



REVISTA ELETRÔNICA
CIENTÍFICA DA UERGS

Início de acumulação de amido e produtividade de raízes em cultivares de mandioca

Paula de Souza Cardoso

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: paulasouza_1993@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/1330757552136903>

Alencar Junior Zanon

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: alencarzanon@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/7337698178327854>

Nereu Augusto Streck

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: nstreck2@yahoo.com.br, <http://lattes.cnpq.br/8121082379157248>

Charles Patrick de Oliveira de Freitas

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: charlespatrick2010@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/1597791305081952>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 05 nov. 2022. Aceito: 22 set. 2023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.93.178-185>

Resumo

O início de acumulação de amido (IAA) modifica a relação fonte/dreno na planta de mandioca e, a partir desse estágio, as raízes tuberosas passam a ser o principal órgão de reserva de amido na planta. Neste estudo, os objetivos foram identificar o número de folhas acumuladas na haste principal no início da acumulação de amido, como também e avaliar a produtividade de massa fresca de raízes em sete cultivares de mandioca. O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2018/2019 e 2019/2020 em Santa Maria, RS, Brasil, com as cultivares registradas (BRS 396, BRS 399, IAC 576 e Fepagro RS13) e não registradas no registro nacional de cultivares (Aceguá, Frita e Vassourinha). Para avaliar o início do acúmulo de amido (raiz com diâmetro maior que 10 mm), foram realizadas amostragens semanais após as plantas acumularem 15 folhas na haste principal. A produtividade ($Mgha^{-1}$) foi determinada no oitavo mês após o plantio. O número de folhas variou de 25 a 33 folhas para o IAA nas raízes tuberosas. Conclui-se que o indicador morfológico número de folhas acumuladas pode ser utilizado para identificar a campo o IAA de forma não destrutiva e auxiliar em práticas de manejo na cultura da mandioca. As maiores produtividades foram registradas nas cultivares Fepagro RS13 ($50,7 Mg ha^{-1}$), Vassourinha ($53,5 Mgha^{-1}$), Frita ($50,4 Mg ha^{-1}$) e BRS 399 ($42,9 Mg ha^{-1}$).

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz; prática de manejo; eficiência no uso de recursos.

Abstract

The beginning of starch accumulation (BSA) modifies the source/sink ratio in cassava plants, and from this stage, the tuberous roots become the main starch reserve organ in the plant. The objectives of this study were to identify the number of leaves accumulated on the main stem at the beginning of starch accumulation and to evaluate the productivity of fresh root mass in seven cassava cultivars. The experiment was conducted in the agricultural years of 2018/2019 and 2019/2020 in Santa Maria, RS, Brazil, with the registered cultivars BRS 396, BRS 399, IAC 576 and Fepagro RS13, and the unregistered cultivars in the national cultivar register Aceguá, Frita and Vassourinha. To assess the beginning of starch accumulation (root's diameter larger than

10 mm), samples were taken weekly after the plants had gotten 15 leaves on the main stem. The yield (Mg ha^{-1}) was determined in the eighth month after planting. The number of leaves ranged from 25 to 33 for the BSA in the tuberous roots. The morphological indicator number of accumulated leaves can be used as a non-destructive means of identifying the BSA in the field and to assist with management practices in cassava crops. The cultivars Fepagro RS13 ($50,7 \text{ Mg ha}^{-1}$), Vassourinha ($53,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), Frita ($50,4 \text{ Mg ha}^{-1}$) e BRS 399 ($42,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) showed the highest yields in the two agricultural years evaluated.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz; management practice; resource use efficiency.

Resumen

Início de acumulación de almidón y rendimiento de raíces en cultivares de mandioca

