



**Época de colheita de cultivares de trigo-mourisco (*Fagopyrum
esculentum* Moench)**

Harvest time of buckwheat cultivars (*Fagopyrum esculentum* Moench)

**Época de cosecha de cultivares de trigo sarraceno (*Fagopyrum
esculentum* Moench)**

DOI: 10.55905/oelv22n11-042

Receipt of originals: 10/04/2024

Acceptance for publication: 10/28/2024

Tháise Ohana Moura Fernandes

Doutora em Produção Vegetal

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: thaiseohana@hotmail.com

Elora Júlia Rocha Santos

Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: santos.elora13@gmail.com

Wèssèou Estelle Omoboni Germaine Dimon

Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: estelledimon3@gmail.com

Nicolay Wolff Ruppín

Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: nicolaywr@hotmail.com

Francine Souza Alves da Fonseca

Doutora em Química

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: francinefonseca@yahoo.com.br



Carlos Juliano Brant Albuquerque

Doutor em Agronomia
Instituição: Universidade Federal de Tocantins
Endereço: Palmas, Tocantins, Brasil
E-mail: carlosjuliano@ufmg.br

Lourdes Silva de Figueiredo

Doutora em Produção Vegetal
Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais
Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: lourdes.ufmg@gmail.com

Ernane Ronie Martins

Doutora em Produção Vegetal
Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais
Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: ernane.ufmg@gmail.com

RESUMO

Fagopyrum esculentum é um pseudocereal que tem elevado valor no mercado e produção de baixo custo. O Brasil é um país exportador e consumidor de grãos e rutina dessa planta. No entanto, há carência de estudos visando a produção da espécie em muitas das regiões do País. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de flavonoides e atributos agrônômicos de cultivares de *F. esculentum* em função da época de colheita. O experimento foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em vasos na casa de vegetação, no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram oito épocas de colheita (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a emergência) e duas cultivares ('IPR 92' e 'IPR 91') em esquema fatorial (8 x 2). Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. O ideal é colher *F. esculentum* entre 71 e 86 dias após a emergência, visando a produção de grãos e de rutina. A 'IPR 91' é a cultivar mais precoce, possui menor teor de flavonoides totais (8,75 mg g⁻¹), produção de rutina (32,86 mg) e de matéria seca (3,54 g) que a 'IPR 92' (12,58 mg g⁻¹, 42,68 mg, e 3,72 g, respectivamente).

Palavras-chave: Biomassa, Pseudocereal, Rutina, Flavonoides Totais.

ABSTRACT

Fagopyrum esculentum is a pseudocereal with high market value and low production cost. Brazil is an exporter and consumer of grains and rutin from this plant. However, there is a lack of studies aimed at the production of the species in many regions of the country. Thus, the objective of this study was to evaluate the production of flavonoids and agronomic attributes of *F. esculentum* cultivars as a function of harvest time. The experiment was conducted at the Institute of Agricultural Sciences of the Federal University of Minas Gerais, in pots in the greenhouse, in a completely randomized design, with four replicates. The treatments were eight harvest times (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105

and 120 days after emergence) and two cultivars ('IPR 92' and 'IPR 91') in a factorial scheme (8 x 2). The data were subjected to variance and regression analyses. The ideal is to harvest *F. esculentum* between 71 and 86 days after emergence, aiming at grain and rutin production. 'IPR 91' is the earliest cultivar, has a lower total flavonoid content (8.75 mg g⁻¹), rutin production (32.86 mg) and dry matter production (3.54 g) than 'IPR 92' (12.58 mg g⁻¹, 42.68 mg, and 3.72 g, respectively).

Keywords: Biomass, Pseudocereal, Rutin, Total Flavonoids.

RESUMEN

Fagopyrum esculentum es un pseudocereal que tiene alto valor de mercado y bajo costo de producción. Brasil es exportador y consumidor de granos y rutina de esta planta. Sin embargo, faltan estudios dirigidos a la producción de la especie en muchas regiones del país, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de flavonoides y atributos agronómicos de cultivares de *F. esculentum* en función de la época de cosecha. El experimento se realizó en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Federal de Minas Gerais, en macetas en invernadero, en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron ocho tiempos de cosecha (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la emergencia) y dos cultivares ('IPR 92' y 'IPR 91') en esquema factorial (8 x 2). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y regresión. Lo ideal es cosechar *F. esculentum* entre 71 y 86 días después de la emergencia, con el objetivo de producir grano y rutina. 'IPR 91' es el cultivar más temprano, tiene un menor contenido de flavonoides totales (8,75 mg g⁻¹), producción de rutina (32,86 mg) y materia seca (3,54 g) que 'IPR 92' (12,58 mg g⁻¹, 42,68 mg y 3,72 g, respectivamente).

Palabras clave: Biomasa, Pseudocereal, Rutina, Flavonoides Totales.

1 INTRODUÇÃO

No Japão e em países europeus tem aumentado o cultivo do trigo-mourisco, devido às suas características, como alimento nutracêutico, dietético e medicinal na alimentação humana (Görgen, 2016). Os produtos obtidos do trigo-mourisco, por serem alimentos funcionais, têm preços mais elevados em comparação aos produtos de trigo integral e comum. Agricultores do Brasil relatam a utilização do trigo-mourisco como planta sucessora de culturas de grãos, como soja, milho e sorgo, como adubo verde e com capacidade de desenvolver em solos ácidos, pobres e com baixa umidade, ideal para o plantio na safrinha e em rotação de culturas (Görgen, 2016). Segundo esses mesmos

autores, o trigo-mourisco é uma excelente opção de forrageira e, no Brasil, pode substituir o milho (forrageira de importância nacional) no inverno.

O *Fagopyrum esculentum* Moench pertence à Polygonaceae (Koyama; Nakamura; Nakamura, 2013), conhecido como trigo-mourisco é um pseudocereal (Kiproviski *et al.*, 2015). Segundo Gonçalves *et al.* (2016), a cultura é de grande importância para a nutrição humana, agricultura e produção zootécnica, com propriedades profiláticas e terapêuticas, devido à presença de rutina e outros flavonoides (Tsurunaga *et al.*, 2013).

A composição e o teor de flavonoides, incluindo rutina, em trigo-mourisco, são influenciados pela genética, como o tipo de cultivar estudada, condições ambientais de cultivo (Jiang *et al.*, 2007) e também pela fenologia (época de colheita da espécie) (Suzuki *et al.*, 2009). Na literatura, estudos mostram que a época de colheita ideal para o trigo-mourisco, visando biomassa, coincide com o período intenso de floração (Arduini; Masoni; Mariotti, 2015), para grãos, varia da 10^a até a 12^a semana, quando 70 – 75% das sementes amadureceram (Farooq *et al.* 2016) e, para maior teor de rutina, aos 42 dias após a semeadura.

A recomendação de cultivares e época de colheita, que atendam à alta produção, ao ciclo mais curto e ao alto teor e produção de flavonoides, é essencial para produzir trigo-mourisco em larga escala, atender ao mercado industrial e ter suficiência de produção. Já foram observadas alterações dos flavonoides quanto à época de colheita (Gupta *et al.*, 2011) e altura da planta (Li *et al.*, 2010). Entretanto, no Brasil, trabalhos dessa magnitude são escassos ou inexistentes. Dessa forma, a pesquisa vai colaborar para o melhoramento e cultivo da espécie. Assim, o objetivo do estudo foi determinar a época de colheita de cultivares de *Fagopyrum esculentum* Moench (trigo-mourisco) para produção de flavonoides, biomassa e grãos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, nas coordenadas 16°40'58,5"S e 43°50'25,6"W, com altitude de 645,87 m. A cidade tem temperatura média anual de 22,7° C, precipitação de 1029 mm (INMET, 2019), pertence aos biomas Cerrado e Caatinga (IBGE, 2019) e é classificada com clima tropical (Aw) (Alvares *et al.*, 2013), quente e semiúmido, com estações bem determinadas, tendo período de seca prolongado e período de chuva curto. Durante o experimento, a média da umidade relativa mínima foi de 65,37% e a máxima de 71,55% e a média da temperatura mínima foi de 23,10°C e a máxima de 24,43°C (INMET, 2019).

