantins. e-mail: valdira.carvalho@gmail.com

³Professor da Universidade Federal do Tocantins – UFT. e-mail: tarso@uft.edu.br

Resumo: Os biocombustíveis têm demonstrado um grande potencial para a substituição em escala maior dos derivados de petróleo. Existem diversas fontes disponíveis para a produção destes novos tipos de combustíveis e, como em sua grande maioria se tratam de fontes vegetais, pode-se garantir a continuidade da produção e com isto evitar uma eventual crise de abastecimento energético. Com isso, o objetivo deste foi avaliar os teores de amido e matéria seca de três cultivares (‘Amarelinha’, ‘Cacau Roxa’ e ‘Tapioqueira’) avaliadas a fim de se verificar como potencialidade, para a produção de etanol na Região Central do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com sete repetições. Os teores de amido e matéria seca apresentados tiveram médias de 46,08% e 41,55%, respectivamente. A cultivar que apresentou maior índice de amido foi a ‘Cacau Roxa’, com 49,00%, ou seja, com potencial para a produção de etanol. Já os valores de matéria seca das cultivares estudadas, variaram de 38,95% a 42,87%, sendo que a cultivar ‘Cacau Roxa’ obteve maiores índices não diferindo estatisticamente da cultivar ‘Amarelinha’.

Palavras-chave: amido, matéria seca, rendimento

1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes limpas e renováveis de energia tem levado ao desenvolvimento de novas tecnologias alternativas aos processos convencionais. Os biocombustíveis têm demonstrado um grande potencial para a substituição em escala maior dos derivados de petróleo. Existem diversas fontes disponíveis para a produção destes novos tipos de combustíveis e, como em sua grande maioria se tratam de fontes vegetais, pode-se garantir a continuidade da produção e com isto evitar uma eventual crise de abastecimento energético. Cana-de-açúcar, beterraba, milho, oleaginosas como a soja, mamona, dendê, pinhão-manso (*Jatropha curcas*), além da biomassa vegetal da celulose, hemicelulose, lignina se apresentam como fontes interessantes para a geração desse tipo de combustível (SANTANA, 2007; SILVA, 2010).

Com as fortes evidências das mudanças climáticas e associadas à perspectiva do fim do petróleo em 2050, a busca por novas fontes de matéria-prima para produção de etanol passou a ser uma prioridade internacional, que certamente irá redefinir um novo posicionamento geopolítico, em função da entrada dos países na rota de produção dos biocombustíveis (SILVEIRA, 2008).

Nesse cenário a mandioca (*Manihot esculenta*) destaca-se como alternativa potencial para a produção de etanol, visto que Cardoso (2003) afirmam que o cultivo da mandioca está associado ao Brasil desde o seu descobrimento e tem destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizado como matéria-prima em inúmeros produtos industriais. Pode ser cultivada entre 30 °N e 30 °S de latitude, desde o nível do mar até 2.300 m de altitude (ALVES, 2006). Seu crescimento, conforme Conceição (1983) é favorecido quando a temperatura média anual varia de 25 °C a 29 °C, porém de acordo com estudos realizados por Alves (2006) pode tolerar temperaturas de 16°C a 38°C.

Bringhenti et al., (2007) afirmaram que a mandioca se destacara como excelente opção para a fermentação alcoólica por apresentar alto teor de amido, tradição de cultivo em considerável área do Brasil, com capacidade de expansão em solos menos férteis e grande importância à agricultura familiar.



Outro motivo que faz com que a mandioca tenha destaque nesse cenário é o fato das agroindústrias produtoras de farinha gerarem um resíduo, conhecido como manipueira, que se apresenta como substrato potencial para processos fermentativos (CEREDA, 1996; LEONEL et al., 1999; LEONEL, 2003; CAMILI et al., 2004; NEVES, 2004; BRINGHENTI et al., 2007).

A mandioca possui uma série de vantagens em relação a outros cultivos, tais como a fácil propagação, elevada tolerância a estresses, rendimentos satisfatórios mesmo em solos de baixa fertilidade, pouco exigente em insumos modernos, potencial resistência ou tolerância a pragas, elevado teor de amido nas raízes, boas perspectivas de mecanização do plantio a colheita, possibilidade de consórcio com inúmeras plantas alimentícias e industriais (VENTURINI FILHO e MENDES, 2003).

