

Órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge são fontes promissoras de frutanos

Amanda Batista da Silveira¹, Khályta Willy da Silva Soares², Jhenyfer Rodrigues Aguiar³, Cinara Ferreira Abraão⁴ e Moemy Gomes de Moraes^{5*}

Resumo

A Espada de São Jorge é uma planta amplamente cultivada como ornamental pertencente à família Asparagaceae. As espécies dessa família frequentemente apresentam rizomas como órgãos de armazenamento e os principais carboidratos não estruturais armazenados são os frutanos. Estes compostos são polímeros de frutose derivados de sacarose. Devido aos seus inúmeros benefícios, são de grande interesse à indústria alimentícia e farmacêutica. Objetivou-se com esse trabalho quantificar os teores de carboidratos não estruturais e verificar a presença de frutanos em rizomas e raízes de Espada de São Jorge. Para isso, foram coletados na estação seca os órgãos subterrâneos de plantas cultivadas em um canteiro, mas que não são irrigadas. Foram avaliados o conteúdo de água e o teor de carboidratos solúveis em ambos os órgãos. Os rizomas da espécie apresentaram maior conteúdo de água e maior teor de carboidratos solúveis que as raízes. Por análises qualitativas dos carboidratos solúveis por cromatografia de troca aniônica de alto desempenho, verificou-se a presença de frutanos em ambos os órgãos, com perfil semelhante ao observado em extratos de bulbos de cebola. Concluímos que os órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge armazenam frutanos com estruturas diversificadas que correspondem à neossérie da inulina e que, especialmente os rizomas da Espada de São Jorge são fonte promissora para a obtenção de frutanos.

Palavras-chave: Armazenamento de reservas. Asparagaceae. Carboidrato não estrutural. Rizoma. *Sansevieria trifasciata*.

Snake plant underground organs are promising sources of fructans

Abstract

Snake plant is a widely cultivated ornamental plant belonging to the Asparagaceae family. The species in this family often have rhizomes as storage organs, and fructans as the main stored nonstructural carbohydrates. These compounds are sucrose-derived fructose polymers. Due to their various benefits, they are of great interest to the food and pharmaceutical industries. The objective of this work was to quantify the nonstructural carbohydrate contents and to verify the presence of fructans in snake plant rhizomes and roots. For this, the belowground organs of plants cultivated in a flower bed, but not irrigated, were collected. Water content and soluble carbohydrate content in both organs were evaluated. The rhizomes of the species had higher water content and soluble carbohydrate content than the roots. Qualitative analyzes of soluble carbohydrates by high performance anion exchange chromatography showed the presence of fructans in both organs, with a profile similar to that observed in onion bulb extracts. We conclude that the belowground organs of snake plant store fructans with diversified structures that correspond to the inulin neoserries and that especially the rhizomes of this species are promising source for obtaining fructans.

Keywords: Storage of reserves. Asparagaceae. Nonstructural carbohydrate. Rhizome. *Sansevieria trifasciata*.

¹Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas. Goiânia, GO. Brasil.
<http://orcid.org/0000-0002-8672-7280>

²Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas. Goiânia, GO. Brasil.
<http://orcid.org/0000-0001-5363-5673>

³Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas. Goiânia, GO. Brasil.
<http://orcid.org/0000-0002-5525-1910>

⁴Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas. Goiânia, GO. Brasil.
<http://orcid.org/0000-0002-5158-2296>

⁵Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas. Goiânia, GO. Brasil.
<http://orcid.org/0000-0002-2217-1199>

*Autora para correspondência: moemy@ufg.br

Introdução

Sansevieria trifasciata, popularmente conhecida como Espada de São Jorge, é uma planta de origem africana, pertencente à família Asparagaceae, e que possui ampla ocorrência em diversas regiões brasileiras devido às condições ecológicas semelhantes às do seu habitat de origem (Nascimento *et al.*, 2003). As espécies da família Asparagaceae, são em sua maioria plantas herbáceas e apresentam rizomas como órgãos de armazenamento. Atualmente a família abriga 150 gêneros e mais de 2500 espécies (Chase, 2009), sendo algumas de valor econômico, como o aspargo que é utilizado na alimentação e a agave usada na fabricação de tequila (Cedeño, 1995).