2.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÕES

A semeadura ocorreu no dia 28 de janeiro de 2018 e a última colheita foi em 23 de maio de 2018. As plantas foram conduzidas em vasos (5 dm³), preenchidos com solo, com as seguintes características: pH em água 6,1; P = 1,24 mg dm⁻³; Ca = 6,90 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,21 cmol_c dm⁻³; K = 0,26 cmol_c dm⁻³; Al = 0,00 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,90 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 35,5 g kg⁻¹; areia = 480 g kg⁻¹; silte = 220 g kg⁻¹; argila = 300 g kg⁻¹ e de textura média. Os tratamentos foram: oito épocas de colheita (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a emergência) e duas cultivares ('IPR 91' e 'IPR 92'), cedidas pelo Instituto de Desenvolvimento Rural IAPAR-EMATER, em esquema fatorial (8 x 2), com quatro repetições, totalizando 64 parcelas, sendo duas plantas por parcela em delineamento inteiramente casualizado. Foram semeadas cinco sementes e, após a emergência das plantas, foram deixadas apenas duas plantas por parcela. O solo foi adubado com 200 kg ha⁻¹ de 04-30-10, adaptado de Görgen *et al.* (2016) e irrigado até a capacidade de campo durante todo o experimento.

Após as colheitas, as amostras (parte aérea inteira) foram pesadas, em balança com precisão de 0,0001g e levadas à estufa, com circulação forçada de ar (60° C), até atingir peso constante para determinação da matéria seca. Posteriormente, as amostras foram moídas e armazenadas na geladeira (5° C) até o preparo dos extratos para a realização das análises de flavonoides. Foram avaliados o teor e produção de flavonoides totais e de rutina e aspectos agrônômicos: matéria fresca e seca, diâmetro do caule, altura da planta, número de ramos e folhas da planta, produção de grãos maduros a 13% de umidade e peso de 1000 grãos maduros a 13% de umidade.

2.3 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS PARA A DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES TOTAIS E RUTINA

O extrato foi preparado com metanol (10 mL, 80% v/v em água) e amostra de trigo previamente pulverizada em moinho (2 g). A mistura foi mantida em agitação por 6 h, no agitador orbital, em temperatura ambiente e no escuro. Posteriormente, o material foi centrifugado a 4000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi retirado, filtrado em papel filtro (11 cm e 4-12 μ M) e armazenado na geladeira (5° C).

2.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR E PRODUÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS

A metodologia foi adaptada de Pękal; Pyrzyka (2014). A amostra foi preparada adicionando solução aquosa de AlCl₃ (5 mL 1% v/v em água), água destilada (7 mL) extrato metanólico (1 mL). A mistura foi agitada em vórtex por 20 segundos, deixada em repouso por 10 min, no escuro sob temperatura ambiente. A leitura foi realizada no espectrofotômetro ($\lambda = 430$ nm), sendo o branco a água destilada.

O teor de flavonoides foi medido em mg de rutina por g de matéria seca da amostra (mg g⁻¹ MS), a partir da equação obtida pela leitura do padrão de rutina: $y = 29,62x + 0,05$ ($r^2=0,995$), sendo “y” a absorvância e “x” a concentração de rutina (mg mL⁻¹). E a produção de flavonoides foi estimada, a partir da equação: y (mg planta⁻¹) = teor de

flavonoides (mg g^{-1} MS) x matéria seca (g), sendo “y” a produção de flavonoides por planta.

2.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR E PRODUÇÃO DE RUTINA POR CLAE-DAD

O teor de rutina foi determinado a partir da adaptação de Zhai *et al.* (2018). Os extratos metanólicos foram diluídos, para a concentração de 1 mg de matéria seca por mL de metanol, filtrados em membrana de TEFLON, ($0,22 \mu\text{m}$), estéril e hidrofóbica. Posteriormente, foram injetados no sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) Shimadzu Technologies, com detector de compostos de arranjo de diodos (DAD), em coluna VP-ODS C18 ($250 \times 4,6 \text{ mm d.i.}, 5 \mu\text{m}$). Foram utilizadas duas fases móveis: acetonitrila (A) e água acidificada com ácido fosfórico a 0,5% (B). A fase móvel inicial foi de 80% de B, em gradiente linear, com 70% de B em 10 min; aos 25 min, retomou à composição inicial até os 35 min, quando as corridas foram encerradas. O volume caudal foi de $0,9 \text{ mL min}^{-1}$, com temperatura da coluna de 30°C e volume de injeção da amostra de $1 \mu\text{L}$. As corridas foram realizadas entre 190 e 450 nm. Os picos dos cromatogramas foram integrados ao $\lambda = 350 \text{ nm}$.

O teor foi medido em mg de rutina por g de matéria seca da amostra (mg g^{-1} MS), baseado na equação obtida pela leitura do padrão de rutina: $y = 20000000x - 793,71$ ($r^2=0,998$), sendo “y” a absorbância e “x” a concentração de rutina (mg mL^{-1}). E a produção de rutina foi estimada, a partir da equação: $y (\text{mg planta}^{-1}) = \text{teor de rutina} (\text{mg g}^{-1} \text{MS}) \times \text{matéria seca (g)}$, sendo “y” a produção de rutina por planta.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

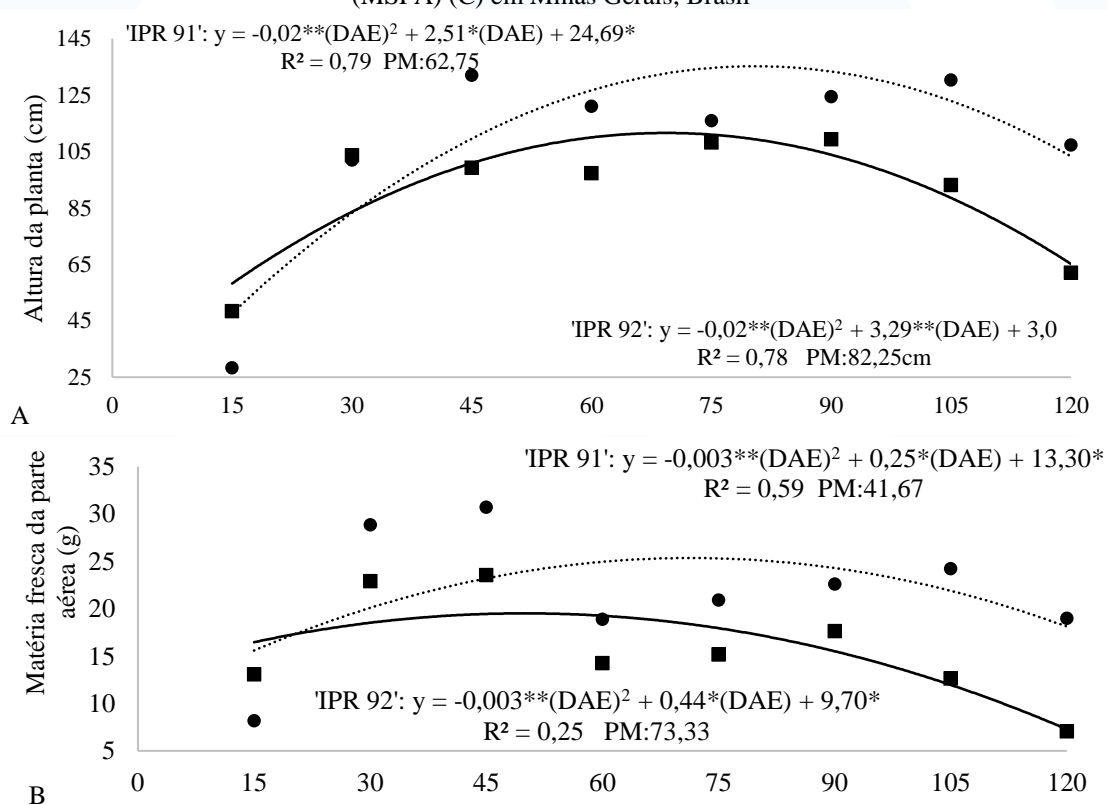
Foi realizada análise estatística, usando o modelo de esquema fatorial simples, considerando a análise de variância a 5% de significância pelo teste F e, quando significativo, a análise de regressão em função do tempo. Foram ajustadas regressões lineares e quadráticas. Para a seleção do modelo, foram consideradas as significâncias

