

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária

ISSN 3085-9514

***Eventos Técnicos
& Científicos***

8

Junho, 2026

**Resumos expandidos
21ª Jornada Acadêmica
da Embrapa Soja**

30 de junho e 1º de julho de 2026
Londrina, PR

Embrapa Soja
Londrina, PR
2026

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Caixa postal
4006, CEP 86085-981, Distrito de
Warta, Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Roberta Aparecida Carnevalli

Secretária-executiva

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite*

Membros

*Adonis Moreira, Clara Beatriz
Hoffmann-Campo, Claudine Dinali
Santos Seixas, Claudio Guilherme
Portela de Carvalho, Fernando
Augusto Henning, Leandro Eugênio
Cardamone Diniz, Liliane Márcia
Mertz-Henning, Maria Cristina Neves
de Oliveira*

Organização da publicação

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite
Liliane Márcia Mertz-Henning
Kelly Catharin*

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Capa

Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Diagramação

*Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol e
Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (21. : 2026: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XXI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina,
PR, 30 de junho e 1 de julho de 2026 – Londrina : Embrapa Soja, 2026.

PDF (157 p.) - (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 3085-9514; 8)

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

2

Perfis metabolômicos do solo/rizosfera associados ao encarquilhamento foliar da soja após extração por QuEChERS

João Pedro Elias de Almeida⁽¹⁾, Isabely Amadeu Montanha⁽²⁾, Cesar de Castro⁽³⁾, Fabio Alvares de Oliveira⁽³⁾, Marco Antonio Nogueira⁽³⁾, Clara Beatriz Hoffmann-Campo⁽³⁾, Guilherme Julião Zocolo⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de Ciências Biológicas, Instituto Federal do Paraná, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. ⁽²⁾ Estudante de Mestrado em Química Analítica, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui grande importância econômica para o Brasil, mas enfrenta distúrbios ainda pouco compreendidos, como o encarquilhamento foliar. Os sintomas incluem enrugamento do limbo, clorose e alterações associadas ao ambiente radicular, com ocorrência relatada a partir do estádio V2 e persistência até o final do ciclo (Cerezini et al., 2013; Neumaier et al., 2023a, 2023b). A metabolômica permite investigar alterações químicas em matrizes complexas e, associada ao preparo de amostras por QuEChERS/d-SPE, acrônimo em inglês de *Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe* (Rápido, Fácil, Barato, Eficaz, Robusto e Seguro), d-SPE, Dispersive Solid Phase Extraction (Extração em Fase Sólida Dispersiva), que é a etapa de «limpeza» do método QuEChERS. Ela remove impurezas e interferentes (como gorduras e pigmentos) do extrato líquido da amostra e pode auxiliar na identificação de assinaturas químicas associadas ao solo e à rizosfera (Canuto et al., 2018; González-Curbelo et al., 2022). O objetivo deste estudo foi detectar metabólitos diferencialmente expressos e abundantes em solos de áreas com e sem sintomas de encarquilhamento foliar da soja, em condições de campo.

Material e Métodos

Amostragem e estabilização: foram avaliadas 14 unidades analíticas, compostas por 5 amostras sintomáticas, 8 assintomáticas e 1 controle de qualidade (QC). As amostras foram estabilizadas em ultrafreezer (-80 °C), submetidas a dois ciclos de liofilização de 48 h,

maceradas, peneiradas em malha de 2 mm e separadas em alíquotas de 5 g.

Extração QuEChERS/d-SPE: o solo foi hidratado com 5 mL de água ultrapura e extraído com 10 mL de acetonitrila acidificada a 1% de ácido fórmico. A partição foi induzida com 4 g de MgSO_4 e 1 g de NaCl, seguida de centrifugação a 3.000 rpm por 10 min. Alíquotas de 6 mL do sobrenadante foram purificadas em d-SPE com 150 mg de PSA, 15 mg de carbono grafitizado e 885 mg de MgSO_4 , centrifugadas por 5 min, filtradas em PVDF 0,22 μm e enriquecidas com ácido antraceno-9-carboxílico como padrão interno (Vera et al., 2013; Zocolo; Amadeu, 2025).