El inicio de acumulación de almidón (IAA) modifica la relación fuente/drenaje en la planta de mandioca, y a partir de ese estadio las raíces tuberosas pasan a ser el principal órgano de reserva de almidón en la planta. Los objetivos de este estudio fueron identificar el número de hojas acumuladas en el tallo principal al inicio de la acumulación de almidón y evaluar el rendimiento de masa fresca de raíces en siete cultivares de mandioca. El experimento fue conducido en los años agrícolas 2018/2019 y 2019/2020 en Santa Maria, RS, Brasil, con las cultivares registradas (BRS 396, BRS 399, IAC 576 y Fepagro RS13) y no registradas en el registro nacional de cultivares (Aceguá, Frita y Vassourinha). Para evaluar el inicio de acumulación de almidón (raíz con diámetro mayor de 10 mm) fueron realizados muestreos semanales después de que las plantas acumularan 15 hojas en el tallo principal. El rendimiento (Mg ha^{-1}) fue determinado en el octavo mes después de la siembra. El número de hojas varió de 25 a 33 hojas para el IAA en las raíces tuberosas. El indicador morfológico del número de hojas acumuladas puede ser utilizado para identificar a campo el IAA de forma no destructiva y auxiliar en las prácticas de manejo en el cultivo de mandioca. Los mayores rendimientos se registraron en las cultivares Fepagro RS13 ($50,7 \text{ Mg ha}^{-1}$), Vassourinha ($53,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), Frita ($50,4 \text{ Mg ha}^{-1}$) y BRS 399 ($42,9 \text{ Mg ha}^{-1}$).

Palabras clave: *Manihot esculenta* Crantz; práctica de manejo; eficiencia há el uso de recursos.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América do Sul, é considerada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) a cultura do século XXI (FAO, 2018). Devido sua importância e potencial para alimentar mais de 800 milhões de pessoas no mundo, a mandioca é a terceira fonte de energia em países em desenvolvimento, superada apenas pelo arroz e milho (TIRONI *et al.*, 2019). O Brasil atualmente é o quarto maior produtor mundial de mandioca com uma produção de 21,5 milhões de toneladas nos últimos cinco anos e uma produtividade média de 15 Mg há^{-1} (IBGE, 2021).

Desenvolvimento e crescimento das plantas são processos independentes, que podem ocorrer simultaneamente ou não (WILHELM & McMASTER, 1995). Desenvolvimento refere-se à diferenciação celular, iniciação e aparecimento de órgãos, e se estende até a senescência da cultura, enquanto que crescimento é o aumento irreversível de uma grandeza física como massa, área, altura, diâmetro e volume (HODGES, 1991; WILHELM & McMASTER, 1995). O número de folhas (NF) pode ser associado nos momentos importantes do desenvolvimento da cultura da mandioca como o início de acumulação de amido (IAA) e pode ser medido facilmente na planta (SCHONS *et al.*, 2007). O IAA modifica a relação fonte/dreno na planta de mandioca e a partir deste estágio as raízes tuberosas transformam-se no principal órgão de reserva de amido da planta (MATTHEWS *et al.*, 1994). Neste estágio específico do ciclo de desenvolvimento, a planta requer práticas de manejo para alcançar altas produtividades, como a adubação nitrogenada em cobertura e a ausência de plantas daninhas competindo por água, luz e nutrientes (TIRONI *et al.*, 2019).

O número de folhas é um indicador morfológico preciso para determinar o IAA de forma rápida, que busca atender uma demanda prática de extensionistas e pesquisadores, fornecendo informações que permitem aos produtores melhorarem a eficiência nas práticas de manejo. Em estudo conduzido em condições controladas (vasos) e sem limitações de água e nutrientes, Schons *et al.* (2007) definiram que o IAA ocorreu com 20 folhas na haste principal na cultivar Fepagro RS 13. Ainda, existe uma carência de informações, em condição



de lavoura, sobre qual é o número de folhas no início do IAA nas principais cultivares de mandioca utilizadas por agricultores no Sul do Brasil. Este estudo teve como objetivo identificar o número de folhas acumuladas na haste principal no início da acumulação de amido e avaliar a produtividade de massa fresca de raízes de sete cultivares de mandioca.

Material e Métodos

Os experimentos de campo conduzidos com a cultura da mandioca ocorreram nos anos agrícolas de 2018/2019 e 2019/2020 na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, Brasil (latitude: 29° 43"S, longitude: 53° 43"W e altitude: 95m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes (KUINCHTNER *et al.* 2001). O solo do local do experimento é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico, bem drenado, profundo (> 1,5 m) e com baixa fertilidade natural, representando os solos que normalmente são cultivados com mandioca no Sul do Brasil (STRECK *et al.*, 2018).