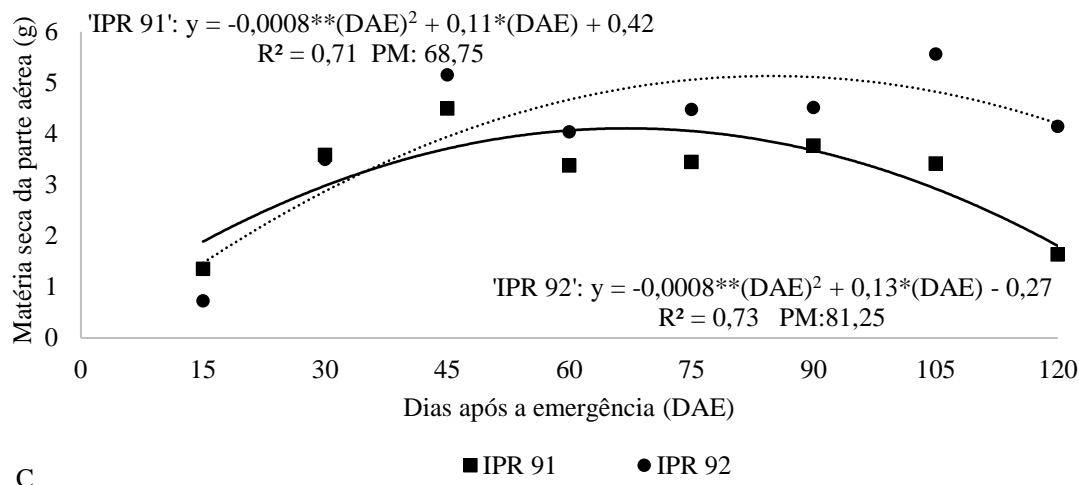
dos coeficientes de regressão a 5% e 1% de significância pelo teste t para as épocas, utilizando o pacote ExpDes.pt no software R-3.2.2 (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros altura da planta (AP) e matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA, respectivamente) foram representados por curvas quadráticas (Figura 1).

Figura 1. Interação entre épocas de colheita e cultivares 'IPR 91' e 'IPR 92' de *Fagopyrum esculentum* (Moench) altura da planta (A), matéria fresca da parte aérea (MFPA) (B) e matéria seca da parte aérea (MSPA) (C) em Minas Gerais, Brasil





PM: ponto de máxima em dias após a emergência. Coeficientes significativos pelo teste t a **1% e *5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores

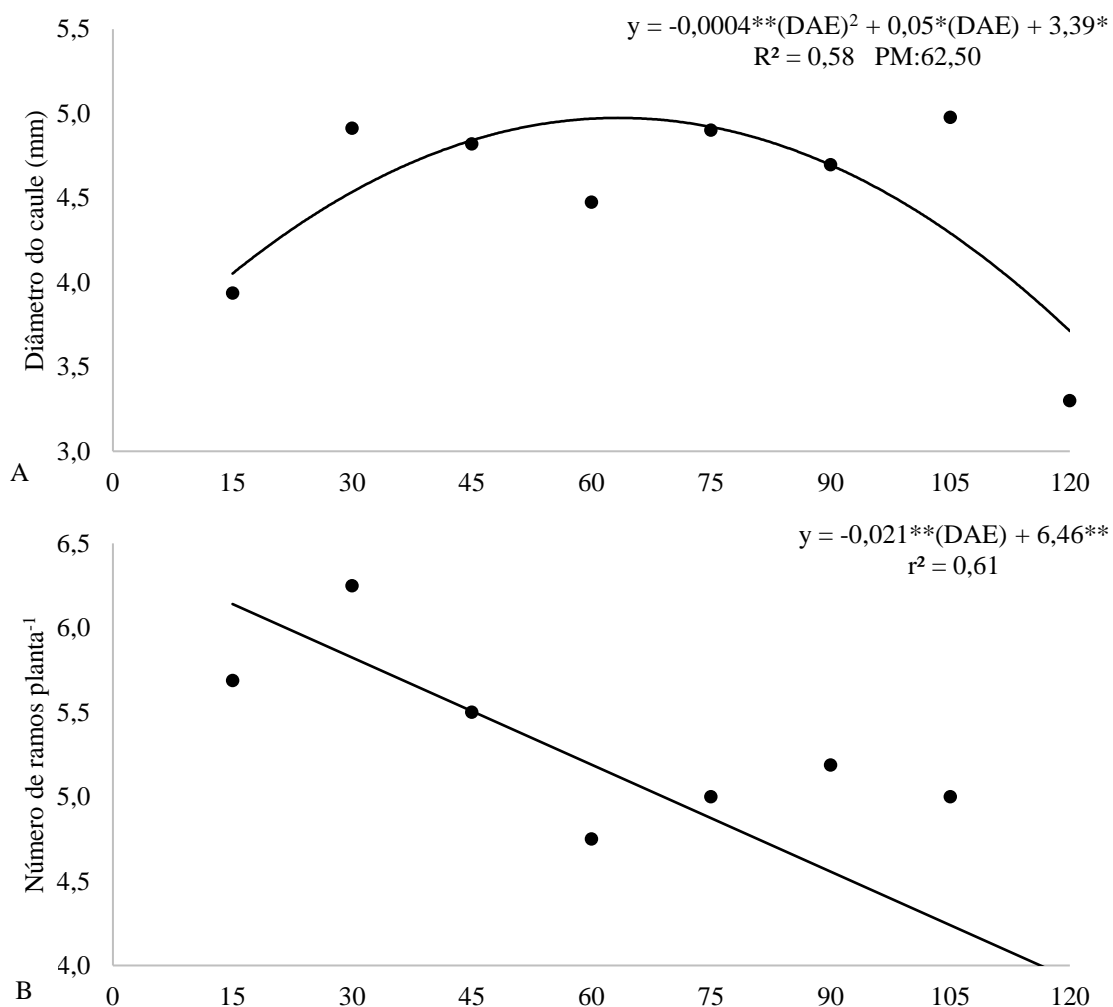
A cultivar ‘IPR 91’ pode ser colhida 12 dias antes, tem menor porte e é menos produtiva, em comparação à ‘IPR 92’, confirmando a descrição comercial das cultivares, que descreve a ‘IPR 91’ como alta e tardia e a ‘IPR 92’, como baixa e precoce. A resposta quadrática dos parâmetros pode ser explicada pela senescência e perda de partes da planta, como perda de folhas e flores e ressecamento e quebra da região apical com o envelhecimento. A MSPA de trigo-mourisco, em estudo no Japão, em função da época de colheita, foi crescente (0 – 8,0 g) (Suzuki *et al.*, 2009). Porém o ciclo foi até o 42º dia após a semeadura (DAS), o que corrobora com os resultados do presente trabalho até a colheita do dia 45º após a emergência.