Essa planta é resistente a fatores adversos do ambiente, como altas temperaturas e secas periódicas, sendo pouco exigente quanto à fertilidade do solo. Por se tratar de uma planta que demanda poucos cuidados, é amplamente utilizada para fins ornamentais, além de ser considerada pela cultura popular, uma planta de proteção espiritual. Seu uso ornamental deve-se à morfologia de suas folhas lanceoladas com coloração verde acinzentada e nas as extremidades branco-amareladas. Estas folhas possuem fibras duras e lignificadas, e por esse motivo são utilizadas na produção de papéis artesanais, tecidos e cordas (Lorenzi; Mello Filho, 2001)

O sistema subterrâneo da Espada de São Jorge é constituído por rizomas, que são caules subterrâneos que possuem gemas e crescem horizontalmente à superfície do solo (Pausas *et al.*, 2018), e por raízes adventícias que se originam desses caules. Os rizomas são órgãos especializados no armazenamento de substâncias, dentre elas, os carboidratos não estruturais que são compostos de reserva e também protegem as plantas de condições ambientais adversas (Van den Ende, 2013; Dong; Beckles, 2019). Na ordem Asparagales, que inclui a família Asparagaceae, os principais carboidratos não estruturais armazenados são os frutanos, que se apresentam com diversas estruturas (Sims, 2003). Estes compostos são polímeros de frutose derivados da sacarose e consistem de séries homólogas de oligo e polissacarídeos não redutores e solúveis em água (Souza *et al.*, 2005).

Adicionalmente às funções para os vegetais, os frutanos são considerados um ingrediente alimentar saudável, sendo um excelente substituto do açúcar. Devido aos seus inúmeros benefícios, são de grande interesse à indústria alimentícia (Pimentel *et al.*, 2012). Como os frutanos não são metabolizados pelo corpo humano, não contribuem com calorias para a dieta. Esses compostos ajudam a reduzir no sangue a quantidade de lipídios, como o colesterol, e possuem propriedades anticariogênicas e antidiabéticas. Adicionalmente, como são fibras solúveis, estimulam as bifidobactérias no cólon e assim exercem um efeito positivo no trato intestinal humano. Desta forma, os frutanos vêm sendo utilizados como componentes químicos pelas indústrias alimentícia e farmacêutica (Barclay *et al.*, 2010).

Acredita-se que a ocorrência dos frutanos nas plantas esteja relacionada às respostas aos fatores ambientais adversos, tais como a seca e o frio (Hendry, 1993). Os frutanos são relevantes em Asparagaceae, entretanto não foram relatados em Espada de São Jorge, assim a hipótese desse estudo é que os órgãos subterrâneos dessa espécie armazenem frutanos com estruturas similares às de outras espécies de Asparagaceae. O objetivo deste trabalho foi o quantificar os teores de carboidratos não estruturais e verificar a presença de frutanos em rizomas e raízes de Espada de São Jorge.

Material e métodos

Para o estudo foram coletadas oito plantas de Espada de São Jorge no Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás em período de seca, quando a precipitação de chuvas é reduzida e as plantas não são irrigadas. Essas plantas estavam em crescimento vegetativo e são consideradas clones, pela sua proximidade e por terem a capacidade de multiplicar-se por divisão de touceiras, formando plantas completas.

As plantas foram levadas ao laboratório para a limpeza e remoção de partículas de solo em água corrente e para a separação dos seus órgãos subterrâneos em raízes e rizomas. Os órgãos subterrâneos foram cortados separadamente em pequenos pedaços e alíquotas da matéria fresca (2g) de cada planta foram pesadas e destinadas à extração de carboidratos não estruturais e outras à desidratação em estufa (50°C). O conteúdo de água foi determinado nas alíquotas mantidas em estufa (50°C) até a estabilização da massa seca e foi expresso como porcentagem da massa fresca.

As amostras destinadas à extração de carboidratos foram fragmentadas em partículas menores e imersas em etanol (80%) em banho maria a 80°C durante 15 min para a inativação enzimática. Posteriormente foram homogeneizadas para que suas partículas ficassem em tamanhos ainda menores. A fase líquida foi separada do material fresco por centrifugação a 2500 rpm, 25°C durante 10 min, e posteriormente filtrados em organza fina, para completa remoção das partículas. Ao material vegetal adicionou-se novamente etanol 80% para incubação a 80°C durante 15 min e centrifugação nas mesmas condições descritas previamente. Esse processo foi realizado três vezes, e todo o líquido resultante foi reunido. A etapa seguinte foi realizada com adição de água destilada à matéria vegetal e incubação em banho maria (60°C) durante 30 min, seguida por centrifugação. Essa etapa foi repetida duas vezes. Todas as fases líquidas obtidas, etanólicas e aquosas, foram reunidas e constituíram o extrato bruto. Os resíduos de material vegetal foram secos em estufa (50°C) para a determinação de amido conforme a metodologia descrita em Amaral *et al.* (2007).