Sete cultivares foram avaliadas, sendo quatro cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA): BRS 396, BRS 399, IAC 576 e Fepagro RS13 e três cultivares não registradas conhecidas popularmente por Aceguá, Frita e Vassourinha. As cultivares BRS 396, BRS 399 e a IAC 576 são biofortificadas, ou seja, melhoradas geneticamente para alta produtividade, baixo teor de ácido cianídrico (HCN) nas raízes e um teor mais elevado de carotenoides (Vitamina A), possuindo a cor da polpa amarelada (Embrapa, 2015). As cultivares Aceguá, Frita e Vassourinha foram utilizadas por serem as mais plantadas no Sul do Brasil com a finalidade de mesa, e a cultivar Fepagro RS13 devido a sua dupla aptidão de utilização como mesa e forrageira (TIRONI *et al.*, 2019).

O plantio foi realizado no dia 15 de outubro de 2018 e no dia 7 de novembro de 2019, seguindo um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, com parcelas de 32 m², utilizando um espaçamento de 1,5m x 0,8m, e densidade de plantas de 8.333 plantas há⁻¹. O preparo do solo sucedeu-se de forma convencional com camalhões e utilizado manivas com 5 a 7 gemas. A correção da fertilidade do solo aconteceu com base na análise do mesmo e foram aplicados 350 kg há⁻¹ da fórmula 5-20-20. Após o plantio, efetuou-se a aplicação do herbicida s-metolachlor em pré-emergência na dose de 640 g i.a. há⁻¹ com auxílio de pulverizador costal, munido com pontas do tipo I 10.015, calibrado para proporcionar volume de pulverização de 200 L há⁻¹. O controle de plantas daninhas em pós emergência deu-se através de capina manual, totalizando três capinas. Não ocorreu incidência de insetos e doenças.

Considerou-se a emergência de plantas quando 50% das plantas de cada cultivar estava visível, com a estrutura vegetativa acima do nível do solo. Para a determinação do IAA, após as plantas acumularem 15 folhas na haste principal foram realizadas coletas de seis plantas para cada cultivar aleatoriamente em duas linhas das parcelas, de forma manual e cuidadosa, para não danificar as raízes, com uma frequência de sete dias. Com o uso de um paquímetro mediu-se o diâmetro da maior raiz tuberosa e era contado o número de folhas na haste principal de cada planta. O IAA foi considerado quando a maior raiz tuberosa da planta apresentava diâmetro de 10 mm (SCHONS *et al.*, 2007). Para as avaliações do número final de folhas na haste principal foram marcadas com anéis coloridos quatro plantas por parcela.