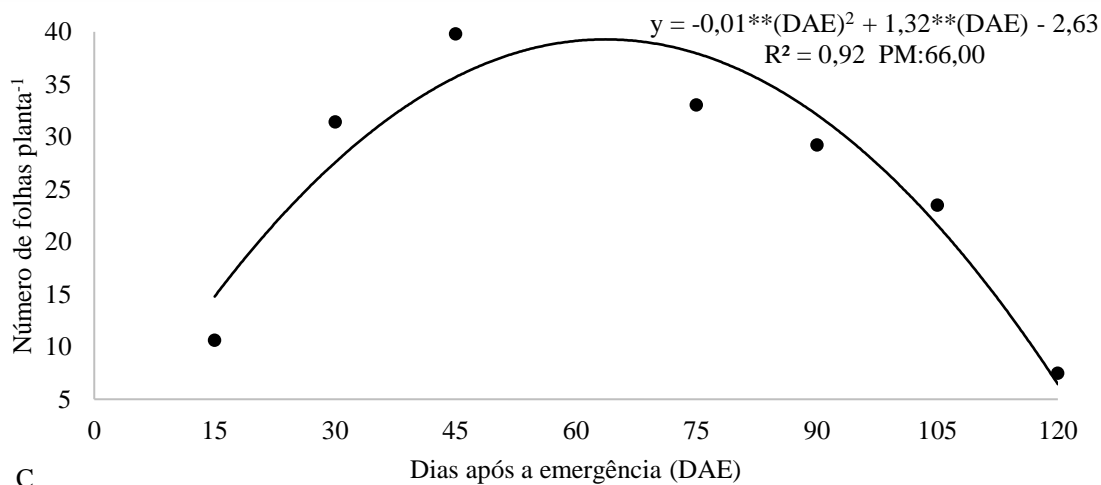
A colheita de trigo-mourisco, visando ao maior aproveitamento da biomassa (MSPA), é realizada quando surgem os primeiros frutos verdes até eles começarem a se desenvolver (Arduini; Masoni; Mariotti, 2015). No presente estudo, os frutos começaram a ficar muduros aos 48 DAS e os pontos de máxima da MSPA foram aos 69 DAE (‘IPR 91’) e aos 81 DAE (‘IPR 92’). Portanto não é recomendado basear a colheita dessas cultivares, visando à maior MSPA, no surgimento e desenvolvimento dos frutos.

A AP, assim como a MSPA e o NR deste trabalho foram maiores que as médias obtidas (5 a 100 cm, 5 a 50 mg planta⁻¹ e 3 a 5, respectivamente), em trigo-mourisco cultivado na China, ao avaliar épocas de semeadura e densidades populacionais (Japhet

et al., 2009). O trigo-mourisco precisa ser melhorado, principalmente, em relação à AP e ao Ø, a fim de diminuir o porte e a propensão ao acamamento para facilitar o processo de colheita e/ou pastejo. O diâmetro do caule (Ø) e o número de folhas (NF) e ramos (NR) por planta não apresentaram interação. A resposta, em função da época de colheita, foi quadrática para os dois primeiros e linear para o último (Figura 2).

Figura 2. Diâmetro do caule (A), número de ramos por planta (NR) (B) e número de folhas por planta (NF) (C) em função da época de colheita de cultivares ('IPR 91' e 'IPR 92') de *Fagopyrum esculentum* (Moench) em Minas Gerais, Brasil





PM: ponto de máxima em dias após a emergência. **Coeficientes significativos pelo teste t a 1% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores

Quando o NF começa a decrescer, após o 66° DAE, é o mesmo período, para a colheita de trigo-mourisco, recomendado por Farooq *et al.* (2016), que é quando a planta começa a perder a maior parte das folhas, entre os 70 e 84 DAS. A ‘IPR 92’ apresentou maior Ø (4,69 mm), TFT (12,58 mg g⁻¹ MS) e PR (42,68 g planta⁻¹) em relação à ‘IPR 91’ (4,31 mm, 8,75 mg g⁻¹ MS e 32,86 g planta⁻¹, respectivamente). Para os parâmetros NF (‘IPR 91’ = 25,52 e ‘IPR 92’ = 28,30), NR (‘IPR 91’ = 4,88 e ‘IPR 92’ = 5,19), produção de grãos (PG) (‘IPR 91’ = 0,075 g planta⁻¹ e ‘IPR 92’ = 0,103 g planta⁻¹) e peso de mil grãos (PMG) (‘IPR 91’ = 11,76 g e ‘IPR 92’ = 10,91 g) as duas cultivares foram estatisticamente iguais (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios de características de duas cultivares de *Fagopyrum esculentum* (trigo-mourisco) cultivadas em Minas Gerais, Brasil

Cultivares	Ø (mm)	NR	NF	PG (g)	PMG (g)
‘IPR 91’	4,31b	4,88a	25,52a	0,075a	11,76a
‘IPR 92’	4,69a	5,19a	28,30a	0,103a	10,91a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Ø: diâmetro do caule; NRP: número de ramos por planta; NFP: número de folhas por planta; PG: produção de grãos por planta; PMG: peso de mil grãos.

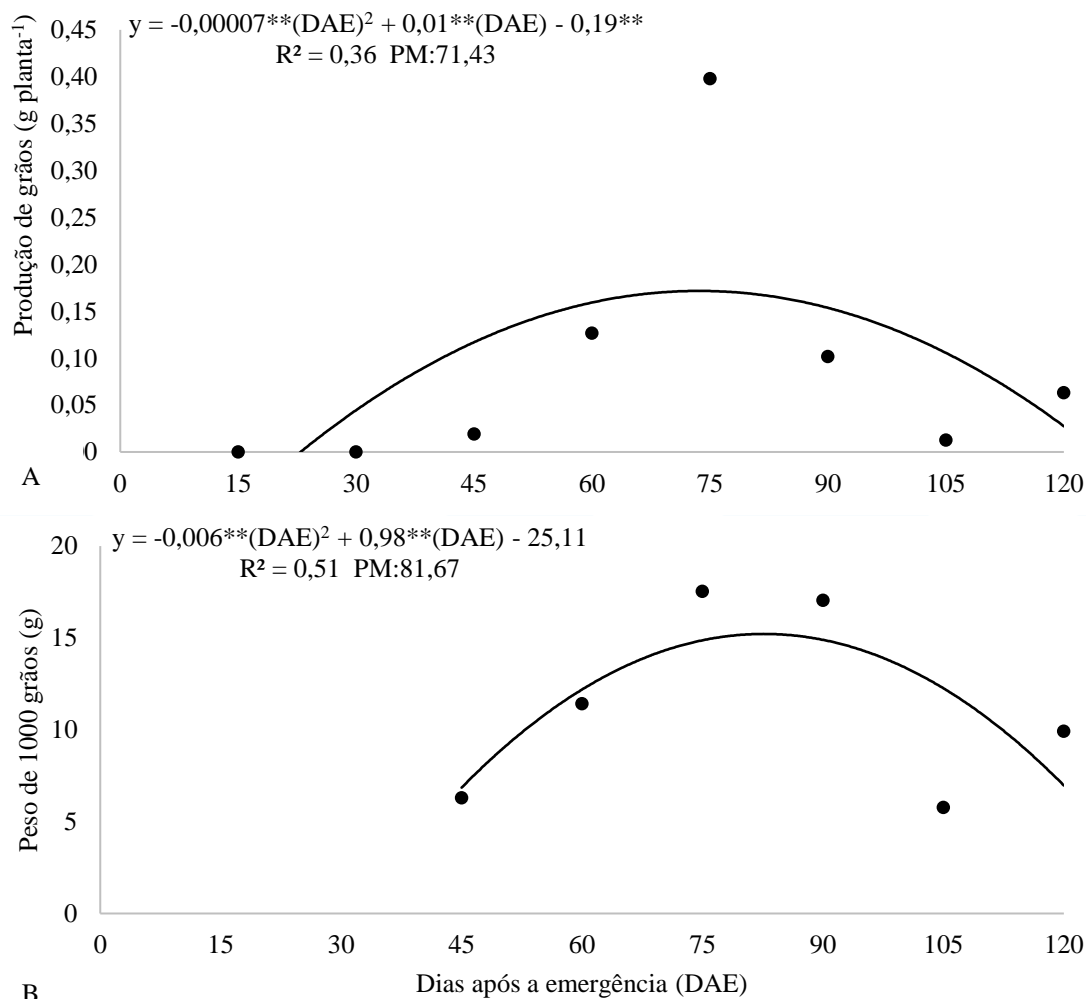
Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados da MSPA, NR e Ø corroboram com as médias (3,58 e 7,13 g planta⁻¹, 5,25 e 9,09 e 2,2 – 3,8 mm, respectivamente), obtidas por Yao *et al.* (2008), que avaliaram trigo-mourisco sem tratamento e sob radiação ultravioleta. Ainda no estudo realizado por Yao *et al.* (2008), a AP (44,8 a 76,5 cm) apresentou médias inferiores às observadas neste trabalho. A MFPA e a MSPA foram mais elevadas neste trabalho que as encontradas (1,62 g planta⁻¹ e 0,22 g planta⁻¹, respectivamente) no estudo que avaliou semeadura e crescimento de mudas de trigo-mourisco em água magnetizada (Podsiadło; Skorupa, 2017).