Análise instrumental e estatística: as análises foram realizadas em cromatografia líquida de ultra-performance (UPLC) em um espectrômetro de massas com fonte de ionização por eletronebulização (ESI) e analisador de tempo de voo com quadrupolo (QTOF), UPLC-ESI-QTOF (Xevo G3-XS, Waters), nos modos positivo e negativo, com coluna C18 e fase móvel composta por água e acetonitrila, ambas com 0,1% de ácido fórmico. Os dados foram adquiridos em DDA (Data-Dependent Acquisition (Aquisição Dependente de Dados)), processados para detecção e alinhamento de picos e exportados para o MetaboAnalyst 6.0. Aplicaram-se a normalização por soma, o escalonamento por Pareto, a Análise de Componentes Principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis), a Análise Discriminante por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-DA, do inglês Partial Least Squares Discriminant Analysis) e a Análise Discriminante de Mínimos Quadrados Parciais Ortogonais (OPLS-DA), com avaliação por R^2 (Coeficiente de Ajuste), Q^2 (Capacidade Preditiva), VIP (variável de Importância na Projeção) e FDR (do inglês False Discovery Rate, Taxa de Descobertas Falsas, sinônimo q-value).

Resultados e Discussão

A análise não supervisionada por PCA confirmou a estabilidade analítica, com agrupamento compacto do QC, e indicou que a separação entre solos de plantas assintomáticas (H) e sintomáticas (W) dependeu do modo de ionização. No modo positivo, houve ampla sobreposição entre H, W e QC, enquanto, no modo negativo, os grupos H e W se distribuíram em regiões distintas do espaço multivariado. O quadro

estatístico associado à PCA indicou maior contribuição da diferença $H \times W$ no modo negativo ($R^2 = 0,49581$; p ajustado = $0,00150$), em contraste com o modo positivo ($R^2 = 0,02855$; p ajustado = $0,47400$). Esse resultado sugere que a fração do melhor discriminante do extrato do solo/rizosfera foi capturada por íons desprotonados ou por adutos detectados no modo negativo, sem, contudo, excluir a presença de marcadores relevantes no modo positivo. O comportamento dos scores e dos QCs é apresentado na Figura 1.

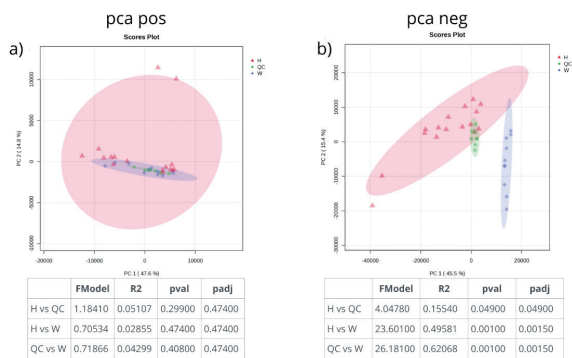


Figura 1. Análise de Componentes Principais (PCA) dos perfis metabolômicos nos modos (a) positivo e (b) negativo, com parâmetros estatísticos associados aos agrupamentos.

Nos modelos supervisionados, a PLS-DA evidenciou um contraste mais nítido entre H e W no modo negativo, no qual o primeiro componente concentrou 43,8% da variação discriminante, em comparação com 17,2% no modo positivo. A inclusão do QC entre os grupos experimentais foi útil para verificar a deriva analítica e mostrou uma distribuição coerente com a repetibilidade do método. Como a PLS-DA maximiza a separação entre classes, a interpretação foi mantida como exploratória e ancorada nos parâmetros de validação, a fim de reduzir o risco de sobreajuste (Worley; Powers, 2013; Triba et al., 2015). A separação supervisionada obtida por PLS-DA é apresentada na Figura 2.

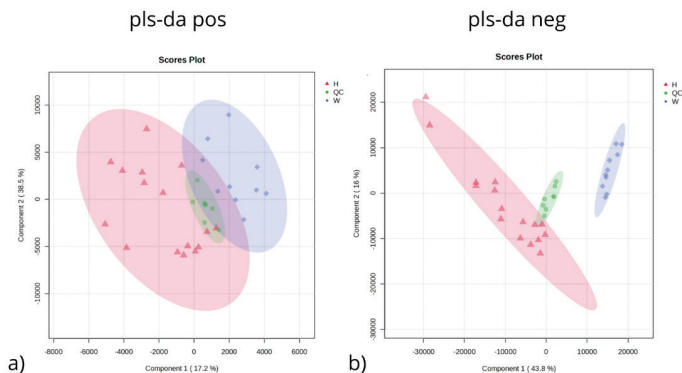


Figura 2. PLS-DA dos perfis metabolômicos nos modos (a) positivo e (b) negativo. H: solo/rizosfera de plantas assintomáticas; W: solo/rizosfera de plantas sintomáticas; QC: controle de qualidade.

