

***Campus Ji-Paraná***

**Coordenação do Curso de Licenciatura em Química**

**DAMYLLA STÉFANI MARIA LUIZ SANTOS FERREIRA DE OLIVEIRA**

**EFEITO DA ESTAÇÃO E DA ÉPOCA DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DE  
ETANOL EM BATATA-DOCE**

**JI-PARANÁ**

**2025**

**DAMYLLA STÉFANI MARIA LUIZ SANTOS FERREIRA DE OLIVEIRA**

**EFEITO DA ESTAÇÃO E DA ÉPOCA DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DE  
ETANOL EM BATATA-DOCE**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus Ji-Paraná*, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciada, junto ao Curso de Licenciatura em Química, sob a orientação do professor Doutor José Assis Gomes de Brito.

JI-PARANÁ

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Oliveira, Damylla Stéfani Maria Luiz Santos Ferreira de.  
Efeito da estação e da época de colheita na produção de etanol  
em batata-doce / Damylla Stéfani Maria Luiz Santos Ferreira de  
Oliveira. - Ji-Paraná, 2025.  
19 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Jose Assis Gomes de Brito.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -  
IFRO, Ji-Paraná, 2025.

1. Ipomeas batatas. 2. Amido. 3. Bioetanol. 4. Rendimento  
agrícola. I. Brito, Jose Assis Gomes de (orient.). II. Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864


**DAMYLLA STÉFANI MARIA LUIZ SANTOS FERREIRA DE OLIVEIRA**

**EFEITO DA ESTAÇÃO E DA ÉPOCA DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DE  
ETANOL EM BATATA-DOCE**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ji-Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciada, junto ao Curso de Licenciatura em Química, sob a orientação do professor Doutor José Assis Gomes de Brito.

Aprovado em: 12/12/2025


Documento assinado digitalmente

 **ADALBERTO ALVES DA SILVA**  
Data: 16/12/2025 23:20:52-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Adalberto Alves da Silva


Documento assinado digitalmente

 **RAFAEL VIEIRA**  
Data: 16/12/2025 20:30:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Rafael Vieira

Documento assinado digitalmente

 **JOSE ASSIS GOMES DE BRITO**  
Data: 16/12/2025 20:21:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientador: Prof. Dr. José Assis Gomes de Brito

## EFEITO DA ESTAÇÃO E DA ÉPOCA DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DE ETANOL EM BATATA-DOCE

**RESUMO:** A busca por fontes renováveis de energia tem estimulado o estudo de culturas agrícolas capazes de fornecer elevados rendimentos de biomassa e carboidratos fermentescíveis, destacando-se a batata-doce como matéria-prima promissora para produção de etanol. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da estação de cultivo e da época de colheita sobre o teor de amido e a produção estimada de etanol em batata-doce. O estudo foi conduzido em parceria entre a FCAV/UNESP e o IFRO – *Campus Ji-Paraná*. As raízes foram cultivadas em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×4, composto por duas estações (inverno e verão) e quatro épocas de colheita (120, 140, 160 e 180 dias após o plantio). O teor de amido foi determinado pelo método Lane-Eynon e convertido em produção estimada de etanol ( $L t^{-1}$  e  $L ha^{-1}$ ). Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que a estação e a época de colheita influenciaram significativamente o acúmulo de amido e o rendimento alcoólico. O verão apresentou maiores valores em todas as épocas, com pico produtivo aos 160 dias. O inverno exibiu menor desempenho e maior variação entre as épocas. Conclui-se que o cultivo na safra de verão aliado à colheita aos 160 dias representa a condição mais eficiente para maximizar o potencial bioenergético da batata-doce.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ipomeas batatas*; amido; bioetanol; rendimento agrícola.

