



Ciência em foco

Volume X

Jorge G. Aguilera

Alan M. Zuffo

Bruno R. de Oliveira

Aris V. Peña

Rosalina E. L. Zuffo

Org.



2022

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
Bruno Rodrigues de Oliveira
Aris Verdecia Peña
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Organizadores

Ciência em foco
Volume X



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciência em foco [livro eletrônico] : volume X / Organizadores Jorge González Aguilera... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. 110 p.; il. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81460-64-8 DOI https://doi.org/10.46420/9786581460648 1. Ciência – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa científica. I. Oliveira, Bruno Rodrigues de. II. Zuffo, Alan Mario. III. Aguilera, Jorge González. IV. Peña, Aris Verdecia. V. Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa. CDD 001.42
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

A Coletânea Ciência em Foco, no seu decimo volume, vem a promover e divulgar pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento. A obra é de extrema relevância atualmente, pois ressalta pesquisas na área Florestal, Empreendedorismo Rural, Sistemas Penais, Hidrologia, Engenharia, e o atuar das ONGs.

O Capítulo 1 aborda um tema de muita aplicação e atualidade, trazendo a transgenia em espécies florestais. A autora mostra as principais técnicas que são aplicadas no desenvolvimento de novos genótipos florestais. O Capítulo 2 aborda assuntos relacionados a empresa rural e como o planejamento determina o êxito de este tipo de empreendimento. Continuando a discussão relacionada com processos penais no Peru escrito no idioma espanhol, no Capítulo 3 o autor apresenta as bases e o referencial teórico da prisão preventiva na realidade desse país. Voltando nos assuntos da área agrícola, no Capítulo 4 os autores e as autoras apresentam um estudo que mostra como o uso de recursos naturais pelo homem tende a provocar alterações ecológicas no ambiente e como consequência ocasiona a degradação da qualidade ambiental de bacias hidrográficas.

No Capítulo 5 os autores mostram uma pesquisa relacionada com as aplicações da engenharia nas escolas públicas e como as meninas podem fazer a diferença ao desenvolver atividades nessa área, longe do preconceito que muitas vezes se tem com as mulheres no geral e que impede de realizar determinadas atividades por falta de oportunidades. Para finalizar, no Capítulo 6, se mostra os desafios e progressos de uma ONG dedicada ao esporte, com especial atenção nos resultados e a trajetória do Instituto Camaradas Incansáveis (ICI).

Esperamos que cada um dos temas abordados com cuidado nessa coletânea, possa contribuir com o crescimento e fortalecimento da ciência em geral.

Tenham uma boa leitura.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Transgenia de Espécies Florestais.....	6
Capítulo 2.....	15
Importância do planejamento na empresa rural	15
Capítulo 3.....	44
Interpretación jurídica de los Sistemas Procesales Penales en el Perú: A propósito del estudio de la prisión preventiva	44
Capítulo 4.....	58
Avaliação do grau de perturbação na bacia hidrográfica do Ribeirão Cafezal utilizando Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)	58
Capítulo 5.....	72
Elas na Engenharia-Por que não?: Uma experiência guiada por protótipos de robótica e lançamento de foguete em escolas públicas do Sul do Tocantins	72
Capítulo 6.....	89
Os desafios e progressos de uma ONG dedicada ao esporte: a trajetória do Instituto Camaradas Incansáveis (ICI) ⁱ	89
Índice Remissivo	108
Sobre os organizadores.....	109

Transgenia de Espécies Florestais

Recebido em: 17/09/2022

Aceito em: 20/09/2022

 10.46420/9786581460648cap1

Maria José de Holanda Leite^{1*} 

INTRODUÇÃO

As espécies florestais são de grande importância para a economia, porque oferecem uma ampla gama de produtos, como madeira para construção, biomassa para a produção de polpa de celulose e papel para fonte de energia industrial, assim como uma série de subprodutos para a indústria de cosméticos, farmacêutica, alimentícia etc (Studart-Guimarães et al., 2003).

É válido destacar que, no Brasil as plantações florestais são compostas sobretudo por espécies, híbridos e clones de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e de pinheiro (*Pinus* spp.), especialmente os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina (Mora; Garcia, 2000). Dessas plantações, cerca de 2/3 correspondem a plantações de eucalipto e o restante de pinheiro, o que representa aproximadamente 4% do PIB nacional (US\$ 7 bilhões), sendo responsável por 2 bilhões em impostos, cujo as exportações alcançaram US\$ 5,4 bilhões em 2004, correspondendo a 10% das exportações brasileiras (SBS, 2007). Enquanto que, o carvão vegetal oriundo de florestas nativas e plantações é responsável por 40% da produção nacional de ferro gusa e a madeira fornece 20% da energia primária consumida no Brasil; Gera 700 mil empregos diretos e 2 milhões indiretos e 6 milhões de empregos em toda cadeia produtiva florestal (SBS, 2007).

Visto sua grande importância, espécies florestais vêm sendo selecionadas ao longo do tempo pelos programas de melhoramento, para a obtenção de genótipos mais produtivos, com melhores características florestais, melhor adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e com resistência a estresses bióticos e abióticos.