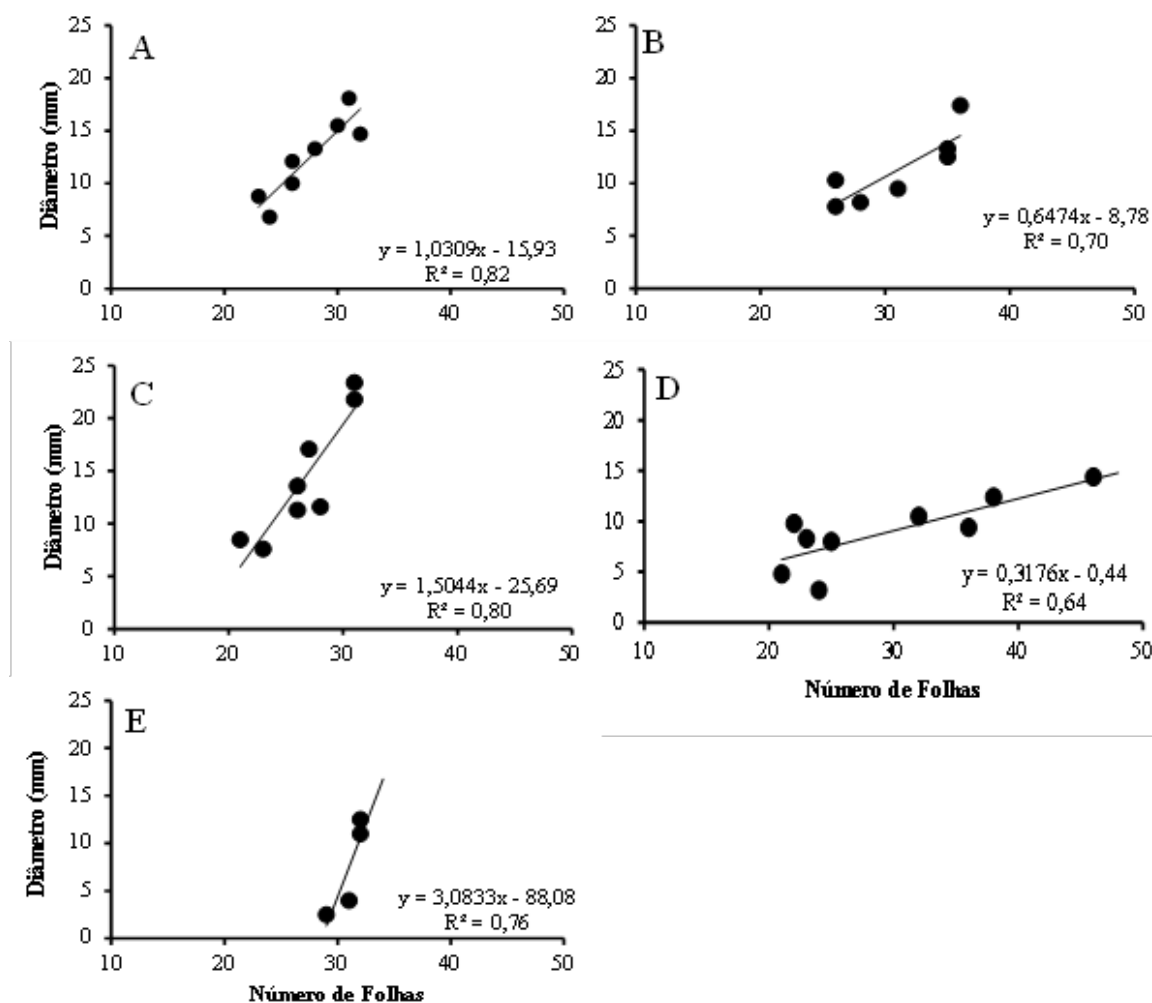
A determinação da produtividade (Mg há⁻¹) transcorreu conforme a metodologia proposta por Tironi *et al.* (2015), determinando-se a massa fresca e a massa seca das raízes de mandioca. A massa fresca foi determinada através da separação de raízes comercializáveis (RC) e não comercializáveis (RNC). Para RC o comprimento deve ser maior que 10 cm e diâmetro maior que 2 cm, e para RNC raízes com diâmetro entre 1 e 2 cm e comprimento inferior a 10 cm (Schons *et al.*, 2009). Após esta separação, as raízes foram pesadas para determinação da massa fresca, e secas em estufas com ventilação forçada a 65 °C, para determinação da massa seca. A análise estatística realizada para as variáveis analisadas foi por meio do SISVAR (Copyright Daniel Furtado Ferreira 1999-2018), versão 5.7, através da análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias de Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

O ano agrícola de 2018/2019 teve a influência da fase quente do Fenômeno El Niño Oscilação Sul, o El Niño, o que resultou em precipitações pluviométricas acima da normalidade climatológica, com um acúmulo durante o ciclo da cultura de 1830 mm. Já o ano agrícola 2019/2020 foi um ano neutro em relação ao ENOS, com um acumulado de 969,8 mm de chuva. Os dados meteorológicos foram coletados através da Estação automática do INMET situada a 50 metros da área experimental no departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria e os fenômenos que ocorreram por meio do Climate Prediction Center (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php). As médias de temperaturas mínimas e máxima durante o ciclo de desenvolvimento foram maiores que 16 °C e menores que 28 °C. A média de temperatura do ar durante os dois ciclos de crescimento e desenvolvimento na fase de emergência até o IAA foram de 22°C e 24°C, respectivamente.