Os carboidratos solúveis totais foram quantificados no extrato bruto pelo método fenol-ácido sulfúrico (Dubois *et al.*, 1956), utilizando glicose para obter a curva padrão. Após o desenvolvimento de cor, a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 490 nm. As quantificações foram realizadas a partir de triplicatas de cada extrato. Após a quantificação, os extratos brutos foram concentrados em evaporador rotativo, a vácuo, a 40°C. Uma alíquota do extrato concentrado (1 mL) foi aplicada em resinas de troca iônica (Amberlite IRA 120, catiônica Amberlite IRA 410, aniônica) para deionização. Em seguida as resinas foram eluídas com 9 mL de água ultrapura. O pH do extrato deionizado foi neutralizado com hidróxido de amônio. Após este processo, os extratos foram secos a vácuo em evaporador rotativo (40°C) e em seguida foram solubilizados em água ultrapura.

Os extratos foram filtrados em filtros (0,45 μm) conectados em seringas, e em seguida foram injetados no cromatógrafo de troca aniônica de alto desempenho com detecção por pulso amperométrico (HPAEC-PAD), em conjunto pré-coluna e coluna CarboPac PA-100 (4 x 250 mm). A eluição (1 mL.min⁻¹) foi realizada em gradiente de acetato de sódio em hidróxido de sódio (100 mM) com a seguinte programação: 0-10 min: 5 mM; 10,1 - 35min, 5 - 50 mM; 35,1 - 40 min, 50 - 375 mM; 40,1 - 45min, 500 mM (Santos *et al.*, 2018). Para a identificação dos açúcares foram utilizados extratos de bulbos de *Allium cepa*, que possui a neossérie da inulina (Yamamori *et al.*, 2015), e de rizóforos de *Chrysolaela obovata* que possui a série da inulina (Carvalho; Dietrich 1993) como padrões.

O conteúdo de água e o teor de carboidratos solúveis totais foram comparados em rizomas e raízes pelo teste t pareado ($p < 0,05$), após a verificação dos pressupostos da estatística paramétrica. O teste t pareado foi utilizado, pois usamos a mesma unidade amostral para realizar duas medidas, sendo assim, a unidade amostral é o seu próprio controle.

Resultados e discussão

Os órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge apresentaram conteúdo de água com média 76,94 % no rizoma maior que a média de 71,81% encontrada nas raízes ($p < 0,05$; Figura 1). Órgãos subterrâneos que possuem alto conteúdo de água, muitas vezes armazenam carboidratos solúveis. O conteúdo de água nos órgãos subterrâneos varia de acordo com a disponibilidade de água no ambiente. Em raízes de *Ichthyothere terminalis* o conteúdo de água variou de 61 a 85%, conforme a disponibilidade de água no ambiente (Almeida *et al.*, 2017). As raízes de *Asphodelus aestivus* mantiveram pelo menos 60% de água, mesmo quando o solo estava seco (Rhizopoulou *et al.*, 1997). Rizóforos de *Chrysolaela obovata* apresentaram entre 50 e 80% de água em condições de déficit hídrico e irrigadas (Garcia *et al.*, 2015). Desse modo, os órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge apresentaram, mesmo em estação seca, boa capacidade de retenção de água.

Nos rizomas, o teor de carboidratos solúveis totais, com média 411,57 mg.g⁻¹ MS, foi maior do que o encontrado nas raízes que apresentaram a média 69,17 mg.g⁻¹ MS (Figura 2). Rizomas são órgãos especializados no armazenamento de água e reservas energéticas e possuem gemas que atuam na propagação clonal (Pausas *et al.*, 2018). Devido ao maior conteúdo de água e ao elevado teor de carboidratos solúveis totais, os rizomas de Espada de São Jorge são órgãos que armazenam água e reserva energética. Comparados aos estudos feitos com espécies de Asteraceae e Amaranthaceae, os carboidratos solúveis são considerados como a principal fonte de reserva subterrânea (Joaquim *et al.*, 2018). Embora tenham sido realizadas análises específicas para a detecção de amido, esse carboidrato não foi detectado nos órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge.

