

ATUALIZAÇÃO DE ÁREA
1º SEMESTRE DE 2023



CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA



<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/ciencias-biologicas-exatas-e-da-terra/cie-bio-exa-ter-atu-are-1-sem-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/3310

C569c

Ciências Biológicas, Exatas e da Terra: Atualização de Área - 1º semestre de 2023
[recurso eletrônico] / Organizadores Carla Viana Dendasck, [et al.]. –
1.ed. – São Paulo: CPDT, 2023. 67p.

Vários autores

Formato: ePUB

Incluir Bibliografia

ISBN: 978-65-996273-2-3

1. Ciências Biológicas, Exatas e da Terra 2. Atualização de Área 3.I. Dendasck, Carla
Viana,

CDD:570

CDU:57

EDITORIAL

DIRETORA

Carla Viana Dendasck

ORGANIZADORES

Anísio Francisco Soares

Carla Viana Dendasck

Claudio Alberto Gellis de Mattos Dias

Maria Luzinete Alves Vanzeler

Josué Ribeiro da Silva Nunes

Maico Danubio Duarte Abreu

Milena Gaion Malosso

MESA EDITORIAL

Alberto Antonio Fiol Zulueta

Alessandra Carla Guimarães Sobrinho

Alexandre Carlos Guimarães Sobrinho

Aucirnanda Vitória da Silva Rozendo

Bruno José Brito Teixeira

Diogo Tiago dos Santos

Edilson Pinto Barbosa

Evilazio Vicente dos Santos

Gilvania Moreira dos Santos

Ianês Vieira de Lima

Izael Oliveira Silva

Jesus Nazareno Silva de Souza

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/ciencias-biologicas-exatas-e-da-terra/editorial-cie-bio-1-sem-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/3318

Julio Rodrigues Alves

Luciane Farias Ribas

Maria Eduarda da Silva Souza

Milena Gaion Malosso

Ricardo de Oliveira Boaro

Sabryna De Oliveira Brito

Yusdel Díaz Hernández

SUMÁRIO

O ESTADO DA ARTE DA CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DESTA ÁREA DA BIOTECNOLOGIA PARA O BRASIL	8
--	----------

Milena Gaion Malosso

Edilson Pinto Barbosa

DESENVOLVIMENTO DE PASTILHAS ECOSSUSTENTÁVEIS POTENCIALIZADAS COM EXTRATO DE PLANTAS COM AÇÃO MICROBIANA PARA O GERENCIAMENTO DE ODORES EM BANHEIROS DE ESCOLAS PÚBLICAS.....	Erro! Indicador não definido.
--	--------------------------------------

Izael Oliveira Silva

Gilvania Moreira dos Santos

Evilazio Vicente dos Santos

Maria Eduarda da Silva Souza

Aucirnanda Vitória da Silva Rozendo

Ianês Vieira de Lima

Diogo Tiago dos Santos

FORNOS INCINERADORES PARA CONTROLE DE RESÍDUOS BIOLÓGICOS	Erro! Indicador não definido.
--	--------------------------------------

Yusdel Díaz Hernández

Alberto Antonio Fiol Zulueta

FUNDAMENTOS, POTENCIALIDADES E APLICAÇÕES DE BIOSSENSORES: UMA ATUALIZAÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
--	--------------------------------------

Alessandra Carla Guimarães Sobrinho

Bruno José Brito Teixeira

Alexandre Carlos Guimarães Sobrinho

Jesus Nazareno Silva de Souza

GESTÃO CENTRALIZADA E AUTOMATIZADA DOS ACESSOS LÓGICOS	Erro! Indicador não definido.
---	--------------------------------------

Ricardo de Oliveira Boaro

PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM COMO GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – UPH PIRAPOZINHO – MICROBACIA DE DRENAGEM NARANDIBA - UGRHI 22	Erro! Indicador não definido.
--	--------------------------------------

Julio Rodrigues Alves

ESTUDOS SISTEMÁTICOS DA RECICLAGEM DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	Erro! Indicador não definido.
--	--------------------------------------

Luciane Farias Ribas

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/ciencias-biologicas-exatas-e-da-terra/sumario-cie-bio-1-sem-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/3321

APRESENTAÇÃO

Caro leitor, é com muita satisfação que a Revista Núcleo do Conhecimento compartilha com você mais um compilado de informações atuais e inovadoras na área das Ciências Biológicas.