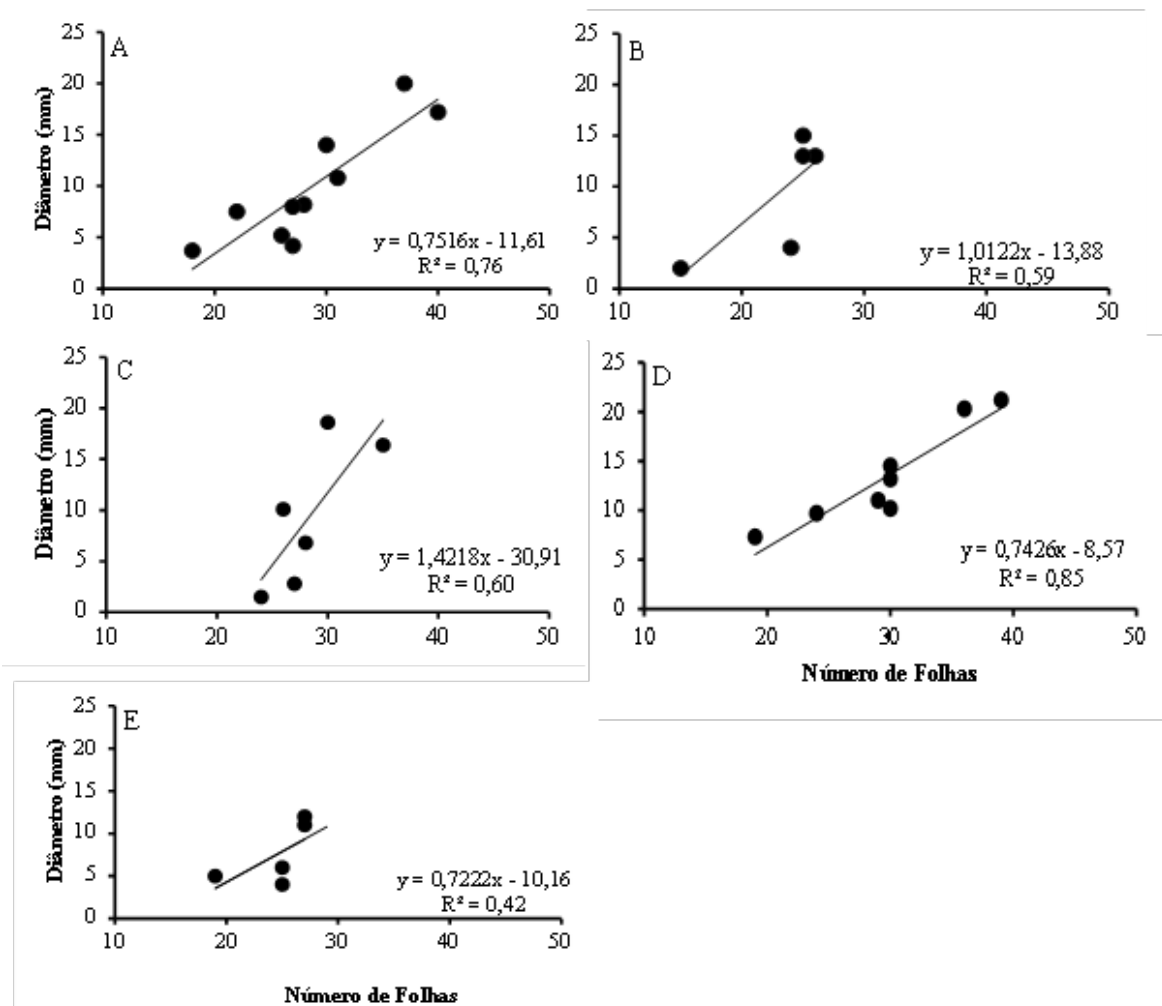
A emergência das cultivares foi em média 15 dias após o plantio. O número de folhas (NF) é um preditor adequado para estimar o diâmetro de raízes, em milímetros, devido aos valores do coeficiente de determinação (R^2) ficarem situados entre 0,42 – 0,85 (Figura 1 e 2). Sendo assim, as equações podem ser utilizadas para estimar o início de acumulação de amido (IAA). Desta forma, é possível determinar o diâmetro de raízes a partir da contagem do número de folhas na haste principal sem a necessidade de uma amostragem destrutiva. As cultivares BRS 396, BRS 399, IAC 576 e Fepagro RS13 iniciam a translocação de fotoassimilados para as raízes tuberosas com 15 folhas, 14 folhas, 17 folhas e 28 folhas, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Relação entre o diâmetro de raiz (mm) e o número de folhas na haste principal no início de acumulação de amido nas cultivares registradas BRS 396 (A), BRS 399 (B), IAC 576 (C), Fepagro RS13 (D) durante a safra 2018/2019 e Fepagro RS13 (E) na safra 2019/2020 em Santa Maria, RS, Brasil.