A média do NF (0 – 140), encontrada por Aubert *et al.* (2020), ao estudarem a resposta de trigo-mourisco, cultivado em Amsterdam, sob influência da temperatura, foi menor que a encontrada neste trabalho. As contagens de folhas, no trabalho desenvolvido por Aubert *et al.* (2020), foram realizadas a cada 10 dias e somadas no final do ciclo, por isso, a média mais elevada. O NF das plantas deste trabalho foi maior que o encontrado em linhagens de trigo-mourisco (23,93) cultivado em Uttarakhand, Índia (Bisht; Bhatt; Singh, 2018). Os valores observados por Bisht *et al.* (2018), para o mesmo parâmetro, foi entre 20 e 30 e, apesar de estarem entre os valores encontrados no presente estudo (NF = 7 a 40), houve menor variação. A maior variação pode ser justificada pela cultivares utilizadas e pelo ambiente de cultivo.

O PMG foi obtido a partir do 45º dia após a emergência (DAE), pois foi o período em que as plantas começaram a ser colhidas com grãos. A PG e o PMG tiveram efeitos simples e resposta quadrática em função da época de colheita (Figura 3). A maior PG foi por volta do 71º dia após a emergência das plantas (DAE) e o maior PMG foi por volta do 82º DAE.

Figura 3. Produção de grãos a 13% de umidade por planta (PG) (A) e peso de mil grãos a 13% de umidade (PMG) (B) em função da época de colheita de cultivares ('IPR 91' e 'IPR 92') de *Fagopyrum esculentum* (Moench) em Minas Gerais, Brasil



PM: ponto de máxima em dias após a emergência. **Coeficientes significativos pelo teste t a 1% de significância.

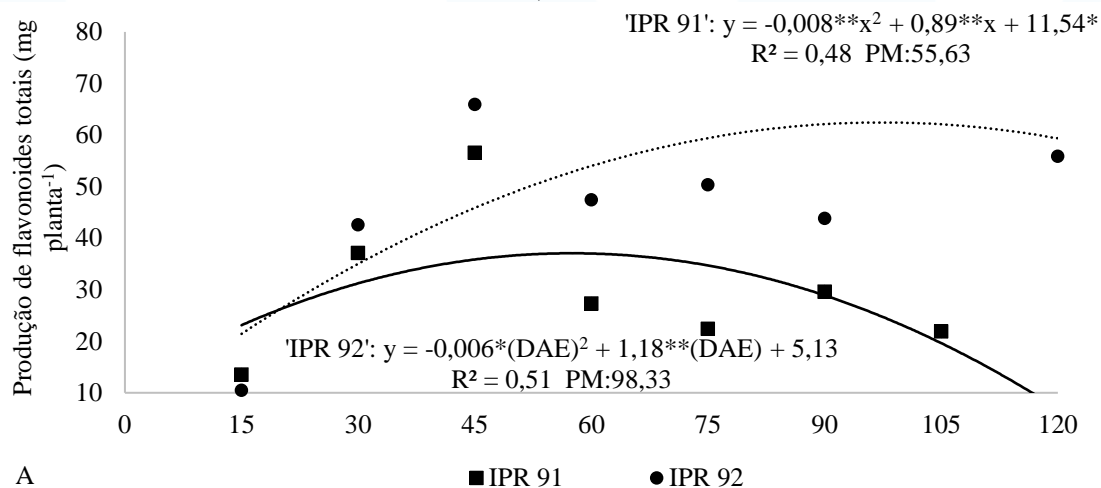
Fonte: Elaborado pelos autores

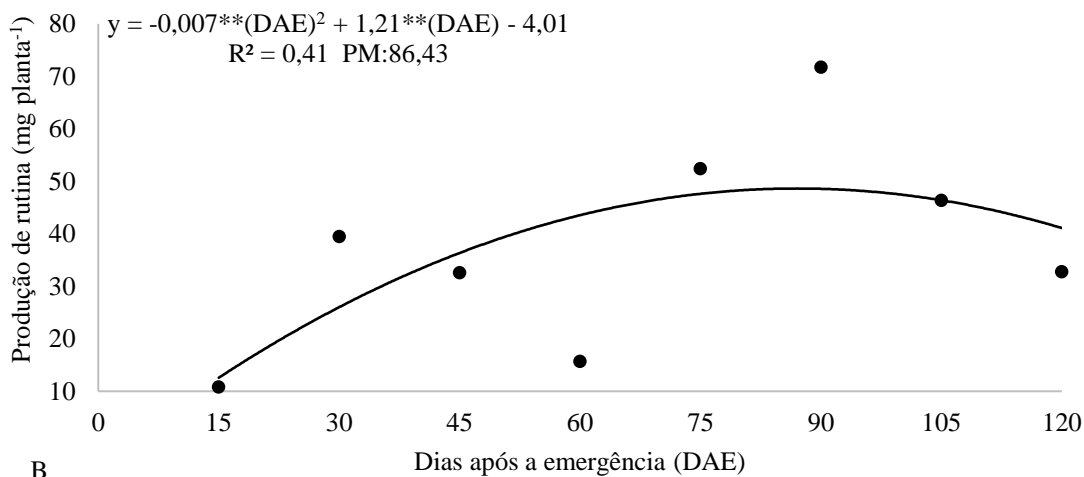
A época de colheita ideal de grãos de trigo-mourisco é entre os 70 e 84 DAS, segundo Farooq *et al.* (2016) e quando a espécie produz frutos completamente maduros em grande quantidade (aproximadamente 75%) (Arduini; Masoni; Mariotti, 2015). Esse resultado corrobora com os resultados do presente estudo, em que os pontos de máxima da PG (\cong 71 DAE) e do PMG (\cong 82 DAE) foram exatamente nesse período. Os resultados da PG e do PMG encontrados neste trabalho foram inferiores aos resultados obtidos por Jiang *et al.* (2018) (PG = 4,01 – 5,25 g planta⁻¹ e PMG = 24,70 – 28,1 g) e Yao *et al.*

(2008) ($PG = 1,13 - 2,13 \text{ g planta}^{-1}$ e $PMG = 27,20 - 35,1 \text{ g}$). Os resultados do presente trabalho foram inferiores pelo fato de ter considerado a umidade dos grãos a 13%, que é a umidade ideal da colheita de trigo comum (EMBRAPA, 2014) e não a umidade de colheita, que é mais elevada. Além disso, a cultivar utilizada e o ambiente de cultivo interferem na PG e PMG (Jiang *et al.*, 2018), implicando resultados diferentes.

O teor de flavonoides totais (TFT) e o teor de rutina (TR), em função da época de colheita, não foram significativos ($10,67 \pm 4,41 \text{ mg g}^{-1}$ e $10,37 \pm 4,55 \text{ mg g}^{-1}$, respectivamente). Houve efeito linear para a produção de rutina por planta (PR) (Figura 4). A produção de flavonoides totais por planta (PFT) apresentou interação entre as cultivares e a época de colheita (Figura 4).