Cada capítulo desse livro irá lhe proporcionar uma imersão no “velho mundo novo” da biologia de forma aplicada. Aqui, os autores trazem seu olhar científico e crítico sobre aspectos importantes e cotidianos da Ciência da Vida. Esta iniciativa visa difundir resultados e opiniões especializadas, compartilhar pensamentos e aproximar os membros da sociedade acadêmica e grupos de pesquisa.

Estamos certos de que todas as contribuições aqui reunidas serão valiosas para seus estudos e formação intelectual e profissional. Sinta-se convidado a interagir com os autores e demais leitores, além de divulgar este material.

Tenha uma boa leitura e bons estudos!

Cordialmente,

Prof Dr Sabrynnna De Oliveira Brito

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/3324

BIOLÓGICAS

O ESTADO DA ARTE DA CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DESTA ÁREA DA BIOTECNOLOGIA PARA O BRASIL

Milena Gaion Malosso

Edilson Pinto Barbosa

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/3326

INTRODUÇÃO

Este texto tem como objetivo verificar o estado de arte da cultura de tecidos vegetais e sua importância econômica para o Brasil.

Para organizar as informações aqui contidas, durante o levantamento de dados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na plataforma Google Acadêmico, delimitada num período de 10 anos, usando palavras-chave como “cultura de tecidos vegetais”, “técnicas de cultura de tecidos vegetais” e “importância econômica da cultura de tecidos”.

O tópico, a seguir, busca responder as seguintes questões: como se apresenta o estado de arte da cultura de tecidos vegetais? Qual é a sua importância econômica para o Brasil?

DESENVOLVIMENTO

A cultura de tecidos vegetais é uma técnica que permite o cultivo de células, tecidos e órgãos vegetais em condições assépticas, em meios de cultura contendo nutrientes e reguladores de crescimento adequados (REYMUNDO, 2017, p. 260). Tem sido amplamente utilizada em várias áreas da pesquisa, incluindo a produção de plantas transgênicas, conservação de germoplasma, propagação de plantas e produção de compostos secundários (PEREIRA et al., 2009, 221).

Conforme Carvalho & Vidal (2003,11), o estado da arte da cultura de tecidos vegetais envolve várias áreas de pesquisa e desenvolvimento, incluindo:

1. *Regeneração de plantas inteiras a partir de células ou tecidos específicos*: que permite a produção de plantas geneticamente modificadas ou melhoradas em escala comercial (GUIODOLIN, 2003, p. 16). É técnica de grande importância econômica para

o Brasil, que possui a agricultura como uma de suas principais atividades. Esta técnica tem a capacidade de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas (GUIMARÃES et al., 2003, p. 173).

De acordo com BOSCARIOL (2004, p.1), esta técnica também é amplamente utilizada na produção de mudas de plantas, tanto para a agricultura convencional, quanto para a agricultura orgânica, pois permite a produção de grande número de plantas geneticamente idênticas, com características desejáveis, em um curto período, o que leva à diminuição dos custos de produção de mudas de alta qualidade.

Além disso, a técnica de regeneração de plantas inteiras é essencial na produção de plantas transgênicas, que têm um imenso potencial econômico, já que podem ser desenvolvidas para apresentar características desejáveis, como resistência a doenças, tolerância a condições ambientais adversas, aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos produtos.

Esta técnica também pode ser aplicada na produção de plantas ornamentais e plantas medicinais, que têm um grande valor econômico. No Brasil, a produção destas plantas é uma atividade crescente, tanto para o mercado interno quanto para o externo (BUAINAIN & BATALHA, 2007, p. 24 e 34).

2. *Produção de metabólitos secundários*: a cultura de tecidos vegetais pode ser utilizada para produzir compostos secundários, como alcaloides, flavonoides, terpenos, entre outros, que têm uma grande variedade de aplicações em várias indústrias, incluindo farmacêutica, alimentícia, cosmética e de produtos químicos, o que confere a esta técnica um grande potencial econômico para o Brasil (CANHOTO, 2010, p. 215, 216 e 217).

No setor farmacêutico, os metabólitos secundários de plantas têm sido amplamente utilizados como fontes de medicamentos, uma vez que muitos desses compostos apresentam atividades biológicas únicas e propriedades terapêuticas, como por exemplo a artemisinina, que é um composto extraído da planta *Artemisia annua*, utilizada no tratamento da malária (ABAT, 2008, p. 8).