Já nas cultivares Aceguá, Frita e Vassourinha ocorre a translocação de fotoassimilados para as raízes tuberosas a partir de 15 folhas, 22 folhas e 13 folhas, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Relação entre diâmetro de raiz (mm) e o número de folhas na na haste principal no início de acumulação de amido nas cultivares não registradas Aceguá (A), Frita (C) e Vassourinha (D), e Aceguá (B) na safra 2018/19 e Vassourinha (E) na safra 2019/2020 em Santa Maria, RS, Brasil.

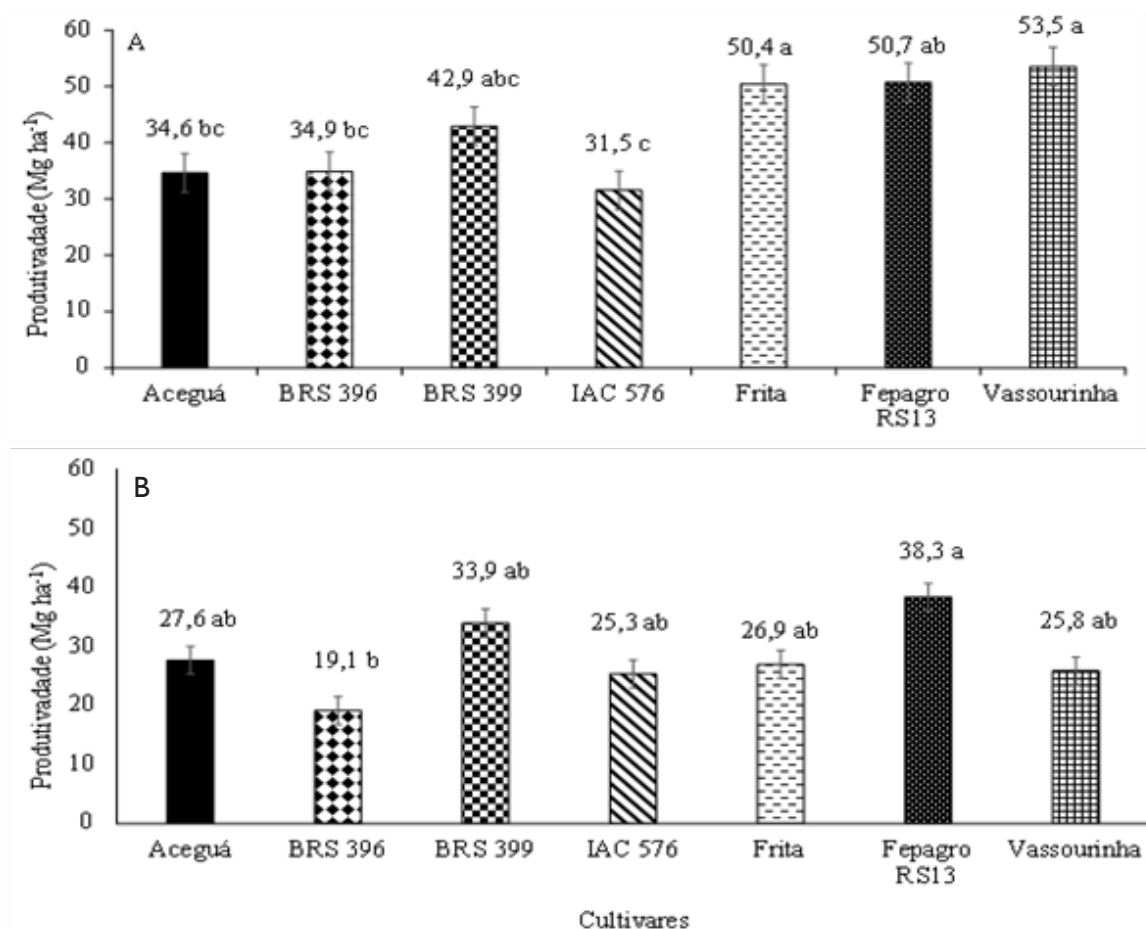


A cultivar IAC 576 teve menor número de folhas para entrar no estágio IAA, com apenas 24 folhas. As cultivares Vassourinha e BRS 396 apresentaram 25 folhas para o IAA, não apresentando diferença entre as duas. As cultivares Frita, Aceguá e BRS 399 iniciaram o IAA com 29 folhas. O número de folhas para IAA da cultivar Fepagro RS 13 foi diferente das demais, apresentando 33 folhas, o maior valor encontrado. A resposta encontrada neste estudo para a cultivar Fepagro RS13 foi superior a reportada por Schons *et al.* (2007), que caracterizaram o IAA quando as plantas atingiram 21 folhas. A hipótese para essa diferença é que em cada vaso foram colocadas 2 duas manivas e foram avaliadas duas plantas por vaso, aumentando assim a competição intra-específica. Do ponto de vista de aplicação prática, as cultivares de mandioca atualmente plantadas no Sul do Brasil, apresentam em torno de 25 a 30 folhas no IAA. Consequentemente, nessa fase do desenvolvimento, indica-se realizar a prática de manejo da adubação de cobertura de uréia, pois é quando a demanda por nitrogênio aumenta (TIRONI *et al.*, 2019).