Diante disso, um dos caminhos alternativos é o incentivo à inserção de tecnologias que visem o fortalecimento da agricultura familiar, o desenvolvimento de novos setores produtivos, das potencialidades regionais, capacitação técnica, geração de renda e inclusão social, como as voltadas para o manejo de biomassas regionais e cultiváveis, de baixo impacto ambiental e direcionadas à produção de bioenergia. Com isso, objetivou-se com este estudo avaliar os teores de amido e matéria seca de três cultivares ('Amarelinha', 'Cacau Roxa' e 'Tapioqueira') avaliadas a fim de se verificar como potencialidade para a produção de etanol na Região Central do Tocantins.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-Prima – Mandioca

As raízes de mandioca avaliadas neste experimento foram provenientes de três cultivares: 'Amarelinha', 'Cacau Roxa' e 'Tapioqueira', cultivadas em sistema sequeiro e obtidas na Chácara Santa Fé, localizada no município de Palmas, TO. A colheita foi realizada no dia vinte e três de fevereiro de dois mil e dez no período da manhã. Após a colheita 50 kg de raízes de cada uma das variedades foram acondicionadas em sacos limpos de polietileno.

As raízes foram levadas para o Laboratório de Sistemas de Produção de Energia a partir de Fontes Renováveis (LASPER) no Centro Tecnológico Agroindustrial e Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – Campus Palmas. As raízes foram lavadas em água corrente para retirada das sujidades e da película amarronzada que recobre a raiz, desprezando-a. Em seguida, as mesmas foram raladas e foi realizado o procedimento para a quantificação dos teores de amido e matéria seca descritos a seguir.

2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) composto por três cultivares de mandioca ('Amarelinha', 'Cacau Roxa' e 'Tapioqueira') em sete repetições.

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade da variância dos erros. Atendidas as pressuposições, realizou-se análise de variância, adotando-se o teste F. As variáveis cujo teste F foi significativa ($p \leq 0,05$) foram submetidas à análise de comparação múltipla, adotando-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SISVAR.

2.3 Metodologias

2.3.1 Determinação do Teor de Amido na Farinha de Mandioca

O método utilizado foi o descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005), que tem como base a hidrólise do amido presente na amostra, pela ação de base e ácido, para formação de açúcares redutores. Posteriormente à hidrólise, os açúcares formados foram determinados pelo método de Lane-Eynon. O teor de amido foi calculado pela equação abaixo:

$$\% \text{ Amido} = \frac{100 \times V_f}{V} \times 0,9$$

[Equação 1]



mv

Onde: V – volume da solução da amostra;
 f – fator das soluções de Fehling;
 m – massa da amostra;
 v – volume da solução da amostra gasto na titulação;
 0,9 – fator de transformação de açúcares redutores em amido.

2.3.2 Determinação da Umidade e Matéria Seca da Mandioca

Pesou-se, acuradamente, os cadinhos feitos de papel alumínio, devidamente limpos e secos. Em seguida adicionou-se aproximadamente 5 g da amostra, que foi levada à estufa a 105 °C, por 24 h. Após este período, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador e pesadas até peso constante (AOAC, 1994). A determinação da umidade foi feita pela diferença de peso entre a amostra úmida e seca.

$$\% \text{ Matéria Seca} = \frac{\text{Pcadinho com amostra seca} - \text{Pcadinho vazio}}{\text{Pamostra}} \times 100 \quad [\text{Equação 2}]$$

(EST)

Onde: Pcadinho com amostra seca – Peso do cadinho com a amostra seca;
 Pcadinho vazio – Peso do cadinho vazio;
 Pamostra – Peso da amostra.

$$\% \text{ Umidade} = 100 - \text{EST} \quad [\text{Equação 3}]$$

Onde: EST – Extrato Seco Total, ou seja, Matéria Seca

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amido e Matéria Seca

Para essas análises, pode-se observar na Tabela 1 que houve diferença estatística significativa ($p \geq 0,05$). O Quadro 1 apresenta as médias dos teores de amido encontradas para as cultivares estudadas, podendo-se observar que as percentagens variaram de 42,78% a 49,00%. Esses valores foram superiores aos encontrados por Fialho et al. (2002), onde a maioria das variedades enquadrava-se no intervalo de 24,4 a 33,0%, enquanto Borges et al. (2002) obtiveram teores de 30,86% a 33,55% para variedades de mesa.