Pela sazonalidade bem definida na região da coleta das plantas analisadas nesse estudo, observa-se que essas plantas são capazes de se manter em épocas secas pelo armazenamento de carboidratos solúveis, especialmente os frutanos, pois as espécies vegetais com essas características são encontradas em regiões temperadas ou semiáridas de sazonalidade bem definida (Hendry; Wallace, 1993).

Rizomas e raízes de Espada de São Jorge armazenam frutanos com perfil cromatográfico com muitos picos correspondentes aos encontrados em extratos de bulbos de cebola (Figura 3). Os diferentes tipos de moléculas de frutanos são originados a partir da adição de unidades de frutose aos trissacarídeos por ligações β 2,1 e β 2,6 (Van den Ende, 2013). A variedade nas estruturas das moléculas de frutanos é uma característica de plantas da ordem Asparagales, e se deve às variações nas atividades das frutossiltransferases, as enzimas de síntese e alongamento das cadeias de frutanos (Sims, 2003).

Nos órgãos subterrâneos analisados, por comparação com materiais que já possuem seus perfis cromatográficos determinados, foram identificados dois tipos de trissacarídeos: a 1-cestotriose, que é o trissacarídeo com a glicose terminal e ligações β 2,1 entre as unidades de frutose e que origina a série da inulina presente em *Chrysolaela obovata* (Garcia *et al.*, 2015); e a 6G-cestotriose, trissacarídeo com a glicose interna e que origina as neosséries de frutanos (Van den Ende, 2013). A cebola, que nesse estudo foi utilizada como padrão, possui ambos trissacarídeos e uma mistura de frutanos nos quais as unidades de frutose são unidas por ligações β 2,1 aos carbonos C1 e C6 da glicose, o que resulta numa posição interna desse açúcar e esses carboidratos possuem grau de polimerização predominante de 8 a 10 (Yamamori *et al.*, 2015).

Figura 1 – Box-plot com conteúdo de água em órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge. A linha central representa a mediana e as barras, o desvio padrão da média (N = 8)

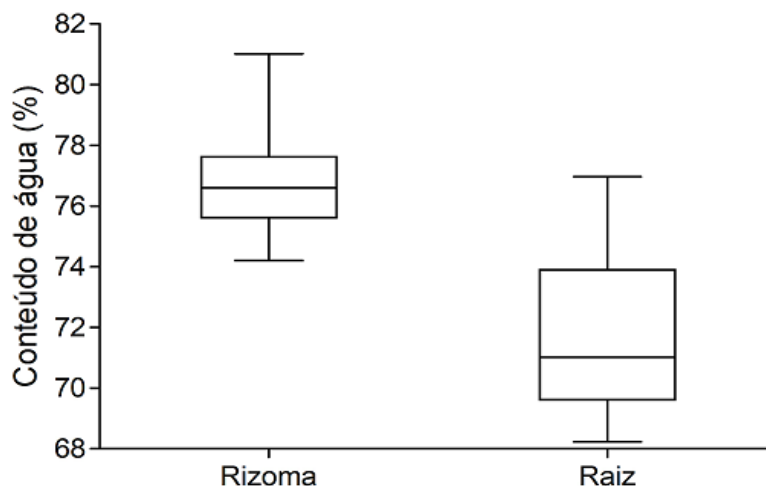
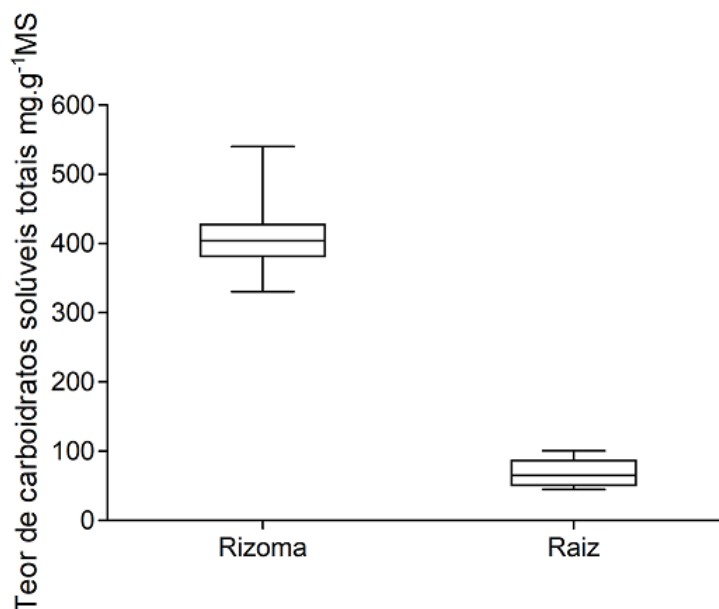