No ano agrícola 2018/2019, a produtividade média de raízes tuberosas foi maior (42,6 Mg ha⁻¹) que no ano agrícola 2019/2020 (28,1 Mg ha⁻¹). Afirmções na literatura indicam que a mandioca tolera a deficiência hídrica (EL-SHARKAWY, 2007). Entretanto, neste estudo observou-se uma redução de 14,5 Mg ha⁻¹ de raízes de mandioca no ano 2019/2020, no qual ocorreu menor acumulado de precipitação (798 mm), o que está de acordo com o trabalho de Neto *et al.* (2020) que encontraram uma perda de 10 Mg ha⁻¹ de raízes em estações de crescimento com deficiência hídrica. A cultivar Vassourinha apresentou maior produtividade no ano agrí-

cola 2018/2019, atingindo 55,5 Mg ha⁻¹ (Figura 3A), próximo do potencial produtivo da cultura em ambiente subtropical que é de 60 Mg ha⁻¹ (BORGES *et al.*, 2020), não diferindo das cultivares Fepagro RS13, Frita e BRS 399. Pode-se destacar que as cultivares mais plantadas no Rio Grande do Sul são a Vassourinha e Aceguá as quais apresentaram uma diferença de produtividade de 18,9 Mg ha⁻¹.

Figura 3 - Produtividade de raízes de mandioca, expressa em massa fresca (Mg ha⁻¹), nas cultivares de mandioca na safra 2018/2019 (A) e 2019/2020 (B) no experimento conduzido em Santa Maria, RS, Brasil.



A menor variabilidade de produtividade entre cultivares em 2019/2020 deve-se à baixa precipitação pluviométrica durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da mandioca. As menores produtividades foram observadas devido à deficiência hídrica, semelhante aos resultados encontrados na literatura, nos quais cultivares de mandioca sob déficit hídrico apresentaram reduções na produtividade de 34,4Mg ha⁻¹ para 18,5Mg ha⁻¹ de raízes de mandioca (MATOS *et al.*, 2016), e uma redução de 50% na produtividade quando submetido à deficiência hídrica, comparado com uma lâmina de irrigação de 100% (NETO *et al.*, 2020). Destaca-se que, mesmo apresentando diferenças entre as produtividades, a cultivar com menor produtividade (19,1 Mg ha⁻¹) foi superior à média do estado do Rio Grande do Sul que é de 17,3 Mg ha⁻¹(IBGE, 2020); ou seja, a média dos produtores de mandioca no Rio Grande do Sul pode aumentar a produtividade independente da cultivar que estão usando em suas lavouras, desde que sejam adotadas boas práticas agrícolas, como manejo de plantas daninhas e adubação. Da mesma forma, pode ocorrer um aumento de 14,8 Mg ha⁻¹ com a escolha da cultivar com maior potencial de produtividade.

Práticas de manejo como controle de plantas daninhas e adubação nitrogenada em cobertura são essenciais quando ocorre o IAA para que ocorra a expressão do potencial de produtividade da mandioca (TIRONI *et al.*, 2019). Em virtude disso, o número de folhas é um indicador morfológico prático e de fácil medida a campo no IAA para tomada de decisões relacionadas às práticas de manejo durante o ciclo da cultura para aumentar a produtividade de raízes, intensificar a eficiência do uso de recursos e, assim, diminuir a lacuna de

produtividade nas lavouras de mandioca.

Conclusões

O indicador morfológico número de folhas acumuladas pode ser utilizado para identificar a campo o início da acumulação de amido e auxiliar em práticas de manejo na cultura da mandioca.