Figura 4. Estudo de regressão, em função de épocas de colheita e nas cultivares ('IPR 91' e 'IPR 92'), para a produção de flavonoides por planta (PFT) (A) e produção de rutina por planta (PR), em função da época de colheita de cultivares ('IPR 91' e 'IPR 92') (B) de *Fagopyrum esculentum* (Moench), em Minas Gerais, Brasil





PM: ponto de máxima em dias após a emergência. Coeficientes significativos pelo teste t a **1% e *5% de significância. *Coeficientes significativos pelo teste t a 5% de significância.
Fonte: Elaborado pelos autores

No estudo que avaliou folhas de trigo-mourisco, em função da época de colheita, na região de Hokkaido em Memuro, Hokkaido, Japão, foi constatado que o TR aumenta, a partir do 14º dia após a sementeira (DAS), atinge o ponto de máxima (aproximadamente 50 mg g⁻¹ MS) aos 28 DAS e decresce aos 42 DAS (Suzuki *et al.*, 2009). O TFT é mais elevado na fase inicial (2,04 – 0,16 mg g⁻¹ MS) de crescimento (14 DAS) e diminui drasticamente (0,63 – 0,0 mg g⁻¹ MS) a partir da maturação dos frutos (28 DAS) (Suzuki *et al.*, 2009). No presente estudo, a maturação dos frutos começou no 48º DAS e a abertura das flores no 16º DAS, tendo, portanto, um ciclo mais tardio, em relação ao trigo-mourisco dos estudos anteriores, para ambas as cultivares. O ciclo, aliado às condições de cultivo e ao objeto de estudo (parte aérea inteira), podem ter contribuído para os resultados divergentes, uma vez que, além do estágio fenológico da planta, o TFT e o TR são influenciados pela parte estudada da planta, pela cultivar e pelo ambiente de cultivo (Zielińska *et al.*, 2012).

É importante ressaltar que o teor de rutina não se altera quando há dano mecânico à planta (Suzuki; Honda; Mukasa, 2005). Portanto o fato isolado das plantas quebrarem as folhas, os ramos e a parte apical não altera o TR. Em estudo do TR, em diferentes estádios fenológicos do trigo-mourisco, foi mostrado que há diferença entre as épocas de

colheita, visto que o maior teor observado foi entre os 15 DAS, quando surgiu a segunda folha madura e, aos 40 DAS, quando começou o florescimento (Gupta *et al.*, 2011).

Em relação ao parâmetro TR, a ‘IPR 91’ (10, 85 mg g⁻¹ MS) e a ‘IPR 92’ (9,89 mg g⁻¹ MS) não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2). A maior PFT na ‘IPR 91’ foi por volta do 56° DAE e na ‘IPR 92’ foi por volta do 98° DAE. A maior PR foi por volta do 86° DAE.

Tabela 2 – Valores médios de características fitoquímicas de duas cultivares de *Fagopyrum esculentum* (trigo-mourisco) cultivadas em Minas Gerais, Brasil

Cultivares	TFT (mg g ⁻¹ MS)	TR (mg g ⁻¹ MS)	PR (g)
‘IPR 91’	8,75b	10,85a	32,86b
‘IPR 92’	12,58a	9,89a	42,68a

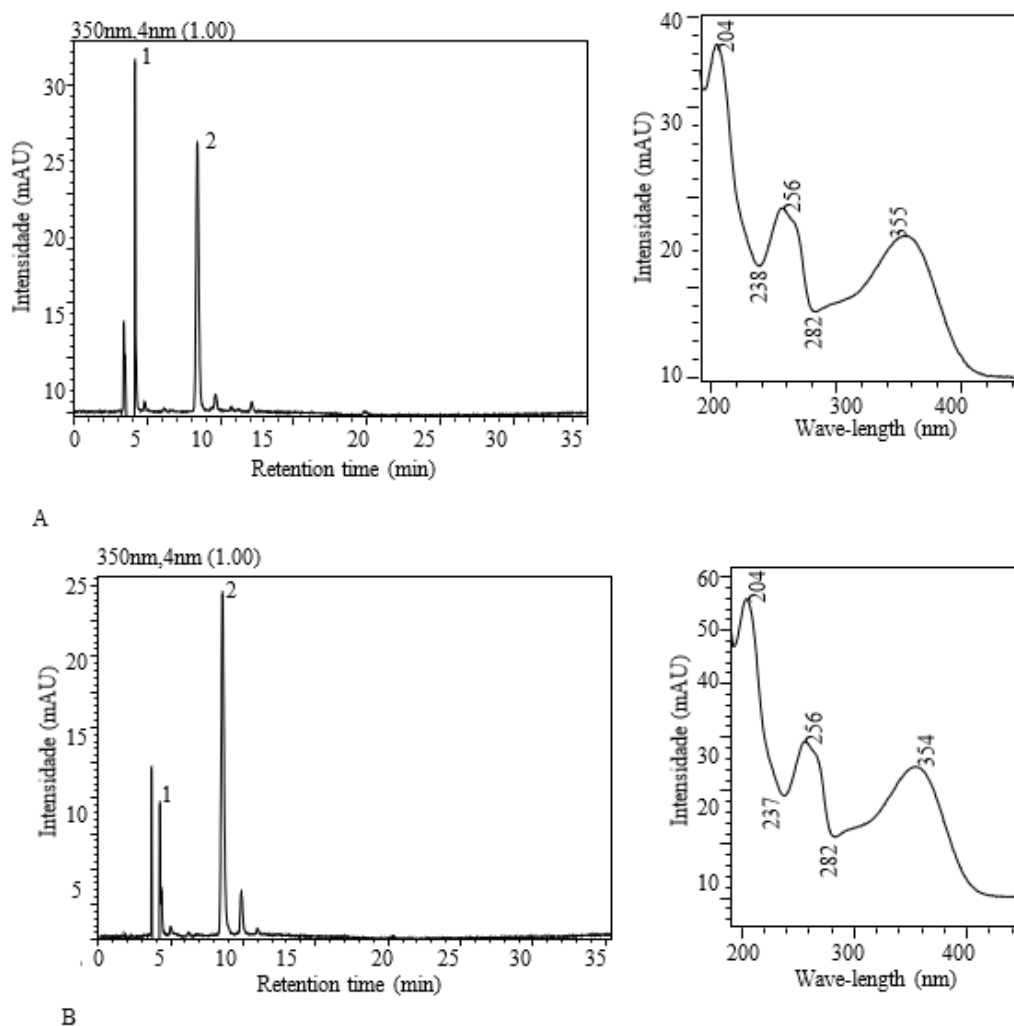
Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

TFT: teor de flavonoides totais; TR: teor de rutina e PR: produção de rutina por planta.

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste trabalho, o TR foi maior que o TFT, resultado que também pode ser explicado pelos métodos de quantificação (CLAE mais sensível que espectrofotometria), pela diferença entre os genótipos e por ter outros flavonoides presentes, além da rutina, nos flavonoides totais e não foi possível determinar quais, porque o método de quantificação de rutina utilizados foi otimizado para detectar rutina, que é o principal composto de interesse econômico da espécie. O perfil químico de cultivares de *F. esculentum*, em função da época de colheita e o espectro de rutina na região ultravioleta, estão na Figura 5.

Figura 5. Cromatogramas obtidos por cromatografia líquida de alta eficiência com arranjo de diodos, $\lambda = 350$ nm, das cultivares 'IPR 91' (A) e 'IPR 92' (B) de *Fagopyrum esculentum* (Moench), cultivadas em casa de vegetação em Minas Gerais, Brasil e os respectivos espectros de rotina na região ultravioleta



Pico 1: solvente metanol e pico 2: rutina.
Fonte: Elaborado pelos autores

Entre os flavonoides detectados pelos pesquisadores, na raiz tem $9,29 \text{ mg g}^{-1}$ MS de rutina e na parte aérea tem entre $2,61 - 8,63 \text{ mg g}^{-1}$ MS (Gabr *et al.*, 2019). Em estudo com *F. esculentum*, foram encontrados $0,5 - 2,5 \text{ mg g}^{-1}$ de matéria fresca de flavonoides totais (Aubert *et al.*, 2020). Estudando grãos de cultivares europeias de trigo-mourisco, Kiprovski *et al.* (2015) encontraram $0,5 - 4,5 \text{ mg g}^{-1}$ MS de flavonoides totais e $0,03 - 1,51 \text{ mg g}^{-1}$ MS de rutina; ambos os trabalhos tiveram teores mais baixos que os encontrados neste trabalho.