Figura 2 – Box-plot com teores de carboidratos solúveis em órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge. A linha central representa a mediana e as barras o desvio padrão da média (N = 8)



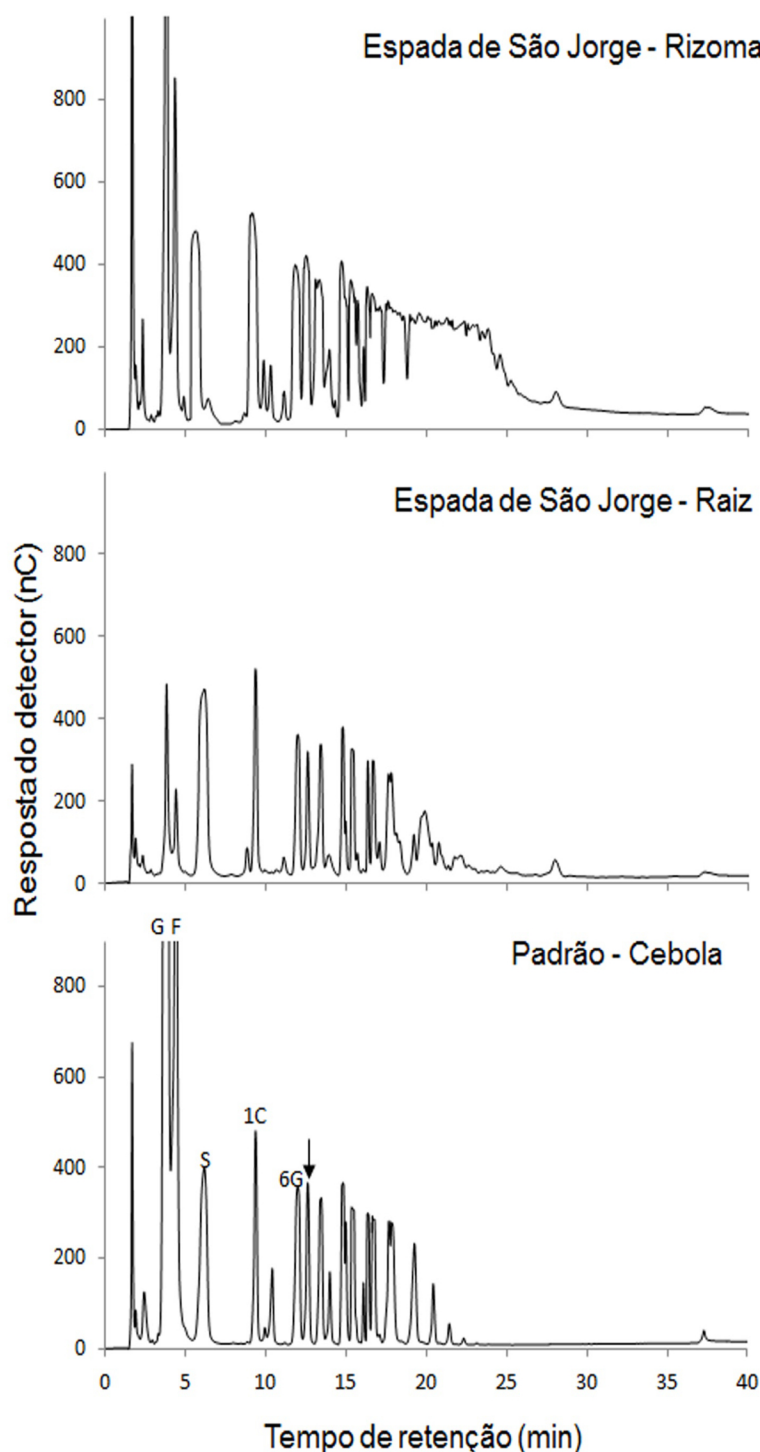
As diferenças nos perfis cromatográficos entre rizomas e raízes de Espada de São Jorge ocorreram pela maior quantidade de carboidratos solúveis presentes nos rizomas (Figura 3). A quantidade e os tipos de frutanos presentes podem ser influenciados pela localização desses compostos nos órgãos da planta e pelas condições ambientais. Em folhas de babosa foi verificado que a porção basal armazena maior quantidade de frutanos em comparação a outras partes, e quando as plantas estão submetidas à restrição hídrica, predominam frutanos com ligações mais complexas (Salinas *et al.*, 2016).