A cultivar que apresentou maior índice de amido foi a ‘Cacau Roxa’, com 49,00%. O teor médio de amido geral foi de 46,08%, que consiste num bom teor de amido para os presentes materiais e para a finalidade do experimento.

Conforme Cereda e Vilpoux (2003), a raiz de mandioca acumula amido como principal componente de massa seca, correspondendo a aproximadamente 80%, podendo-se imaginar uma correlação positiva entre massa seca e amido.

Tabela 1. Resumo do quadro das análises de variância para amido e matéria seca.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio	
		AMIDO	MATÉRIA SECA
Cultivares	2	68,575900*	35,557633*
Erro	18	10,824033	0,443246
TOTAL	20		
Média Geral		46,0800000	41,5538095
C.V. (%)		7,14	1,60



* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F

^{ns} não significativo

No Quadro 1 é apresentado os valores de matéria seca das cultivares estudadas, que variaram de 38,95% a 42,87%, sendo que a cultivar ‘Cacau Roxa’ obteve maiores índices não diferindo estatisticamente da cultivar ‘Amarelinha’. Estes resultados encontrados são semelhantes aos encontrados por Cereda et al. (1982), Leonel et al. (1998), Ribeiro et al. (2007) e Sacchi et al. (2006), em outras cultivares, onde as raízes apresentaram médias de 37,14% de matéria seca, portanto os valores encontrados neste estudo apresentam melhores índices, com média de 41,55%. Do ponto de vista industrial, os resultados encontrados nesta pesquisa são muito interessantes, pois cultivares que apresentam maiores teores de matéria seca resultam em maior rendimento de etanol no processo, portanto, menos quantidade de água residual. É importante ressaltar que, de acordo com estudos realizados por Cereda e Vilpoux (2003), a medida da massa seca pode servir como referência para avaliar as melhores raízes, com indicação sobre o teor de amido. Carvalho (2007) resalta que o teor de matéria seca é normalmente o caráter que determina o maior ou menor valor pago pelas empresas aos produtores, no momento da comercialização, uma vez que está diretamente relacionado ao rendimento industrial dos diversos produtos derivados da mandioca.

Quadro 1. Médias dos teores de amido (%) e matéria seca (%).

CULTIVARES	AMIDO (%)	MATÉRIA SECA (%)
‘Amarelinha’	46,457143 AB	42,835714 A
‘Cacau Roxa’	49,004286 A	42,874286 A
‘Tapioqueira’	42,778571 B	38,951429 B
Média	46,0800000	41,5538095
C.V. (%)	7,14	1,60

Na coluna as médias seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores de matéria seca nas raízes podem ser correlacionados com os teores de amido; e dependem da variedade, do local onde se cultiva, da idade e época de colheita. Vários estudos sobre o potencial de produção de amido foram desenvolvidos com a cultura da mandioca no Brasil, observando-se uma ampla diversidade genética da espécie para este fator, variando de 5% a 43% (FUKUDA et al., 2006).

6. CONCLUSÕES

Através do trabalho realizado conclui-se que há uma relação entre os teores de matéria seca e os teores de amido, sendo que estes dependem da variedade, do local onde se cultiva, da idade e época de colheita. A cultivar ‘Cacau Roxa’ apresentou maiores valores de amido e matéria seca, portanto, pode-se afirmar que as demais cultivares avaliadas neste estudo também apresentaram índices satisfatórios quando comparadas com outras cultivares, além de que estas tem grande potencial para a obtenção de etanol, e podem ser exploradas em outros estudos e na região Central do Estado do Tocantins. Enfim, o amido tem papel preponderante em relação à produção de etanol, sendo característica indicada para qualquer programa de melhoramento genético que vise obter culturas com essa finalidade, entendendo que a indústria efetuará o pagamento não pela tonelada de raiz, mas pelo os teores de amido, que estão diretamente correlacionados com a matéria seca.