A OPLS-DA reforçou a tendência observada na PLS-DA ao separar a variação preditiva da variação ortogonal não diretamente relacionada à classificação dos grupos (Trygg; Wold, 2002). No modo negativo, o componente preditivo explicou 33,1% da variação, superior ao observado no modo positivo (6,5%), o que corrobora a maior sensibilidade desse modo para captar diferenças químicas associadas ao encarquilhamento. A distribuição dos grupos nos modelos OPLS-DA é apresentada na Figura 3 e os parâmetros de desempenho são resumidos na Tabela 1.

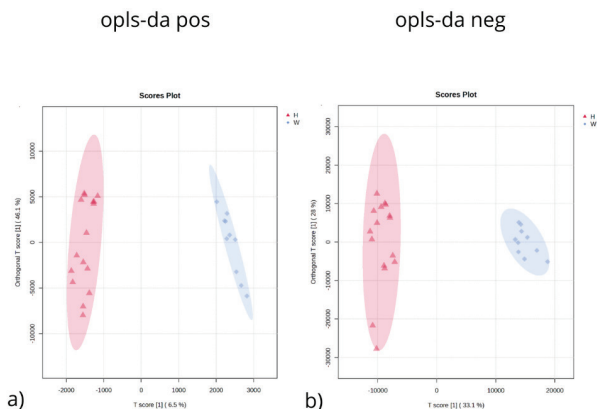


Figura 3. OPLS-DA dos grupos H e W nos modos (a) positivo e (b) negativo.

Tabela 1. Parâmetros de desempenho e validação dos modelos multivariados.

Modelo	Modo de ionização	Componentes	R ² (cum)	Q ² (cum)
PLS-DA	Positivo	5	0,9130	0,7860
PLS-DA	Negativo	5	0,9650	0,9230
OPLS-DA	Positivo	1+2 ortho	0,9220	0,8180
OPLS-DA	Negativo	1+1 ortho	0,9510	0,9240

Os indicadores de desempenho dos modelos supervisionados demonstraram maior capacidade de discriminação interna no modo negativo, com Q²(cum) de 0,9230 para o PLS-DA e de 0,9240 para o OPLS-DA. Esses valores, associados aos respectivos R²(cum), indicam bom ajuste e previsibilidade interna, mas não substituem validação por permutação, CV-ANOVA e conjunto externo independente. Portanto, os resultados devem ser interpretados como evidência robusta para a priorização de marcadores candidatos, e não como um modelo diagnóstico definitivo.

A priorização dos biomarcadores putativos combinou consistência estatística, peso discriminante e reprodutibilidade analítica. As principais features (Par tempo de retenção_{massa} (tR_{m/z})) são apresentadas na Tabela 2. As principais features discriminantes incluíram anotações associadas a lipídios bacterianos e metabólitos especializados fúngicos, sugerindo que o encarquilhamento foliar pode estar relacionado a alterações químico-biológicas da rizosfera, e não apenas à presença isolada de um único composto. No grupo W, o ácido 3-hidroxiocetadecanoico foi o candidato mais consistente, com q = 0,000, VIP = 2,087 e CV = 5,59%, indicando uma associação robusta com solos de plantas sintomáticas. Esse composto pertence à classe dos ácidos graxos hidroxilados, moléculas frequentemente associadas ao lipídio A dos lipopolissacarídeos de bactérias Gram-negativas, sendo utilizadas como marcadores de origem bacteriana em ambientes terrestres (Véquaud et al., 2021). Assim, sua maior abundância em W permite propor a hipótese de aumento de biomassa, renovação celular ou lise de bactérias Gram-negativas na rizosfera sintomática.

Tabela 2. Features discriminantes com anotações putativas e parâmetros estatísticos selecionados por LC-MS/MS. H: maior abundância em plantas assintomáticas; W: maior abundância em plantas sintomáticas.