**ABSTRACT:** The search for renewable energy sources has stimulated the study of agricultural crops capable of providing high yields of biomass and fermentable carbohydrates, with sweet potato standing out as a promising raw material for ethanol production. This study aimed to evaluate the effect of the growing season and harvest time on starch content and estimated ethanol production in sweet potato. The experiment was conducted in partnership between FCAV/UNESP and IFRO – Ji-Paraná Campus. The roots were cultivated in a randomized block design, arranged in a 2 x 4 factorial scheme consisting of two seasons (winter and summer) and four harvest times (120, 140, 160, and 180 days after planting). Starch content was determined using the Lane-Eynon method and converted into estimated ethanol production ( $L t^{-1}$  and  $L ha^{-1}$ ). The data were subjected to ANOVA, and means were compared using Tukey's test (5%). The results showed that both the growing season and the harvest time significantly influenced starch accumulation and ethanol yield. Summer presented higher values at all harvest times, with a production peak at 160 days. Winter exhibited lower performance and greater variation among harvest times. It is concluded that cultivation in the summer season combined with harvest at 160 days represents the most efficient condition for maximizing the bioenergy potential of sweet potato.

**KEYWORDS:** *Ipomoea batatas*; starch; bioethanol; agricultural yield.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão do uso de biocombustíveis na matriz energética reflete a busca por soluções diante do esgotamento gradual das fontes fósseis, da intensificação do consumo energético e das pressões por políticas ambientais mais sustentáveis (TABORDA *et al.*, 2015).

Os combustíveis renováveis vêm ganhando destaque por constituírem alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis. Provenientes de biomassa, tais recursos são obtidos a partir de matérias orgânicas renováveis, capazes de regeneração em curtos intervalos de tempo (CARVALHO *et al.*, 2013). No Brasil, a produção de etanol está historicamente ligada à cana-de-açúcar e à criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), instituído em 1975 como resposta à crise do petróleo. Considerado o maior e mais ambicioso programa de produção e uso de combustíveis renováveis do mundo, o Proálcool reduziu a dependência de combustíveis fósseis e contribuiu significativamente para o desenvolvimento econômico e tecnológico do país (DA CRUZ, 2016).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2024), desde sua implementação, o Proálcool proporcionou ao Brasil uma economia energética equivalente a mais de 2,5 bilhões de barris de petróleo, representando cerca de 205 bilhões de dólares em economia com importações de gasolina ao longo das últimas cinco décadas. Esse impacto consolidou o etanol como fonte estratégica de energia e pilar da política de descarbonização nacional, mantendo o país na vanguarda da transição energética global. Atualmente, o programa segue inspirando novas iniciativas, como a Lei do Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024), que busca modernizar e expandir as fontes renováveis, fortalecendo o mercado de biocombustíveis e ampliando a sustentabilidade ambiental.

Com o avanço das usinas dedicadas ao uso do milho de segunda safra, o etanol brasileiro passou a incorporar uma rota produtiva capaz de aproveitar áreas já cultivadas e ampliar a oferta de biocombustíveis sem expandir a fronteira agrícola. Esse modelo, impulsionado especialmente em Mato Grosso, evidencia

o potencial do país em diversificar sua matriz energética enquanto adota tecnologias que intensificam a produção de grãos e fortalecem a sustentabilidade do setor (JUSTUS *et al.*, 2024).

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça tuberosa originária da América do Sul, embora cerca de 90% de sua produção atual esteja concentrada na Ásia. A cultura apresenta melhor adaptação a regiões tropicais (RIZZOLO *et al.*, 2014). Por ser cultivada principalmente por pequenos produtores e, em grande parte, destinada ao mercado local ou ao consumo próprio, a batata-doce tem recebido pouca atenção da pesquisa agrícola no Brasil, especialmente no que diz respeito às suas necessidades nutricionais e às recomendações de adubação (THUMÉ *et al.*, 2013).

Apesar desse contexto, a batata-doce apresenta-se como uma matéria-prima promissora para a produção de etanol, devido ao seu elevado teor de amido e alta produtividade de biomassa (MACHADO; ABREU, 2007). Estudos indicam que o rendimento alcoólico dessa cultura pode ser até duas vezes superior ao obtido a partir da cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2011). No entanto, sua utilização ainda é pouco explorada no Brasil, o que justifica o investimento em pesquisas voltadas ao aproveitamento energético de novos genótipos.