No setor alimentício, os metabólitos secundários de plantas são utilizados como aditivos naturais para melhorar o sabor, o aroma e a cor dos alimentos (OETTERER, et al., 2006, p. 559). O licopeno, por exemplo, é um composto presente no tomate, que é utilizado como corante natural em vários produtos alimentícios (REIFSCHNEIDER, et al., 2014 p. 100 e 101).

No setor cosmético, os metabólitos secundários de plantas são utilizados em produtos de cuidados pessoais, como xampus, sabonetes e cremes devido às suas propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e hidratantes (RABELO, 2019, p. 319).

Além disso, conforme Simões (2016, p. 24), a produção de metabólitos secundários de plantas através da cultura de tecidos vegetais pode ser uma alternativa sustentável e economicamente viável à extração de compostos diretamente das plantas, uma vez que a cultura de tecidos vegetais permite a produção em larga escala *in vitro* desses compostos, usando biorreatores, sem a necessidade do uso de pesticidas e herbicidas e de realizar plantações extensas *in situ ou on farm*.

Como se sabe, o Brasil é um país rico em biodiversidade, com uma grande variedade de plantas que podem produzir compostos secundários de interesse econômico (NETO & CAETANO, 2005, p. 07 e 22). A aplicação da técnica de produção de metabólitos secundários de plantas através das diversas técnicas de cultura de tecidos vegetais pode ser uma forma de explorar esse potencial, aumentando a competitividade do país em várias indústrias (ALMEIDA et al., 2016, p. 03).

3. *Propagação de plantas*: a cultura de tecidos vegetais pode ser utilizada para produzir grande número de plantas geneticamente idênticas, com a vantagem de se evitar a propagação sexual, que pode levar à segregação genética e à variabilidade.

Essa técnica é economicamente importante para o Brasil, especificamente para o setor agrícola, pois, conforme já exposto, permite a produção em larga escala de mudas elite de plantas geneticamente idênticas e de alta qualidade, em um curto período, fator que pode aumentar a produtividade agrícola e melhorar a qualidade de produtos como a cana-de-açúcar, café, frutas e hortaliças, por exemplo, através de técnicas de limpeza clonal (OLIVEIRA et al., 2013, p. 440).

A produção de mudas em larga escala, com essa técnica, pode ajudar a reduzir os custos de produção, além de garantir a uniformidade e a qualidade das mudas (ABDALLA et al., 2022, p.1 e 2).

De acordo com Alvim (2020, p. 2), essa técnica, também se promove a preservação da biodiversidade vegetal, uma vez que permite a multiplicação de espécies vegetais raras, ameaçadas de extinção ou com valor econômico, sem que sejam retiradas da natureza. Isso é especialmente importante para o Brasil, que é um país com a maior

diversidade vegetal do mundo, e que, muitas vezes, está associada a ecossistemas frágeis e ameaçados.

Além disso, a técnica de propagação de plantas via cultura de tecidos vegetais tem significância para a produção de plantas ornamentais e plantas medicinais, uma vez que permite a multiplicação de plantas ornamentais e medicinais em larga escala (CAMPUS, 2013, p. 640), o que pode contribuir para o desenvolvimento desses setores econômicos no país.

4. *Conservação de germoplasma*: a cultura de tecidos vegetais também pode ser utilizada para conservar o germoplasma de plantas raras ou em perigo de extinção, através da produção de bancos de germoplasma *in vitro*. A importância econômica desta espécie encontra-se especialmente na agricultura e na segurança alimentar, uma vez que permite a preservação de variedades vegetais importantes para a agricultura, incluindo espécies raras, cultivares tradicionais e linhagens geneticamente melhoradas, em condições controladas de armazenamento em laboratório (QUINTANA-SIERRA et al., 2021, p. 285 e 286).

Esta técnica tem relevância para países como o Brasil, que possuem grande diversidade genética de plantas cultiváveis, já que essa diversidade, como fonte de recursos genéticos, pode ser utilizada no desenvolvimento de variedades de plantas mais resistentes, por exemplo, a pragas e doenças, tolerantes à seca e ao calor, e com maior produtividade (BURLE, 2019, p. 4 e 5). Desta forma promove a agricultura sustentável e permite a conservação *in vitro* de variedades vegetais em risco de extinção, sendo útil à manutenção da diversidade genética das plantas cultiváveis.

De acordo com Zanata (2008, p. 14), também desempenha um valioso papel na troca de material genético entre países, visando o desenvolvimento de novas variedades de plantas, possibilitando assim o desenvolvimento de novas variedades de plantas por meio da seleção e hibridização, além de preservar o germoplasma vegetal em condições controladas permitindo a conservação de variedades vegetais em longo prazo, o que facilita a troca de material genético entre países.