O teor de rutina obtido no trabalho corrobora com o trabalho de Bai *et al.* (2015) ($1 - 13 \text{ mg g}^{-1}$), que estudaram sementes de 14 cultivares de trigo-mourisco comum e trigo-mourisco-tartárico de países da América, Ásia e Europa. Outro estudo com folhas e flores de trigo-mourisco, provenientes da Eslovênia, validando método de quantificação por infravermelho médio transformada de Fourier (FT-IR), os valores da rutina variaram entre 10 e 120 mg g^{-1} (Ladan *et al.*, 2017). Esses resultados foram mais amplos que os encontrados no presente trabalho. Os resultados do teor de rutina, obtidos no presente estudo, foram maiores que os encontrados ($0,16 - 6,01 \text{ mg g}^{-1}$), no estudo de sementes de *Fagopyrum tataricum*, ao avaliar metodologias de extração (Kalinová; Vrchotová; Triska, 2018). Os flavonoides então entre os produtos que o Brasil mais exporta para a indústria farmacêutica e corresponde a 50% da produção global (Sudré *et al.*, 2011). O valor da rutina e derivados, importados e exportados, de 2015 a 2019, foi de $35,47 \text{ USD kg}^{-1}$ (MDIC, 2020).

Avaliando a composição de metabólitos secundários em espécies do Cerrado, foi observado $38,87 \pm 0,51 \text{ mg g}^{-1} \text{ MS}$ de flavonoides totais em frutos de *Dimorphandra gardneriana* (Nunes *et al.*, 2018). Em estudo de nutrição de *Dimorphandra mollis*, foi obtido $0,05 - 0,5 \text{ mg g}^{-1} \text{ MS}$ de flavonoides totais na parte aérea das mudas (Leite *et al.*, 2012). É importante comparar os resultados do trabalho com os resultados que são obtidos da *Dimorphandra* spp., pois ela é considerada a espécie com maior teor de rutina comercial no mundo. Tendo em vista que é uma leguminosa florestal de manejo extrativista e oneroso, é necessário buscar alternativas de fontes vegetais com a finalidade de extrair rutina e demais flavonoides para atender à demanda industrial. O trigo-mourisco, apesar de ter menor TFT e TR, é uma excelente opção por ser de fácil cultivo e adaptabilidade e por ser cultura anual, facilitando o melhoramento e otimizando a produtividade de rutina em curto espaço de tempo.

Os métodos utilizados, para a detecção e quantificação dos compostos, podem ter contribuído para que o TFT e o TR fossem diferentes dos que constam na literatura. Há sistemas de CLAE e espectrofotometria mais e menos sensíveis que os utilizados neste trabalho. Além disso, o padrão utilizado, para fazer a curva de calibração do TFT, em outros trabalhos, foi a quercetina. Outros fatores que influenciam os flavonoides são as

cultivares, época de colheita e fatores abióticos, como teor de água no solo, época de semeadura, temperatura, composição do ar, altitude, precipitação, ritmo circadiano, radiação, disponibilidade de nutrientes, do mesmo modo que os fatores intrínsecos da planta como período fenológico (época de colheita) (Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Kiproviski *et al.*, 2015; Siracusa *et al.*, 2017). Quando esses fatores agem em conjunto, a influência é ainda mais expressiva (Brant *et al.*, 2008).

Apesar da MSPA e da PFT da ‘IPR 92’ serem superiores à ‘IPR 91’, no período avaliado, a ‘IPR 91’ chega mais rápido ao ponto máximo de produção. No período avaliado, a AP da ‘IPR 91’ foi menor que da ‘IPR 92’, sendo essa mais uma vantagem da ‘IPR 91’, em relação à ‘IPR 92’, pois plantas que têm portes mais altos possuem menor AP e porte ereto e uniforme facilita a colheita. O TFT e a PR da ‘IPR 92’ é maior em relação à ‘IPR 91’ e a PG e o PMG não se diferiram entre as cultivares. O ciclo precoce também é uma das vantagens do trigo-mourisco para substituir o trigo comum.

4 CONCLUSÕES

A melhor época para colher trigo-mourisco é aos 86 dias após a emergência, visando à maior produção de rutina, aos 56 dias após a emergência para a ‘IPR 91’ e 98 dias após a emergência para a ‘IPR 92’, visando à maior produção de flavonoides totais, 69 dias após a emergência para a ‘IPR 91’ e 81 dias após a emergência para a ‘IPR 92’, visando à biomassa, e dos 71 aos 82 dias, após a emergência, visando à produção de grãos. A cultivar ‘IPR 91’ é mais precoce, tem menor teor de flavonoides totais, produção de rutina, produção de matéria seca da parte aérea e produção de flavonoides totais em comparação à ‘IPR 92’.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Desenvolvimento Rural IAPAR-EMATER pela concessão das sementes. Ao Programa de Educação Tutorial – Agronomia, ao Núcleo de Estudos em Produção e Tecnologia de Cereais, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao



Laboratório de Plantas Medicinais, todos da UFMG pela colaboração. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001", da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A, STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., MORAES, G., LEONARDO, J., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ARDUINI, I., MASONI, A., MARIOTTI, M. A growth scale for the phasic development of common buckwheat. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, v. 66, n. 3, p. 215-228, 2015. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1087587>
- AUBERT, L., KONRÁDOVÁ, D., KEBBAS, S., BARRIS, S., QUINET, M. Comparison of high temperature resistance in two buckwheat species *Fagopyrum esculentum* and *Fagopyrum tataricum*. **Journal of Plant Physiology**, v. 251, 153222, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153222>
- BAI, C. Z., FENG, M. L., HAO, X. L., ZHONG, Q. M., TONG, L. G., WANG, Z. H. Rutin, quercetin, and free amino acid analysis in buckwheat (*Fagopyrum*) seeds from different locatio. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 19040-19048, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2KpGvQv>>. Acesso em: 31 maio 2023.
- BISHT, A. S., BHATT, A., JYOTI, B., SINGH, P. Studies on Morphological and Seed Quality Parameters in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Germplasm. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**, v. 9, n. 1, p. 49-54, 2018. <https://doi.org/10.23910/IJBSM/2018.9.1.3C0698>
- BISHT, A. S., BHATT, A., SINGH, P. Studies on variability, correlation and path coefficient analysis for seed yield in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) germplasm. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Sp. 5, p. 35-39, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2Im2xor>>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- BRANT, R. S., PINTO, J. E. B. P., BERTOLUCCI, S. K. V., ALBUQUERQUE, C. J. B. Teor do óleo essencial de cidrão [*Aloysiatriphylla* (LHér) Britton] em função da variação sazonal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 2, p. 83-88, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2CNBIFJ>>. Acesso em: 5 jan. 2023.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. Cultivo de trigo: Colheita e pós-colheita. Disponível em: <<https://bit.ly/3nb22MA>>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- FAROOQ, S., REHMAN, R. U., PIRZADAH, T. B., MALIK, B., DAR, F. A., TAHIR, I. Cultivation, agronomic practices, and growth performance of buckwheat. In Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat. **Academic Press**, p. 299-319, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803692-1.00023-7>

GABR, A. M., SYTAR, O., GHAREEB, H., BRESTIC, M. Accumulation of amino acids and flavonoids in hairy root cultures of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 25, n. 3, p. 787-797, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00669-1>.

GOBBO-NETO, L., LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/1J53V7i>>. Acesso em: 5 jan. 2023.