O potencial bioenergético da batata-doce está diretamente associado à composição e à estrutura do amido presente em suas raízes. O amido é um polissacarídeo constituído por unidades de glicose organizadas principalmente nas frações amilose e amilopectina, ligadas por ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ -(1→4) e  $\alpha$ -(1→6). Durante o processo de hidrólise, essas ligações são rompidas, liberando glicose, a qual pode ser convertida em etanol por fermentação alcoólica, obedecendo a uma relação estequiométrica bem estabelecida. Dessa forma, o teor de amido constitui um parâmetro-chave para a estimativa do rendimento potencial de etanol a partir dessa cultura (FERREIRA; ALMEIDA, 2022).

Estudos indicam que as condições ambientais mais favoráveis, especialmente aquelas presentes na estação chuvosa, tendem a intensificar o acúmulo de carboidratos nas raízes de batata-doce, prolongando o período de deposição de reservas e favorecendo a formação de amidos mais estruturados

e estáveis (DOS SANTOS *et al.*, 2023). Além disso, o avanço do estágio de desenvolvimento das raízes também exerce influência significativa na composição da cultura, sendo observado maior teor de amido quando a colheita é realizada na maturidade fisiológica, estágio em que ocorre o máximo acúmulo desse componente (BEZERRA *et al.*, 2025). Esses fatores, em conjunto, contribuem para o aumento do potencial de produção de etanol a partir da batata-doce.

Tem-se como hipótese que as condições ambientais do verão e a colheita realizada em estádios mais avançados de desenvolvimento promovam maior acúmulo de amido na batata-doce, resultando em aumento da produção estimada de etanol em comparação ao cultivo no inverno e às colheitas mais precoces.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da estação de cultivo e da época de colheita sobre o teor de amido e a produção estimada de etanol em batata-doce, visando identificar a condição mais eficiente para maximizar o rendimento alcoólico.

## **2. METODOLOGIA**

O estudo foi conduzido em parceria com a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP – *campus* Jaboticabal) e o Instituto Federal de Rondônia (IFRO) – *Campus* Ji-Paraná. As amostras de batata-doce referentes ao genótipo CERAT 60-05, foram enviadas pela FCAV/UNESP para análise físico-química no IFRO. O genótipo CERAT 60-05 foi cultivado em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, estruturado em esquema fatorial 2×4. Nesse delineamento, o primeiro fator correspondeu à estação do ano (inverno e verão) e o segundo fator às épocas de colheita (120, 140, 160 e 180 dias após o plantio – DAP).

Após a colheita das raízes tuberosas no campo e processamento em laboratório, realizou-se o processo de secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas. Para otimizar a secagem, as raízes foram previamente fatiadas, facilitando a remoção da umidade (Figura 01). Concluída a secagem, as amostras foram moídas em um moinho de facas do tipo Willey (modelo LB910).



**Figura 01.** Fatiamento das raízes tuberosas de batata-doce para secagem. Fonte: Arquivo pessoal

De posse das amostras procedeu-se a determinação do teor de amido, conforme metodologia descrita por Carvalho, Fernandes e Pires (2006), adaptada do método de Carvalho *et al.* (2002).

O método baseia-se na hidrólise ácida do amido, convertendo-o em glicose, a qual é posteriormente quantificada pelo método de Lane-Eynon (também conhecido como método de Fehling), que utiliza a redução do reagente de Fehling em meio alcalino e a titulação com indicador de azul de metileno para determinação do ponto final. Inicialmente, 2 g de amostra foram pesados e transferidos para Erlenmeyer contendo 200 mL de água destilada e 1 mL de NaOH a 10%, sendo aquecidos em autoclave a 121 °C por 1 hora para promover a gelatinização do amido. Após o resfriamento, adicionaram-se 10 mL de HCl concentrado, seguido de novo aquecimento em autoclave por 30 minutos, visando à completa hidrólise. A solução resultante foi neutralizada com NaOH a 40%, filtrada e o filtrado submetido à titulação.