5. *Engenharia genética de plantas*: a cultura de tecidos vegetais é uma ferramenta essencial para a engenharia genética de plantas (SATNOS et al., 2021, p. 78), permitindo a introdução de novos genes ou a alteração de genes existentes em plantas através da técnica de transformação genética (VENTURA, 2015, p. 69 e 70).

Considerando, que o Brasil é um dos principais produtores mundiais de alimentos e a técnica de engenharia genética de plantas *in vitro* também é muito importante para a agricultura brasileira (SILVEIRA et al., 2005, p. 105; OLIVEIRA et al., 2012, p. 347), pois permite a introdução de genes que codificam características desejáveis nas plantas cultiváveis, tais como resistência a pragas e doenças, tolerância a condições ambientais adversas, aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos produtos agrícolas. Essas características são importantes para a promoção da agricultura sustentável, pois permitem a redução do uso de agrotóxicos e de outros insumos agrícolas, além de contribuírem para a preservação do meio ambiente e da saúde humana (OLIVEIRA et al., 2012, p. 342, 343, 345, 345, 346, 3487, 349).

Essa técnica igualmente pode contribuir para o aumento da melhoria e segurança alimentar (RESTA & ELISBÃO, 2021, p.12, 14 e 19), pois permite a produção de variedades de plantas mais resistentes a condições climáticas extremas, como a seca, e a doenças, que são frequentes em regiões do Brasil (SILVA et al, 2011, p. 4 e 5). Tem papel importante na produção de plantas transgênicas, que podem ser utilizadas em diversos setores da economia brasileira.

As plantas transgênicas podem, por exemplo, ser utilizadas na produção de biocombustíveis (VILELA, 2014, p. 11), na produção de alimentos funcionais, como os alimentos enriquecidos com vitaminas e minerais (SILVA & ORLANDELLI, 2019, p. 184), e na produção de biofármacos (CARREIRA et al., 2013. P. 170).

Assim, esta técnica permite a produção de variedades vegetais mais adaptadas às condições locais e com maior valor agregado, contribuindo para a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional (GOMES & BORÉM, 2013, p. 122).

Essas foram, portanto, descrições necessárias à apresentação do estado de arte da cultura de tecidos vegetais, a qual tem sido utilizada em significativas pesquisas fundamentais ao desenvolvimento potencial do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado neste trabalho, vale reafirmar que a cultura de tecidos vegetais é uma área versátil e amplamente utilizada em várias outras áreas da pesquisa e para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal. As aplicações potenciais são vastas e

incluem desde a produção de plantas geneticamente modificadas até a conservação de germoplasma *in vitro* de espécies em risco de extinção.

Viu-se sobre a importância econômica para o Brasil da técnica de regeneração de plantas inteiras, a partir de células ou tecidos específicos, que tanto é útil para a produção de mudas de plantas para a agricultura quanto para a produção de plantas transgênicas, ornamentais e medicinal.

Destacou-se sobre o significado econômico para o país da produção de metabólitos secundários de plantas, visto que, esta técnica contribui para aumentar a produtividade agrícola, preservar a biodiversidade vegetal, desenvolver os setores de plantas ornamentais e medicinais e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas.

Enfatizou-se sobre a de propagação de plantas via cultura de tecidos vegetais como uma técnica capaz de contribuir com a economia do país, aumentando a produtividade agrícola, a preservação da biodiversidade vegetal, o desenvolvimento dos setores de plantas ornamentais e medicinais e a qualidade dos produtos brasileiros.

Mostrou-se a relevância da conservação de germoplasma vegetal *in vitro*, por preservar a biodiversidade vegetal, o desenvolvimento de novas variedades de plantas, a promoção da agricultura sustentável e a segurança alimentar. Isso é especialmente útil à economia do Brasil.

Finalmente, explanou-se sobre a engenharia genética, técnicas de transformação genética de plantas *in vitro*, e sua capacidade de promover uma agricultura sustentável, o aumento da segurança alimentar, o desenvolvimento de produtos biotecnológicos e a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional.

Espera-se que, ao final deste texto, os questionamentos iniciais intencionados tenham sido respondidos, mas também que essas respostas suscitem o anseio de novas buscas científicas capazes de gerar novos conhecimentos na área para o aprimoramento biotecnológico do país.