ID	m/z	T _R	Biomarcador putativo	Grupo	Indicadores estatísticos
1/2	277,1457	8,3262	Eremofilolidas (Par de isômeros)	H	q=0,016; VIP=3,363; FC=1,1; CV=3,46%
3	313,2398	9,9538	Penicitide A	H	q=0,015; VIP=1,296; FC=1,1; CV=2,20%
4	299,2603	9,7637	Ácido 3-OH-octa- decanoico	W	q<0,001; VIP=2,087; FC=1,1; CV=5,59%
6	278,1529	8,5619	Truncateol N	H	q=0,089; VIP=11,941; FC=1,1; CV=3,62%
7	177,0547	6,5501	Pyrenolide A	H	q=0,024; VIP=2,445; FC=1,3; CV=1,68%
9	203,1794	8,4250	Hypocoprín B	W	q=0,076; VIP=1,694; FC=2,6; CV=15,62%

Embora a evidência funcional direta seja mais consolidada para 3-hidroxiácidos graxos de cadeia média, esses compostos podem atuar como padrões moleculares associados a microrganismos e ativar respostas imunes vegetais, incluindo a produção de espécies reativas de oxigênio, a sinalização por MAPK e a expressão de genes de defesa (Desaki et al., 2006; Shang-Guan et al., 2018; Kutschera et al., 2019; Mittler et al., 2022). Dessa forma, propõe-se que o encarquilhamento esteja associado a uma condição de estresse rizosférico crônico, na qual sinais lipídicos microbianos poderiam induzir ativação persistente de mecanismos de defesa, desequilíbrio redox e alterações sistêmicas na fisiologia da soja. O Hypocoprín B, também enriquecido em W, deve ser interpretado como marcador secundário, devido a $q = 0,076$ e $CV = 15,62\%$; ainda assim, por se tratar de sesquiterpenoide descrito em fungos, sua ocorrência pode indicar reestruturação da comunidade fúngica e intensificação de interações competitivas na rizosfera sintomática (Jayanetti et al., 2015).

Em contraste, no grupo H, a maior abundância de moléculas como Eremofilolidas, Penicitide A, Pyrenolide A e Truncateol N indica uma assinatura metabólica distinta, possivelmente associada a metabólitos especializados fúngicos de natureza terpenoide, poliquetídica ou lactônica. Eremofilanos fúngicos apresentam ampla diversidade de atividades biológicas, incluindo efeitos antimicrobianos, fitotóxicos e moduladores das interações ecológicas (Hou et al., 2014; Yuyama et

al., 2017). Penicitide A foi descrito em *Penicillium chrysogenum* e associado à atividade antifúngica moderada contra *Alternaria brassicae*, enquanto Pyrenolide A foi originalmente descrito como substância morfogênica fúngica produzida por *Pyrenophora teres* (Nukina et al., 1980; Gao et al., 2011). Truncateol N, por sua vez, pertence ao grupo dos truncateóis, compostos isoprenilados isolados de fungos e associados à bioatividade, embora, neste estudo, deva ser tratado como candidato prioritário à validação por apresentar alto VIP e $q = 0,089$ (Zhao et al., 2015). Portanto, a predominância desses metabólitos em H não deve ser interpretada automaticamente como ausência de atividade biológica, mas sim como possível indicativo de uma rizosfera mais estável, competitiva ou supressiva, na qual metabólitos especializados fúngicos podem contribuir para modular a microbiota e limitar a instalação de comunidades associadas ao estresse vegetal. Essa interpretação é coerente com a literatura que reconhece o microbioma da rizosfera como determinante da saúde vegetal e da supressividade de doenças no solo (Berendsen et al., 2012; Contreras-Cornejo et al., 2016). Como as identificações ainda são tentativas, a hipótese causal deve ser confirmada por padrões analíticos, autenticação espectral, ensaios microbiológicos e validação em amostras independentes, conforme recomendado para estudos metabolômicos não direcionados (Sumner et al., 2007).

Mesmo com essa limitação, os resultados ampliam a hipótese de que o encarquilhamento foliar está associado a mudanças mensuráveis no metaboloma do solo/rizosfera, especialmente em compostos extraíveis por QuEChERS/d-SPE e detectáveis no modo negativo.

Conclusão

A metabolômica baseada em UPLC-ESI-QTOF, combinada à extração QuEChERS/d-SPE, diferenciou perfis químicos de solos/rizosferas associados a plantas de soja com e sem encarquilhamento foliar. O modo de ionização negativo apresentou melhor discriminação interna. O ácido 3-hidroxiocetadecanoico e Hypocoprins B foram associados ao grupo sintomático, enquanto Eremofilolidas, Penicitide A, Pyrenolide A e Truncateol N caracterizaram majoritariamente o grupo assintomático. A validação química e estatística independente é necessária antes de atribuir função ecológica ou uso diagnóstico aos biomarcadores propostos.