As titulações foram realizadas com soluções de Fehling A e B, preparadas em laboratório a partir de reagentes de grau analítico (P.A.). A solução de Fehling A foi preparada pela dissolução de 34,639 g de sulfato de cobre pentahidratado



( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) em água destilada, com avolumamento para 1000 mL. A solução de Fehling B foi obtida pela dissolução de 173 g de tartarato duplo de sódio e potássio (sal de Rochelle) e 125 g de hidróxido de sódio (NaOH), completando-se o volume para 1000 mL com água destilada. Antes das análises, ambas as soluções foram padronizadas por titulação com solução padrão de glicose, visando à determinação do fator de correção (FC).

A solução padrão de glicose foi preparada a partir da pesagem de 0,500 g de glicose anidra, previamente seca em estufa a vácuo a 70 °C por 1 hora, sendo dissolvida e avolumada para 100 mL. Para a padronização, foram pipetados 10 mL da solução de Fehling A e 10 mL da solução de Fehling B em balão de titulação, adicionando-se 40 mL de água destilada e pérolas de ebulição. A mistura foi aquecida até ebulição e titulada com a solução padrão de glicose, mantendo-se a ebulição. Próximo ao ponto final, adicionou-se uma gota de azul de metileno a 1% como indicador, prosseguindo-se a titulação até o completo descoramento do indicador (Figura 02). O tempo total de titulação não excedeu 3 minutos.

O volume médio de solução padrão de glicose consumido na titulação foi de aproximadamente 10 mL, sendo utilizado para o cálculo do fator de correção da solução de Fehling, conforme a equação apresentada, obtendo-se fator de correção (FC) igual a 0,063, o qual foi aplicado nos cálculos para a determinação do teor de amido das amostras analisadas.

$$FC = ((mL \text{ gastos de glicose} \times 0,5) / (100))$$

Em que:

- FC = fator de correção da solução de Fehling;
- mL gastos de glicose = volume da solução padrão de glicose gasto na titulação (mL);
- 0,5 = fator correspondente à quantidade de glicose (g) equivalente a 100 mL da solução padrão utilizada na padronização.



**Figura 02.** Titulação da amostra hidrolisada para a determinação do teor de amido, conforme o método de Lane-Eynon (Fehling).  
Fonte: Arquivo pessoal.

Os resultados foram expressos em percentual de amido com base na massa seca e o teor de amido foi calculado com base no volume de titulante gasto, utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Amido (\%)} = (FC) \times ((500 \times 100 \times 0,9)/(V \times P))$$

Em que:

- FC = fator de correção da solução de Fehling;
- V = volume de solução da amostra gasto na titulação (mL);
- P = massa da amostra (g).

A produção estimada de etanol foi obtida convertendo a porcentagem de amido para litros por tonelada de batata-doce ( $L t^{-1}$ ), sendo o cálculo realizado pela multiplicação do teor de amido (%) pelo fator 6,3, conforme a seguinte equação:

$$\text{Etanol (L t}^{-1}\text{)} = \% \text{ amido} \times 6,3$$

Essa conversão baseou-se na relação estequiométrica entre amido e etanol. Após a conversão para  $L t^{-1}$ , os valores foram extrapolados, para a extrapolação dos valores de rendimento para a escala agrícola ( $L ha^{-1}$ ), foram

utilizados dados de produtividade de raízes por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ) correspondentes ao mesmo experimento de campo conduzido na FCAV/UNESP – campus Jaboticabal. Essas informações foram fornecidas pela equipe responsável pelo cultivo das raízes tuberosas e referem-se às produtividades obtidas nas diferentes épocas de colheita e estações do ano avaliadas. para a produtividade por hectare ( $L\ ha^{-1}$ ). Essa abordagem permitiu estimar o rendimento potencial de etanol em função das épocas de colheita e das condições sazonais.

A análise estatística foi realizada de modo a identificar o comportamento específico desse material genético em relação às diferentes épocas de colheita. Essa abordagem permite avaliar a interação do genótipo com as condições ambientais de cada estação, promovendo uma interpretação mais precisa do seu potencial bioenergético.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) considerando o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial  $2 \times 4$ . Nos casos em que foram observados efeitos significativos ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância (tabela 01) revelou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das épocas de colheita e das estações do ano sobre o teor de amido e a produção estimada de etanol para o genótipo. A interação entre esses fatores também foi significativa, indicando que a resposta do genótipo variou conforme as condições sazonais.