REFERÊNCIAS

ABAT, Seid Yimer. Extration of Artemisinin from *Artemisia annua*. 2008. Dissertação (Bacharelado em Tecnologia). 2008.

ABDALLA, Neama; EL-RAMADY, Hassan; SALIEM, Mayada K.; EL-MAHROUK, Mohammed, E.; TAHA, Naglaa, BAYOUMI, Yousry; SHALABY, Tarek A.; DOBRĄNSZKI, Judit. An Academic and Technical Overview on Plant Micropropagation Challenges. **Horticulturae**, v. 8, n. 677, p. 1 – 28, 2022.

ALMEIDA, Lília Vieira da Silva; OLIVEIRA, Vânia Jesus dos Santos; JACOBI, Cláudia Cecília Blaszkowisk; ALMEIDA, Welington Antônio Basto de. As plantas medicinais e a micropropagação como ferramenta para sua expansão e utilização. **Textura**, v. 9, n. 16, p. 01 -14, 2016.

ALVIM, Bruno Freitas Matos; SOUZA, Ana Valéria Vieira de; LIMA-BRITO, Alone; FONSECA, Priscila Tavares; SOARES, Taliane Leila; SANTANA, José Ferreira de. *In vitro* conservation of *Amburana cearenses* (Fabaceae). **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, p. 1 – 8, 2020.

BOSCARIOL, Raquel Luciana. **Transformação genética de laranja doce com os genes manA, atacina A e Xa21**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Acesso em: 28 fev. 2023.

BUAINAIN, Antônio Márcio & BATAHA, Mário Otávio. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Volume 9. Série agronegócios. 1º Edição. Brasília : IICA MAPA/SPA, 2007.

BURLE, Marília Lobo. **Conservação de recursos genéticos vegetais na EMBRAPA – Histórico e perspectivas futuras Comunicado. Técnico 206**. 1ª Edição. Brasília : EMBRAPA, 15 p. 2019.

CAMPOS, Vânia Celene Alecrim; BRITO-LIMA, Alone; GUTIERREZ, Ingrid Estefania Mancia; SANTANA, José Ranieri Ferreira de; SOUZA, Ana Valéria Vieira. Micropropagação de Umburana de Cheiro. **Ciência Rural**, v. 43, n.4., p. 639 – 644, 2013.

CANHOTO, Jorge M. **Biotecnologia vegetal: da clonagem de plantas à transformação genética**. 1ª Edição. Coimbra : Imprensa da Universidade de Coimbra. 2010.

CARREIRA, Ana Cláudia Oliveira; LEVIN, Gabriel, COELHO; Tatiana Maldonado; BELCHIOR, Gustavo Gross; SOGAYAR, Mary Cleide. Biofármacos: sua importância e as técnicas utilizadas em sua produção. **Genética Na Escola**, v. 8, n. 2 p. 168–177, 2013.

CARVALHO, Julita Maria Frota Chagas & VIDAL, Márcia Soares. **Noções de cultivo de tecidos vegetais**. 1ª Edição. Campina Grande : EMBRAPA ALGODÃO. 2003.

GOMES, Wellington Silva & BORÉM, Aluizio. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Agronegócio**. v. 11, n. 1, p. 115 – 136, 2013.

GUIMARÃES, Cláudia Studart; LACORT, Cristiano; BRASILEIRO, Ana Cristina Miranda. Transformação genética em espécies florestais. **Ciência Florestal**, v 13, n. 1, p. 167 – 178.

GUIODOLIN, Altamir Frederico. **Regeneração de Planas de *Phaseolus vulgaris* L. a partir de calos e transformação genética de plantas**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências de Energia Nuclear). Piracicaba. 2003.

QUINTANA-SIERRA, María Elena; SOLARES-DÍAZ, Glória & BARRAGÁN-HIDALGO, Reynoldez Vicente. Establecimiento de un banco de germoplasma *in vitro* en la facultade de estudios superiores Cuautitlán. Memoria del Congreso Nacional de Tecnología (CONATEC), Ano 4, n. 4, p. 284 – 292, 2022.

OETTERER, Marília; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara; SPOTTO, Márcia Helena Fillet. **Fundamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1ª Edição. Barueri : Manoele, 2006.

OLIVEIRA, Leandro Silva de; DIAS, Poliana Coqueiro; BRONDANI, Gilvano Ebling. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Revista Florestal Brasileira**, v.33, n, 76, p. 439 – 453, 2013.