Referências

- BERENDSEN, R. L.; PIETERSE, C. M. J.; BAKKER, P. A. H. M. The rhizosphere microbiome and plant health. **Trends in Plant Science**, v. 17, n. 8, p. 478-486, 2012.
- CANUTO, G. A. B.; COSTA, J. L. da; CRUZ, P. L. R da; Souza, A. R. L. de; FACCIO, A. T.; KLASSEN, A.; RODRIGUES, K. T.; TAVARES, M. F. M. Metabolômica: definições, estado-da-arte e aplicações representativas. **Química Nova**, v. 41, n. 1, p. 75-91, 2018.
- CEREZINI, P.; KUWANO, B. H.; BARBOSA, M.; OLIVEIRA, A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; HUNGRIA, M.; MOREIRA, A.; NOGUEIRA, M. A. Ocorrência de bactérias oxidantes e redutoras de manganês em solo e rizoplane de soja com e sem encarquilhamento foliar. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2013, Londrina. **Sistemas conservacionistas de produção e sua interação com a Ciência do Solo**: resumos. Londrina: IAPAR, 2013. p. 248.
- CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 92, n. 4, fiw036, 2016.
- DESAKI, Y.; DESAKI, Y.; MIYA, A.; VENKATESH, B.; TSUYUMU, S.; YAMANE, H.; KAKU, H.; MINAMI, E.; SHIBUYA, N. Bacterial lipopolysaccharides induce defense responses associated with programmed cell death in rice cells. **Plant and Cell Physiology**, v. 47, n. 11, p. 1530-1540, 2006.
- GAO, S. S.; LI, X. M.; DU, F. Y.; LI, C. S.; PROKSCH, P.; WANG, B. G. Secondary metabolites from a marine-derived endophytic fungus *Penicillium chrysogenum* QEN-24S. **Marine Drugs**, v. 9, n. 1, p. 59-70, 2011.
- GONZÁLEZ-CURBELO, M. Á.; VARELA-MARTÍNEZ, D. A.; RIAÑO-HERRERA, D. A. Pesticide-residue analysis in soils by the QuEChERS method: a review. **Molecules**, v. 27, n. 13, 4323, 2022. 23 p. DOI: 10.3390/molecules27134323.
- HOU, C.; KULKA, M.; ZHANG, J.; LI, Y.; GUO, F. Occurrence and biological activities of eremophilane-type sesquiterpenes. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 14, n. 8, p. 664-677, 2014.

JAYANETTI, D. R.; YUE, Q.; BILLS, G. F.; GLOER, J. B. Hypocoprins A-C: new sesquiterpenoids from the coprophilous fungus *Hypocopra rostrata*. **Journal of Natural Products**, v. 78, n. 3, p. 396-401, 2015.

KUTSCHERA, A.; DAWID, C.; GISCH, N.; SCHMID, C.; RAASCH, L.; GERSTER, T.; SCHÄFFER, M.; SMAKOWSKA-LUZAN, E.; BELKHADIR, Y.; VLOT, A. C.; CHANDLER, C. E.; SCHELLENBERGER, R.; SCHWUDKE, D.; ERNST, R. K.; DOREY, S.; HÜCKELHOVEN, R.; HOFMANN, T.; RANF, S. Bacterial medium-chain 3-hydroxy fatty acid metabolites trigger immunity in *Arabidopsis* plants. **Science**, v. 364, n. 6436, p. 178-181, 2019.

MITTLER, R.; ZANDALINAS, S. I.; FICHMAN, Y.; VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, v. 23, n. 10, p. 663-679, 2022.

NEUMAIER, N.; CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; MARIN, D. R.; SILVA, B. M.; NOGUEIRA, M. A.; CASTRO, C. de; GONCALVES, S. L.; FOLONI, J. S. S.; FARIAS, J. R. B. Encarquilhamento foliar em soja - dados preliminares para a caracterização fisiológica. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2023a. p. 43-46. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1).