**Tabela 01.** Análise de variância para amido (%) e etanol ( $L\ t^{-1}$  e  $L\ ha^{-1}$ ) em função das estações e épocas de colheita em batata-doce

Tratamentos	Amido %	Etanol $Lt^{-1}$	Etanol $L\ ha^{-1}$
<b>Estação</b>			
Inverno	66,46	418,71	13.904,25b
Verão	68,12	429,15	27.589,85a
<b>Épocas</b>			
120	66,05	416,11	10.033,97
140	66,42	418,46	18.099,22
160	66,27	419,49	26.531,05

180	70,42	443,68	28.323,98
<b>Teste F</b>			
Estação (S)	0,820 <sup>ns</sup>	0,820 <sup>ns</sup>	80,557 <sup>**</sup>
Épocas (E)	1,309 <sup>ns</sup>	1,309 <sup>ns</sup>	30,487 <sup>**</sup>
SxE	4,805 <sup>**</sup>	4,801 <sup>**</sup>	1,217 <sup>ns</sup>
CV(%)	6,66	6,67	18,00

\*, \*\* = significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo, médias seguidas de mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey

Na análise de desdobramento (tabela 02), observa-se a interação Estação x Época para o teor de amido, evidenciando que o comportamento do genótipo variou conforme as condições sazonais. Na safra de verão, não houve diferença significativa entre as épocas, indicando estabilidade no acúmulo de amido, com valores entre 66,28% (160 DAP) e 72,34% (140 DAP). Na safra de inverno, entretanto, ocorreram oscilações mais expressivas, com redução aos 140 dias após o plantio (DAP) (60,50%) e aumento aos 180 DAP (74,23%). Na comparação entre estações dentro de cada época, o verão apresentou maiores teores nas colheitas precoces aos 120 e 140 (DAP), enquanto aos 180 DAP o inverno apresentou melhor resultados em colheita tardia.

Esses resultados demonstram que o acúmulo de amido é influenciado simultaneamente pela estação de cultivo e pela época de colheita, caracterizando uma interação genótipo x ambiente (G x E). De acordo com Sun et al. (2025), a síntese e a mobilização do amido em batata-doce são fortemente moduladas pela temperatura, visto que ambientes mais quentes favorecem a atividade enzimática associada ao acúmulo de carboidratos, enquanto condições mais frias reduzem a eficiência metabólica das raízes.

**Tabela 02.** Análise de desdobramento do amido.

Época	Estação	
	Inverno	Verão
<b>120</b>	64,82Aba	67,27Aa
<b>140</b>	60,50Bb	72,34Aa
<b>160</b>	66,28Aba	66,28Aa
<b>180</b>	74,23Aa	66,61Aa

Média seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O desdobramento da interação Estação x Época para a produção estimada de etanol (tabela 03) mostrou que o desempenho bioenergético do

genótipo acompanhou o comportamento observado para o teor de amido. Para a safra de verão, o rendimento alcoólico apresentou aumento ao longo do ciclo, atingindo seu máximo aos 160 DAP, enquanto na safra de inverno, as médias de produção foram inferiores e apresentaram pouca variação entre as épocas avaliadas. Na comparação entre estações dentro de cada época, a produção estimada de etanol para o genótipo mostrou-se superior em praticamente todas as avaliações para a safra de verão, evidenciando maior eficiência na conversão dos carboidratos acumulados nas raízes.

Esses padrões são coerentes com o comportamento fisiológico da cultura, uma vez que a síntese e a estabilidade estrutural do amido são influenciadas pela temperatura. Guo *et al.* (2022) demonstraram que temperaturas mais elevadas favorecem maior organização cristalina e melhor estrutura dos grânulos de amido, enquanto ambientes mais frios reduzem essa organização, comprometendo a eficiência de deposição de carboidratos. Assim, a maior produção de etanol na safra de verão reflete a maior disponibilidade e qualidade do amido sintetizado nessa estação, reforçando que o rendimento alcoólico depende diretamente do ambiente térmico e da época de colheita.