Ao comparar os cromatogramas, percebe-se que a separação dos açúcares maiores nos rizomas tem pouca resolução comparada aos cromatogramas de raízes e aos de cebola, possivelmente pela presença de metabólitos secundários como as saponinas esteroidais, triterpenóides

e flavonóides que são abundantes nos rizomas da espécie (Andhare *et al.*, 2012).

Neste trabalho relatamos a ocorrência de frutanos nos órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge, entretanto a produção e o armazenamento de frutanos podem ser influenciados por fatores fisiológicos da planta, como a capacidade fotossintética e a fenologia, e também por tratamentos culturais, como o regime de irrigação e o tempo de coleta e a pós-colheita dos órgãos armazenadores de frutanos (Almeida *et al.*, 2017; Monti *et al.*, 2005). Desse modo, são necessários estudos adicionais para a determinação das melhores condições para a produção de frutanos ao longo do ciclo dessa planta, assim como a definição de métodos para extração e purificação desses compostos, para a obtenção de matéria prima com qualidade a ser empregada para diversos fins.

Figura 3 – Perfis cromatográficos de carboidratos solúveis ocorrentes em rizomas e raízes de Espada de São Jorge comparadas ao padrão obtido de extratos de bulbos de cebola. Glicose (G), frutose (F), sacarose (S), 1-cestotriose (1C), 6G-cestotriose (6G). O tetrassacarídeo da série da inulina está indicado pela seta



Conclusão

Os órgãos subterrâneos de Espada de São Jorge armazenam frutanos com estruturas diversificadas, e que correspondem à neossérie da inulina. Por acumularem cerca de 40% de carboidratos não estruturais, os rizomas desta espécie são fonte promissora para a obtenção de frutanos.

Contribuição dos autores

As autoras A. B. Silveira e K. W. S. Soares, contribuíram de forma equivalente ao trabalho.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Vinícius Silva de Alvarenga por auxílio na análise estatística.