As cultivares de mandioca Aceguá, BRS 396, BRS 399, Frita, IAC 576, e Vassourinha iniciam a acumulação de amido nas raízes tuberosas com 25 a 30 folhas. Já a cultivar Fepagro RS13 inicia a acumulação de amido nas raízes tuberosas com 33 folhas.

As maiores produtividades de raízes tuberosas das cultivares plantadas atualmente em um ano sem deficiência hídrica são alcançadas com BRS 399 (42,9 Mg ha⁻¹), Frita (50,9 Mg ha⁻¹), Fepagro RS13 (50,7 Mg ha⁻¹) e Vassourinha (53,5 Mg ha⁻¹).

Agradecimentos

Agradecemos a Alexandre Ferigolo Alves, Luiza Brum Rodrigues, Mariano Trachta, Moisés do Nascimento Freitas, Gilmara Peripolli e João Colpo, pela ajudana condução dosexperimentos de campo. Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), Chamada Universal MCTIC/CNPq n.º 28/2018.

Referências

Borges JM, Zanon A.J, Silva RM, Balest D, Alves AF, Freitas CPO, Both V, Lima, AT Potencial de produtividade da mandioca em função da época de plantio em ambiente subtropical (2020) **Revista de ciências agroveterinárias** 19: 263,269. Doi.org/10.1590/1678-4499.0352

EMBRAPA. (2015) **Pesquisa desenvolve mandiocas biofortificadas nas cores creme, amarela e rosada**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6812861/pesquisa-desenvolve-mandiocas-biofortificadas-nas-cores-creme-amarela-e-rosada>>. Acesso em: 22 junho, 2019.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. (2018). Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets. Roma: FAO. [Accessed May 10 2019]. Available at: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/CA0239EN.pdf>.

Hodges TF Predict crop phenology. **Boca Raton**: CRC, 1991. 233p.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2020. Disponível em:<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6588#resultado>. Acesso em: 1 de julho de 2020.

Kuinchtner A, Buriol GL (2001) Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climáticas de köppen e Thornthwaite. **Ciências Exatas** 2 (1): 171-182. doi.org/10.5902/1980509835337

Matos FS, Felicio R, da Silva L M, Nascente AC de S, Custódio J PC, Guimarães RR, Santos PG de F, da Silveira, PS (2016). Produtividade de cultivares de mandioca sob déficit hídrico. **Agrienvironmental sciences**, 2(1): 15-24. Recuperado de <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/186>.

Matthews RB, Hunt LA (1994) GUMCAS: a model describing the growth of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz). **Field Crops Research**, Amsterdam, 36: 69-84. Doi.org/10.1016/0378-4290(94)90054-X

Neto AG, Souza JM, Bonomo R, Campanharo A, Nascimento, AL (2020) Crescimento da parte aérea e produção de mandioca para mesa sob lâminas de irrigação. **AGRARIAN**, 13 (50): 504-512. Doi.org/10.1590/S1413-70542010000300008

Neto NN, Bonomo R, Souza JM, Nascimento AL, Magalhães AMP (2020) Produtividade e qualidade de mandioca para mesa em diferentes épocas de colheita e lâminas de irrigação. **Botucatu** 24 (4):704-718. Doi.org/10.15809/irriga.2019v24n4p704-718

Schons A, Streck NA, Kraulich B, Pinheiro DG, Zanon, A J (2007). Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural** 37: 1586-1592. doi.org/10.1590/S0103-84782007000600013

Streck VE, Kämpf N, Dalmolin RSD, Klamt E, Nascimento PC, Giasson E, Pinto LFS **Solos do Rio Grande do Sul** (2018) 3° ed.

Tagliapietra BL, Zanon AJ, Silva MN, Alves AF, Freitas CPO, Tironi LF, Jiménez MSE, Cardoso PS, Santos ATL, Tonel G, Rodrigues LB, Richards NSPS, Streck NA (2019). **Mandioca para alimentação humana e animal**. Santa Maria: Editora Gráfica Palloti: 1-97

Tironi LF, Alves AF, Zanon AJ, Freitas CPO, Santos ATL, Cardoso PS, Tonel GP, Rodrigues LB, Tagliapietra BL, Silva MN, Streck NA. (2019). **Ecofisiologia da mandioca visando altas produtividades**. Santa Maria: Editora Gráfica Palloti: 1-136.

Wilhelm WW, McMaster GS. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses (1995) **Crop Science**, Madison 35(1): 1-3. doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010001x