**Tabela 03.** Análise de desdobramento da estimativa da produção de etanol (L t<sup>1</sup>)

Época	Estação	
	Inverno	Verão
<b>120</b>	408,40Aba	423,80Aa
<b>140</b>	381,17Bb	455,75Aa
<b>160</b>	417,40Aba	417,58Aa
<b>180</b>	419,68Aa	467,67Aa

Média seguidas da mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Observou-se que na safra de verão, o genótipo apresentou os maiores valores médios de produção de etanol, atingindo 27.589,85 L ha<sup>-1</sup>, enquanto na safra de inverno a produtividade foi de 13.904,25 L ha<sup>-1</sup>. A produção aumentou progressivamente entre 120 e 160 (DAP), com tendência de estabilização após esse período. A análise de regressão polinomial ( $R^2 = 0,9885$ ) evidenciou que o pico produtivo ocorre próximo a 160 DAP, indicando que colheitas tardias não proporcionam ganhos expressivos (Figura 01).

Essa discrepância pode ser atribuída principalmente às condições ambientais mais favoráveis no verão, como maior incidência de radiação solar,

temperaturas elevadas e maior disponibilidade hídrica, fatores que estimulam o crescimento vegetativo, o acúmulo de biomassa e o aumento de açúcares fermentescíveis nas raízes tuberosas, parâmetros diretamente relacionados ao rendimento alcoólico.

Por outro lado, no inverno, as temperaturas mais amenas, a redução do fotoperíodo e, em algumas regiões, limitações hídricas tendem a diminuir a taxa fotossintética e o metabolismo da cultura, comprometendo a formação e o acúmulo de carboidratos. Como consequência, a produção de biomassa e o teor de amido, base para a conversão de etanol, são reduzidos, resultando em menor produtividade alcoólica. Oliveira et al. (2017), avaliando o desempenho de clones de batata-doce para produção de bioetanol em diferentes períodos de cultivo verificou, que com o aumento do tempo de colheita aumenta-se a produção de etanol.

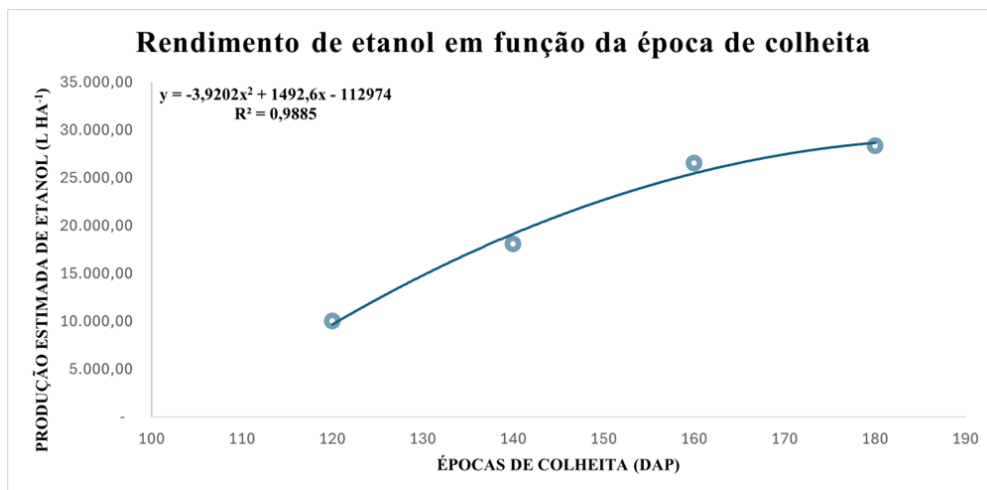


Figura 03. Rendimento de etanol em função da época de colheita do genótipo 60-05

Resultados semelhantes foram observados por Costa (2015) e Vieira et al. (2015), que verificaram elevação no teor de amido e na produtividade de etanol em batata-doce cultivada sob condições ambientais de maior luminosidade e calor. Esses autores destacam que o acúmulo máximo de amido ocorre entre 150 e 170 DAP, intervalo que coincide com o pico produtivo identificado no presente estudo para o genótipo CERAT 60-05. Dessa forma, o desempenho superior na safra de verão confirma que a época de cultivo e as condições térmicas são determinantes para maximizar o potencial bioenergético da batata-doce.