7. REFERÊNCIAS

- ALVES, A.A.C. **Fisiologia da mandioca**. In: Aspectos sócio-econômicos e agrônômicos da mandioca. Editor: Luciano da Silva Souza... [et al.]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p.138-169.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analytical chemists**. Washington, 1994.
- BORGES M. de F.; ROSSETTI, A.G.; FUKUDA, W.M.G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37 n. 11, Brasília, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª Edição. 2005.
- BRINGHENTI, L. Fermentação alcoólica de substrato amiláceo hidrolisado enriquecido com melão de cana. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n. 2, p. 429-432, mar/abr, 2007.
- CAMILI, E. A.; CABELLO, C. **Produção de etanol de manipueira tratada com processo de flotação**. Cerat/Unesp. Botucatu, 2004.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e Inovação Tecnológica na Cadeia Agroindustrial de Fécula de Mandioca no Brasil**. 2003. 207p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- CARVALHO, P. R. N. **Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) por meio da determinação do peso específico (balança hidrostática)**. 2007.
- CEREDA, M.; VILPOUX, O. F. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas. **Série Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas** – vol. 3. São Paulo. Fundação Cargill, 2003.
- CEREDA, M. P. **Caracterização, usos e tratamentos de resíduos da industrialização da mandioca**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, 1996. 56p.
- CEREDA, M.P., CONCEIÇÃO, F.D.A., CAGLIARI, A. M., HEEZEN, A. M., FIORETTO, R. A. **Estudo comparativo de variedades de batata doce (*Ipomoea batatas*), visando aproveitamento em indústrias de alimentos**. Turrialba, San Jose, v.32, p.365-370, 1982.
- CONCEIÇÃO, A.J. **A Mandioca**. São Paulo: Ed. Nobel, 1983.
- FIALHO, J. de F. et al.; Avaliação de variedades de mandioca de mesa nas condições de Cerrado do Distrito Federal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 73, Planaltina, DF, 2002.
- FUKUDA, W. M. G.; FUKUDA, C.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; FIALHO, J. F. Variedades. In: **Aspectos Socioeconômicos e Agrônômicos da Mandioca**. Editor: Luciano da Silva Souza ... [et al.]. – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p.433-454.
- LEONEL, M. Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca com base para produtos dietéticos. **Série Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas** – vol. 3. São Paulo. Fundação Cargill, 2003.



LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 19, n. 2, maio/agosto, 1999.

LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M.P. **Pocessamento industrial de fécula de mandioca e batata doce – Um estudo de caso**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, UNESP, 1998.

NEVES, V. J. M. **Uso do resíduo da produção de farinha de mandioca (crueira) na produção de álcool fino**. 2004. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônomicas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

RIBEIRO, S.S.; CARVALHO, H. W. L.; FUKUDA, W. M. G.; OLIVEIRA, I. R.; OLIVEIRA, V. D.. **Avaliação de cultivares de mandioca para consumo humano na Zona centro-sul do estado de Sergipe**. CERAT. UNESP. 2007.

SACCHI, R. T.; PADOVAN, M. P.; OTSUBO, A. A.; ALVES, L. O.; MORAES, R. M.; OLIVEIRA, A. **Desempenho de variedades de mandioca para fins industriais cultivadas sob manejo orgânico no Mato Grosso do Sul**. CERAT. UNESP. 2006.

SANTANA, N. B. **Eficiência da hidrólise de amido de mandioca por diferentes fontes de enzimas e rendimento da fermentação alcoólica para produção de etanol**. 2007. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SILVA, F.M. **Avaliação e seleção de clones de batata-doce quanto à produtividade e capacidade de bioconversão em etanol**. 2010. 60p. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2010.

SILVEIRA, M. A. **A Cultura da batata-doce como fonte de matéria prima para produção de etanol**. BOLETIM TÉCNICO-UFT, 38p, 2008.

VENTURINI FILHO, W.G.; MENDES, B.P. Fermentação alcoólica de raízes tropicais. In: Cereda, M.P. et al. (Coord). **Tecnologias, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas. Série Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**, Volume 3. Cap. 19; Fundação CARGILL. p. 530 – 575, 2003.