NEUMAIER, N.; CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; SILVA, B. M.; MARIN, D. R.; NANNI, M. R.; NOGUEIRA, M. A.; CASTRO, C. de; GONCALVES, S. L.; FOLONI, J. S. S.; FARIAS, J. R. B. Avaliação espectral de plantas de soja com encarquilhamento foliar por meio de câmera multiespectral acoplada a drone. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2023b. p. 47-49. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1).

NUKINA, M.; SASSA, T.; IKEDA, M. A new fungal morphogenic substance, pyrenolide A from *Pyrenophora teres*. **Tetrahedron Letters**, v. 21, n. 3, p. 301-302, 1980.

SHANG-GUAN, K. ; WANG, M.; HTWE, N. M. P. S.; LI, P.; LI, Y.; QI, F.; ZHANG, D.; CAO, M.; KIM, C.; WENG, H.; CEN, H.; BLACK, I. M.; AZADI, P.; CARLSON, R. W.; STACEY, G.; LIANG, Y. Lipopolysaccharides trigger two successive bursts of reactive oxygen species at distinct cellular locations. **Plant Physiology**, v. 176, n. 3, p. 2543-2556, 2018.

SUMNER, L. W.; AMBERG, A.; BARRETT, D.; BEALE, M. H.; BEGER, R.; DAYKIN, C. A.; FAN, T. W.; FIEHN, O.; GOODACRE, R.; GRIFFIN, J. L.; HANKEMEIER, T.; HARDY, N.; HARNLY, J.; HIGASHI, R.; KOPKA, J.; LANE, A. N.; LINDON, J. C.; MARRIOTT, P.; NICHOLLS, A. W.; REILY, M. D.; THADEN, J. J.; VIAN, M. R. Proposed minimum reporting standards for chemical analysis: Chemical Analysis Working Group (CAWG) Metabolomics Standards Initiative (MSI). **Metabolomics**, v. 3, n. 3, p. 211-221, 2007.

TRIBA, M. N.; LE MOYEC, L.; AMATHIEU, R.; GOOSSENS, C.; BOUCHEMAL, N.; NAHON, P.; RUTLEDGE, D. N.; SAVARIN, P. PLS/OPLS models in metabolomics: the impact of permutation of dataset rows on the K-fold cross-validation quality parameters. **Molecular BioSystems**, v. 11, n. 1, p. 13-19, 2015.

TRYGG, J.; WOLD, S. Orthogonal projections to latent structures (O-PLS). **Journal of Chemometrics**, v. 16, n. 3, p. 119-128, 2002.

VÉQUAUD, P.; DERENNE, S.; THIBAUT, A.; ANQUETIL, C.; BONANOMI, G.; COLLIN, S.; CONTRERAS, S.; NOTTINGHAM, A. T.; SABATIER, P.; SALINAS, N.; SCOTT, W. P.; WERNE, J. P.; HUGUET, A. Development of global temperature and pH calibrations based on bacterial 3-hydroxy fatty acids in soils. **Biogeosciences**, v. 18, p. 3937-3959, 2021.

VERA, J. L.; CORREIA-SÁ, L.; PAÍGA, P.; BRAGANÇA, I.; FERNANDES, V. C.; DOMINGUES, V. F.; DELERUE-MATOS, C. QuEChERS and soil analysis: an overview. **Sample Preparation**, v. 1, p. 54-77, 2013.

WORLEY, B.; POWERS, R. Multivariate analysis in metabolomics. **Current Metabolomics**, v. 1, n. 1, p. 92-107, 2013.

YUYAMA, K. T.; FORTKAMP, D.; ABRAHAM, W. R. Eremophilane-type sesquiterpenes from fungi and their medicinal potential. **Biological Chemistry**, v. 399, n. 1, p. 13-28, 2017.

ZHAO, Y.; SI, L.; LIU, D.; PROKSCH, P.; ZHOU, D.; LIN, W. Truncateols A-N, new isoprenylated cyclohexanols from the sponge-associated fungus *Truncatella angustata* with anti-H1N1 virus activities. **Tetrahedron**, v. 71, n. 18, p. 2708-2718, 2015.

ZOCOLO, G. J.; AMADEU, I. dos S. **Protocolo de extração sólido-líquido com partição salina (QuEChERS) e purificação dispersiva (d-SPE) para análise de pesticidas ácidos em solo: procedimento operacional padronizado (POP) para determinação via UPLC-ESI-QTOF**. Londrina: Embrapa Soja, 2025. (apostila).