Os valores obtidos para o genótipo superam de forma consistente as produtividades médias relatadas para materiais convencionais, situadas entre 15.000 e 22.000 L ha<sup>-1</sup>, segundo Gonçalves (2011) e dados da Embrapa (2008), programas de policruzamento são amplamente utilizados para ampliar a variabilidade genética em batata-doce, permitindo a seleção de materiais com diferentes características agrônomicas e industriais. Assim, o desempenho observado neste estudo reflete o potencial do material avaliado dentro desse conjunto mais amplo de genótipos gerados, reforçando a importância do melhoramento genético na identificação de clones com atributos favoráveis ao uso bioenergético.

A produtividade estimada de etanol obtida aproxima-se, inclusive, de valores encontrados para culturas tradicionais de primeira geração, como milho e cana-de-açúcar, considerando a relação rendimento/área, reforçando a competitividade bioenergética do genótipo. Além disso, a batata-doce apresenta vantagens agrônomicas importantes, como ciclo reduzido, adaptação a solos de média fertilidade e menor demanda de insumos.

Dessa forma, os resultados observados consolidam o genótipo como altamente promissor para a produção de bioetanol, especialmente quando cultivado em condições de maior temperatura e colhido por volta dos 160 dias após o plantio. Essa combinação de fatores maximiza o acúmulo de amido e potencializa a conversão alcoólica, sendo uma alternativa sustentável e energeticamente viável para sistemas de produção de biocombustíveis.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados demonstraram que tanto a estação de cultivo quanto a época de colheita influenciaram o teor de amido e o rendimento estimado de etanol. Entre as estações, a safra de verão mostrou-se mais favorável, apresentando maior estabilidade no acúmulo de carboidratos e maiores valores de etanol por hectare em todas as épocas. Quanto às épocas de colheita, observou-se que 160 dias após o plantio foi o período de melhor desempenho, resultando no maior acúmulo de amido e na máxima produção estimada de etanol.



Dessa forma, conclui-se que a combinação entre cultivo na safra de verão e colheita aos 160 dias constitui a condição mais eficiente para maximizar o rendimento alcoólico da batata-doce, reforçando seu potencial como matéria-prima para bioetanol em sistemas sustentáveis de produção.

## **5. AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por toda a força concedida para chegar até este momento.

Aos meus pais, Ione Santos Ferreira de Oliveira e Robson Luiz de Oliveira, pelo apoio e pela compreensão. Saibam que, sem o apoio de vocês, nada seria possível.

Aos meus irmãos, Darllan Junior Luiz Santos Ferreira de Oliveira e Robson Danrley Luiz Santos Ferreira de Oliveira, por sua orientação e compreensão; e à minha cunhada, Geissiane Neves Toledo, pela parceria, paciência e ensinamentos.

Às minhas avós, Anita Luiz de Carvalho e Denacir Fernandes Ferreira, pelo incentivo constante; e aos meus tios, por todo o apoio ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Assis Gomes de Brito, pela paciência, disponibilidade, orientação, simpatia, atenção, ensinamentos e por todo o apoio durante o período de pesquisa e escrita.

Aos técnicos de laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus* Ji-Paraná, Alexandre da Silva Machado, Lizianne de Matos Emerick e Valério Magalhães Lopes, pela orientação, amizade, conselhos e por não permitirem que eu desistisse durante esse processo.

Aos amigos que caminharam comigo ao longo do curso, cuja presença foi fundamental para a realização desta pesquisa. Saibam que, sem o apoio de vocês, nada seria possível.

Mas faço uma menção especial à minha amiga e companheira de estudos, Camilly Vitória Rodrigues de Jesus, por todo apoio, conselhos, compreensão e

companhia em momentos difíceis, que tornaram essa jornada mais leve e possível.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus Ji-Paraná*, pela infraestrutura e pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Anne K. de H. et al. Yield and quality of sweet potato under nitrogen rates and vine cuttings densities per hole1. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 30, n. 1, p. e291870, 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Proálcool completa 49 anos e segue impulsionando a transição energética do Brasil. Brasília, DF: Governo Federal, 2024.