DEBIAGE, R. R., REGILDO, M. Ã., PORTO, P. N. P., YOSHIHARA, E., DE MELLO PEIXOTO, E. C. T. *Fagopyrum esculentum* Moench: A crop with many purposes in agriculture and human nutrition. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 12, p. 983-989, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2IRQxN1>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

GÖRGEN, A. V., CABRAL FILHO, S. L. S., LEITE, G. G., SPEHAR, C. R., DIOGO, J. M. D. S., FERREIRA, D. B. Productivity and forage quality of buckwheat ("*Fagopyrum esculentum*" Moench) and pearl millet ("*Pennisetum glaucum*" (L.) R. BR). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 4, p. 599-607, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2l0otqh>>. Acesso em: 22 dez. 2023.

GUPTA, N., SHARMA, S. K., RANA, J. C., CHAUHAN, R. S. Expression of flavonoid biosynthesis genes vis-à-vis rutin content variation in different growth stages of *Fagopyrum* species. **Journal of plant physiology**, v. 168, n. 17, p. 2117-2123, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2lWnV4D>>. Acesso em: 3 jan. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Montes Claros: Território e ambiente [dataset]. Disponível em: <<https://bit.ly/3oBYyVa>>. Acesso em: 12 out. 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2019. Banco de dados meteorológicos para eino e pesquisa [dataset]. Disponível em: <<http://bit.ly/2gTcwCu>>. Acesso em: 07 dez. 2019.

JAPHET, W., ZHOU, D., ZHANG, H., ZHANG, H., YU, T. Evidence of phenotypic plasticity in the respoe of *Fagopyrum esculentum* to population deity and sowing date. **Journal of Plant Biology**, v. 52, n. 4, p. 303-311, 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2Xd51uK>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

JIANG, P., BURCZYNSKI, F., CAMPBELL, C., PIERCE, G., AUSTRIA, J. A., BRIGGS, C. J. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects agait lipid peroxidation. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 356-364, 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2ApjWT6>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

JIANG, Y., FENG, X., YANG, Y., QI, X., REN, Y., GAO, Y., LIU, W., HU, Y. ZENG, Z. Performance of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) supplied with selenite or selenate for selenium biofortification in northeastern China. **The Crop Journal**, v. 6, n. 4, p. 386-393, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2KOr5p5>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

KALINOVÁ, J. P., VRCHOTOVÁ, N., TRÍSKA, J. Contribution to the study of rutin stability in the achenes of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). **Food Chemistry**, v. 258, p. 314-320, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2MlcyUg>>. Acesso em: 11 maio 2024.

KIPROVSKI, B., MIKULIC-PETKOVSEK, M., SLATNAR, A., VEBERIC, R., STAMPAR, F., MALENCIC, D., LATKOVIC, D. Comparison of phenolic profiles and antioxidant properties of European *Fagopyrum esculentum* cultivars. **Food Chemistry**, v. 185, p. 41-47, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2CyKHK5>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

KOYAMA, M., NAKAMURA, C., NAKAMURA, K. Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. **Journal of food science and technology**, v. 50, n. 1, p. 86-93, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2Coaod2>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

LADAN, M. L., STRAUS, J., BENKOVIĆ, E. T., KREFT, S. FT-IR-based method for rutin, quercetin and quercitrin quantification in different buckwheat (*Fagopyrum*) species. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 7226, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2WyLIvv>>. Acesso em: 31 maio 2024.

LEITE, G. L. D., SILVA, F. W. S., GUANABE, R., FERNANDES, L.A., FIGUEIREDO, L.S., SILVA, L.F. NPK and flavonoids affecting iect populatio in *Dimorphandra mollis* seedlings. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 1, p. 17-22, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-86212012000100003>

LI, X., PARK, N. I., XU, H., WOO, S. H., PARK, C. H., PARK, S. U. Differential expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of phenolic compounds in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 23, p. 12176-12181, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2E527Ly>>. Acesso em: 3 jan. 2024.

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. 2020. Exportação e Importação Geral – Rutsosídio (rutina) e seus derivados [S.I]. Brasil. Disponível em: <<https://bit.ly/3lB3d7U>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NUNES, A. R., RODRIGUES, A. L. M., DE QUEIRÓZ, D. B., VIEIRA, I. G. P., NETO, J. F. C., JUNIOR, J. T. C., TINTINO, S. R., DE MORAIS, S. M., COUTINHO, H. D. M. Photoprotective potential of medicinal plants from Cerrado biome (Brazil) in

relation to phenolic content and antioxidant activity. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, 189, 119-123, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.10.013>

PEŁKAL, A., PYRZYKA, K. Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. **Food Analytical Methods**, v. 7, n. 9, p. 1776-1782, 2014.
Disponível em: <<https://bit.ly/2VObk3a>>. Acesso em: 27 maio 2024.

PODSIADŁO, C, SKORUPA, B. Impact of magnetized water on germination energy of seeds and weight of garden savory (*Satureja horteis* L.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.), yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) and winter rape (*Brassica napus* L.) seedlings. **Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich**, p. 1241–1250, 2017.
<http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2017.3.2.095>

R Core Team. 2014. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SIRACUSA, L., GRESTA, F., SPERLINGA, E., RUBERTO, G. Effect of sowing time and soil water content on grain yield and phenolic profile of four buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) varieties in a Mediterranean environment. **Journal of food composition and Analysis**, v. 62, p. 1-7, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.005>

SUDRÉ, C. P., RODRIGUES, R., GONÇALVES, L. S. A., MARTI, E. R., PEREIRA, M. G., SANTOS, M.H. Genetic divergence among *Dimorphandra* spp. accessio using RAPD markers. **Ciência Rural**, vol. 41, n. 4, p. 608- 613, 2011.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000024>

SUZUKI, T., WATANABE, M., IKI, M., AOYAGI, Y., KIM, S. J., MUKASA, Y., YOKOTA, S., TAKIGAWA, S., HASHIMOTO, N., NODA, T., YAMAUCHI, H., MATSUURA-ENDO, C. Time– Course Study and Effects of Drying Method on Concentrations of γ -Aminobutyric Acid, Flavonoids, Anthocyanin, and 2''-Hydroxynicotianamine in Leaves of Buckwheats. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 1, p. 259-264, 2009. <https://doi.org/10.1021/jf802731d>

SUZUKI, T., HONDA, Y., MUKASA, Y. Effects of UV-B radiation, cold and desiccation stress on rutin concentration and rutin glucosidase activity in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) leaves. **Plant Science**, v. 168, n. 5, p. 1303-1307, 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/2JT07Ng>>. Acesso em: 31 maio 2024.

TSURUNAGA, Y., TAKAHASHI, T., KATSUBE, T., KUDO, A., KURAMITSU, O., ISHIWATA, M., MATSUMOTO, S. Effects of UV-B irradiation on the levels of anthocyanin, rutin and radical scavenging activity of buckwheat sprouts. **Food**

Chemistry, v. 141, n. 1, p. 552-556, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.032>

YAO, Y., YANG, Y., LI, Y., LUTTS, S. Intraspecific responses of *Fagopyrum esculentum* to enhanced ultraviolet B radiation. **Plant growth regulation**, v. 56, n. 3, p. 297, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/31ruyjf>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

ZHAI, K. F., DUAN, H., SHI, S. X., LIU, L. L., CAO, W. G., GAO, G. Z., SHAN, L. L. Synchronised determination of chlorogenic acid and five flavonoids in mulberry leaves using HPLC with photodiode array detection. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, v. 10, n. 2, p. 175-182, 2018.

ZIELIŃSKA, D., TUREMKO, M., KWIATKOWSKI, J., ZIELIŃSKI, H. Evaluation of flavonoid contents and antioxidant capacity of the aerial parts of common and tartary buckwheat plants. **Molecules**, v. 17, n. 8, p. 9668-9682, 2012.
<https://doi.org/10.3390/molecules17089668>.