Referências

- Almeida, L. V.; Ferri, P. H.; Seraphin, J. C.; Moraes, M. G. 2017. Seasonal changes of fructans in dimorphic roots of *Ichthyothere terminalis* (Spreng.) Blake (Asteraceae) growing in Cerrado. *Science of the Total Environment*, 598: 404-412. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.100>.
- Amaral, L. I. V.; Gaspar, M.; Costa, P. M. F.; Aidar, M. P. M.; Buckeridge, M. S. 2007. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. *Hoehnea*, 34: 425-431. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062007000400001>.
- Andhare, R. N.; Raut, M. K.; Naik, S. R. 2012. Evaluation of antiallergic and anti-anaphylactic activity of ethanolic extract of *Sanseveiria trifasciata* leaves (EEST) in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 142: 627-633. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.007>.
- Barclay, T.; Ginic-Markovic, M.; Cooper, P.; Petrovsky, N. 2010. Inulin - a versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *Journal of Excipients and Food Chemistry*, 1: 27-50. Disponível em: <https://jefc.scholasticahq.com/article/1132-inulin-a-versatile-polysaccharide-with-multiple-pharmaceutical-and-food-chemical-uses>
- Carvalho, M. A. M.; Dietrich, S. M. C. 1993. Variation in fructan content in the underground organs of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby at different phenological phases. *New Phytologist*, 123: 735-740. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb03784.x>.
- Cedeño, M. 1995. Tequila production. *Critical Reviews in Biotechnology*, 15: 1-11. Doi: <https://doi.org/10.3109/07388559509150529>.
- Chase M. W.; Reveal, J. L.; Fay, M. F. 2009. A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 132-136. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00999.x>.
- Dong, S.; Beckles, D. M. 2019. Dynamic changes in the starch-sugar interconversion within plant source and sink tissues promote a better abiotic stress response. *Journal of Plant Physiology*, 234-235: 80-93. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.01.007>.
- Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A.; Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356. Doi: <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>.
- Garcia, P. A. A.; Hayashi, A. H.; Silva, E. A.; Figueiredo-Ribeiro, R. C. L.; Carvalho, M. A. M. 2015. Structural and metabolic changes in rhizophores of the Cerrado species *Chrysolea obovata* (Less.) Dematt. as influenced by drought and re-watering. *Frontiers in Plant Science*, 6: 721. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00721>.
- Hendry, G. A. F. 1993. Evolutionary origins and natural fractions of fructans: a climatological, biogeographic and mechanistic appraisal. *New Phytologist*, 123: 3-14. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb04525.x>.
- Hendry, G. A. F.; Wallace, R. K. 1993. The origin, distribution, and evolutionary significance of fructans. In: Suzuki, M.; Chatterton, N. J. (Eds.), *Science and Technology of Fructans*, 119-139. Boca Raton: CRC Press.
- Joaquim, E. O.; Silva, T.M.; Ribeiro, R. C. L. F.; Moraes M. G.; Carvalho, M. A. M. 2018. Diversity of reserve carbohydrates in herbaceous species from Brazilian campo rupestre reveals similar functional traits to endure environmental stresses. *Flora*, 238: 201-209. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.01.001>.
- Lorenzi, H.; Mello Filho, L. E. 2001. *As plantas tropicais de Burtle Marx*. São Paulo: Plantarum.
- Monti, A.; Amaducci, M. T.; Pritoni, G.; Venturi, G. 2005. Growth, fructan yield, and quality of chicory (*Cichorium intybus* L.) as related to photosynthetic capacity, harvest time, and water regime. *Journal of Experimental Botany*, 56: 1389-1395. Doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/eri140>.
- Nascimento, T. M.; Graziano, T. T.; Lopes C. S. 2003. Espécies e cultivares de Sanseviéria como plantas ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 9: 111-119. Doi: <https://doi.org/10.14295/rbho.v9i2.174>.
- Pausas, J. G.; Lamont, B. B.; Paula, S.; Apezato-da-Glória, B.; Fidélis, A. 2018. Unearthing belowground bud banks in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, 217: 1435-1448. Doi: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.14982>.
- Pimentel, T. C.; Garcia, S.; Prudencio, S. H. 2012. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 1059-1070. Doi: <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1059>.
- Rhizopoulou, S.; Pantis, J. D.; Triantafylli, E.; Vokou, D. 1997. Ecophysiological adaptations of *Asphodelus aestivus* to mediterranean climate periodicity: water relations and energetic status. *Ecography*, 20: 626-633. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1997.tb00431.x>.
- Salinas, C.; Handford, M.; Pauly, M.; Dupree, M.; Cardemil, L. 2016. Structural modifications of fructans in *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) grown under water stress. *PLoS One* 11: e0159819. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159819>.
- Santos, C. S.; Abraão, C. F.; Moraes, M. G. 2018. Fructan dynamics in the underground organs of *Chresta exsucca* (Asteraceae), a dry season flowering species. *Acta Botanica Brasilica*, 32: 70-79. Doi: <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0214>.
- Sims, I. M. 2003. Structural diversity of fructans from members of the order Asparagales in New Zealand. *Phytochemistry*, 63: 351-359. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00132-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00132-8).
- Souza, A.; Moraes, M. G.; Figueiredo-Ribeiro, R. C. L. 2005. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. *Acta Botanica Brasilica*, 19: 81-90. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000100009>.
- Van den Ende, W. 2013. Multifunctional fructans and raffinose family oligosaccharides. *Frontiers in Plant Science*, 4: 247. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00247>.
- Yamamori, A.; Okada, H.; Kawazoe, N.; Ueno, K.; Onodera, S.; Shiomi, N. 2015. Structure of fructan prepared from onion bulbs (*Allium cepa* L.) *Journal of Applied Glycoscience*, 62: 95-99. Doi: https://doi.org/10.5458/jag.jag.JAG-2015_001.