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de; FERNANDES, Francisco Éden de Paiva; PIRES, Aureliano José Vieira. Métodos de determinação dos teores de amido e pectina em alimentos para animais. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, Málaga, v. 7, n. 1, p. 1–12, 2006.

CARVALHO, H.H., JOMG, E.V., BELLÓ, R.M. et al. Alimentos: métodos físicos e químicos de análise. 1.ed. Porto alegre: Universidade/UFRGS, 2002. 180p.

CARVALHO, Leidiane et al. Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1–14, 2013.

COSTA, Douglas Martins da. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a produtividade, composição e aproveitamento das ramas visando a produção de etanol.2015.56f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, **Programa de Pós-Graduação em Agroenergia**, Palmas, 2015.

DA CRUZ, Michele Gomes; GUERREIRO, Eziquiel; RAIHER, Augusta Pelinski. A evolução da produção de etanol no Brasil, no período de 1975 a 2009. **Revista Econômica do Nordeste**, [S. l.], v. 43, n. 4, p. 141–160, 2016. DOI: 10.61673/ren.2012.248.

DOS SANTOS, Thaís Paes Rodrigues et al. Seasonal variations in the starch properties of sweet potato cultivars. **Horticulturae**, v. 9, n. 3, p. 303, 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Estudo sobre o potencial produtivo da batata-doce para produção de etanol. Brasília, DF: Embrapa, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FERREIRA, Poliana Sander; ALMEIDA, Eveline Lopes. AMIDO – UMA ABORDAGEM ACERCA DA COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA, PROPRIEDADES, MODIFICAÇÃO E APLICAÇÃO. In: MEDEIROS, Jackson Andson de; NIRO, Carolina Madazio (org.). Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades – Vol. 2. Jardim do Seridó: Agron Food Academy, 2022. p. [892-908]. DOI: <https://doi.org/10.53934/9786585062039-79>.

GONÇALVES, R. J. S. Variabilidade genética para produção de etanol e para resistência a *Meloidogyne enterolobii* em coleção de clones de batata-doce. 2011. 110 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

GUO, Ke et al. Effects of growth temperature on multi-scale structure of root tuber starch in sweet potato. **Carbohydrate Polymers**, v. 298, p. 120136, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes – 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

JUSTUS, Marcelo et al. Did the entry of the corn ethanol industry in Brazil affect the relationship between domestic and international corn prices?. **GCB Bioenergy**, v. 16, n. 9, p. e13181, 2024.

MACHADO, C. M. M.; ABREU, F. R. Alcool combustível a partir da batata. Associação Brasileira da Batata, Brasília, 2007.

OLIVEIRA, Alisson et al. Performance of sweet potato clones for bioethanol production in different cultivation periods. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 57-62, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170109>.

PAVLAK, M. C. M. et al. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 82–86, 2011.

RIZZOLO, Joana Antunez et al. Estudos para o aproveitamento biotecnológico de variedades de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] na fermentação alcoólica para a produção de etanol combustível e aguardente. 2014.

RODRIGUES, F. M.; BERALDO, J. M. G.; SILVEIRA, C. A. Estudo técnico-econômico da produção de etanol a partir da batata-doce. São Paulo: Comissão de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009.

SILVEIRA, M. A. Estimativa da produção de etanol em clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 101–107, 2007.

SUN, Guangyan et al. Effects of Different Temperatures on the Physiological Characteristics of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) Storage Roots and Growth of Seedlings During the Sprouting and Seedling Period. **Plants**, v. 14, n. 6, p. 868, 2025.

TABORDA, Loana Wollmann et al. Avaliação da viabilidade técnica e econômica da produção de etanol em planta piloto a partir da batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Custos e Agronegócio Online**, Recife, v. 11, n. 1, p. 245–262, 2015.

THUMÉ, M. A. et al.. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. **Revista Ceres**, v. 60, n. 6, p. 863–875, nov. 2013.

VIEIRA, Afonso Duarte et al. Avaliação agrônômica de clones de batata doce com potencial para produção de etanol. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, 2015.