PEREIRA, Jonny Everson Scherwinski; Costa, Frederico Henrique da Silva; Guedes, Rodrigo da Silva. **Uso e aplicações Biotecnológicas do cultivo *in vitro* de células, tecidos e órgãos de plantas**. In: GONÇALVES, Rivaldalve Coelho & OLIVEIRA, Luis Cláudio de, EMBRAPA Acre: Ciências e Tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia. 1ª Edição. Rio Branco/Acre : EMBRAPA ACRE, 2009. P. 221 – 246.

NETTO, Pedro Aciolly de Sá Peixonto & CAETANO, Luiz Carlos. **Plantas Medicinais: do popular ao científico**. 1º Edição. Maceio : Editora UFAM, 2005.

RABELLO, Tereza. **Guia de produtos cosméticos**. 12ª Edição – Revista Ampliada. São Paulo : Editora SENAC, 2019.

REIFSCHEIDER, Francisco J. B.; NASS, Luciano L.; HEINRICH, Ana Gláucia; RIBEIRO, Cláudia S. C.; HENS, Gilmar P.; KEPLER, Euclides Filho, BOITEUX, Leonardo S.; RITSCHER, Patrícia; FERRAZ, Rodrigo M.; QUECINI, VERA. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1ª Edição. Brasília. 2015.

RESTA, Mário Sérgio Azevedo & ELISBÃO, Tadeu. Alimentos transgênicos: aspectos éticos, nutricionais e de segurança alimentar para o consumidor. **Terra e Cultura**, n. 40, p. 11 – 28, 2021.

REYMUNDO, Carlos Eduardo Valério (ORG.). **VII Botânica no Inverno**. 1ª Edição. São Paulo : EDUSP, 2017.

SANTOS, Milena Áurea Santana dos; ARAÚJO, Carolina Costa; OTANIA, Fabrizia Saiuri; OLIVEIRA, Elaine Cristina Pacheco de; JÚNIOR, Élcio Meira de Fonseca. **Capítulo 6. Aplicação da cultura de tecidos vegetais em plantas medicinais da Amazônia: uma revisão** p. 77 – 97. In: BOLDOÍNO, Mariana & SADALA, Kláudia (Org.). Ciências Ambientais da Amazônia. 1ª Edição. Manaus : Editora Amazônia. 2021. 97 p.

SILVA, Elisângela Távora de; SOUZA, Eunice Pereira; SANTOS, Rodrigo da Silva; BARBOSA, Mônica Santiago. A engenharia genética aplicada no melhoramento da cana de açúcar: uma nova alternativa para a produção de biodiesel de segunda geração. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 9, n. 2, 2011, p. 03- 23.

SILVA, Vânia Santos da & ORLANDELLI, Ravelly Casarotti. Desenvolvimento de alimentos funcionais nos últimos anos: uma revisão. **Revista Uningá**, v. 56, n. 2, p. 182 – 194, 2019.

SILVEIRA, José Maria Ferreira Jardim da; BORGES, Izaías de Carvalho; BUAINAIN, Antônio Márcio. Biotecnologia e Agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n.2, 2005. P. 101 – 114.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira; SCHENKEL, Eloir Paulo; MELLO, João Carlos Palazzo de. Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. 2ª Edição. Porto Alegre : Artimedi, 2016.

VENTURA, José Aires. A engenharia genética como ferramenta no melhoramento de plantas, p. 65-80. In: 2 Painel – O uso de transgênicos na agricultura: ameaças e oportunidades. Retirado de <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2374/1/BRT-aengenhariageneticacomoferramentanomelhoramentodepragas-Emcaper.pdf>. Acessado em 27/03/2023.

VILLELA, Helena Dias Müller. **Utilização das técnicas de engenharia genética e bioquímica em *Chlamydomonas reinhardtii* visando o aumento da produção de lipídeos para obtenção de biocombustível**. 2014. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Instituto de Química, University of São Paulo, São Paulo, 2014.

ZANATA, Mauro. De olho o futuro, EMBRAPA reforça poupança genética. Valor Econômico, São Paulo, 23 de abril de 2008, Agronegócios. p. B14. Retirado de: A utilização deste artigo é exclusivo para fins educacionais. (espm.br). Acessado em: 14 de março de 2023.

INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Milena Gaion Malosso

Doutorado.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1613-1331>.

CURRÍCULO LATTES: <https://lattes.cnpq.br/1873078781409836>.

Edilson Pinto Barbosa

Doutorado.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1056-2840>.

CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2821682713242701>.