Entretanto, os programas de melhoramento genético de espécies florestais são dificultados pela altura dos indivíduos que implica na dificuldade de manter controle sobre processos de polinização e fecundação, pela complexidade da análise dos descendentes após os cruzamentos e retrocruzamentos. Nesse cenário, o longo ciclo de vida necessário para atingir a maturidade reprodutiva e fenotípica é apontado como o principal fator limitante, além das dificuldades de identificação dos materiais genéticos e variabilidade genética Studart-Guimarães et al., 2003.

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

* Autora correspondente: maryholanda@gmail.com

Tendo em vista os problemas inerentes ao melhoramento genético de espécies florestais, a transformação genética (transgenia) surge como uma ferramenta de grande potencial para transformação dessas espécies, uma vez que essa se baseia na transferência de material genético (DNA) para uma célula vegetal-alvo, de tal forma que este é incorporado e expresso de forma estável no seu genoma (Stuart-Guimarães et al., 2003). Essa técnica é indispensável em programas de melhoramento genético, visto que através desta é possível a introdução de uma nova característica ou a alteração de uma preexistente, em cultivares ou genótipos já melhorados, sem modificar a estrutura genética global da planta. Por isso, o uso de novas tecnologias visando aumentar a produtividade das florestas comerciais tem merecido destaque, notadamente no que se refere aos avanços biotecnológicos (Stuart-Guimarães et al., 2003).

Uma das grandes contribuições observadas na transferência de genes no setor florestal é a redução das limitações do melhoramento tais como, o longo tempo para obtenção de novas gerações e a grande variabilidade existente entre e dentro de espécies. Através desta técnica é possível a obtenção de plantas mais resistentes a pragas e doenças, mais adaptadas às condições adversas (s pobres em nutrientes, salinos ou com déficit hídrico), além de proporcionar aumento do crescimento das árvores, controle de floração e modificar a composição da madeira.

TRANSGENIA EM ESPÉCIES FLORESTAIS: ESTADO ATUAL DA PESQUISA

A transformação genética de plantas, vem sendo praticada há mais de duas décadas, para várias culturas de importância comercial. Dentre os exemplos mais conhecidos, estão a soja transgênica resistente a herbicida e o milho transgênico, resistente a insetos, que vêm sendo plantados comercialmente em áreas expressivas (Stuart-Guimarães et al., 2003).

É válido destacar que, a transformação genética apresenta-se como uma alternativa para diminuir o tempo para obtenção de clones melhorados. Com o advento dos transgênicos, é possível, ao final do processo, a obtenção do mesmo clone com apenas uma ou mais características melhoradas, sem a necessidade de cruzamentos e retrocruzamentos. Aliado a isso, vários projetos visando o isolamento de genes de interesse, que confirmam características superiores às plantas transgênicas, vêm sendo realizados em paralelo. Um exemplo a ser citado é o projeto *Genolyptus*, cujo objetivo foi avaliar o genoma do *Eucalyptus* e isolar genes de interesse econômico (Hansen; Wright, 1999).

As espécies florestais que mais vem sendo pesquisadas no campo da transformação genética são o *Populus* (álamo) e o *Eucalyptus* (Mora; Garcia, 2000) e as principais características manipuladas geneticamente são (i) redução ou alteração do ciclo reprodutivo; (ii) modificação da arquitetura da planta; (iii) manipulação dos teores de lignina e celulose; (iv) resistência a doenças e pragas; e (v) tolerância a herbicidas e estresses abióticos.

Além de álamo e eucalipto, experimentos com espécies arbóreas transgênicas envolvem várias outras espécies, dentre elas espécies de *Acacia* e *Hevea* (seringueira), e as coníferas, *Pinus*, *Picea* e *Larix*.

A transformação genética é uma ferramenta de grande potencial para espécies florestais, já que facilita a obtenção de genótipos superiores, ao incorporar genes de interesse em progênies e clones comerciais sem modificar a estrutura genética global da planta. Assim, permite superar problemas inerentes ao melhoramento genético das árvores, tais como o longo tempo para a obtenção de novas gerações e a enorme diversidade existente entre e dentro das espécies (Hansen; Wright, 1999)..

Cabe ainda destacar que, quando comparado com o eucalipto convencional, o eucalipto transgênico produz 20% mais celulose; além disso, o tempo de corte pode ser reduzido de 7 anos para 5,5 anos (Valdetaro et al., 2011).

Devido ao enorme retorno econômico, além das possibilidades de adaptação dos plantios em áreas onde antes não era possível, a tendência mundial é que um número crescente de espécies florestais transgênicas seja liberado no mercado nos próximos anos (Valdetaro et al., 2011).

MÉTODOS DE TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA

Os métodos de transformação genética de plantas estão associados a técnicas *in vitro* de cultura de tecidos, isto é, a regeneração de plantas inteiras com base em células transformadas (Stuart-Guimarães et al., 2003). Em muitas espécies vegetais, essa etapa é limitante na obtenção de plantas transgênicas em razão das dificuldades intrínsecas ao processo de regeneração.

As técnicas de transformação genética são divididas em duas categorias: o método indireto, usando como vetor intermediário a bactéria *Agrobacterium*, e os métodos diretos, os quais dispensam vetores intermediários.

a) Método indireto de transformação de plantas via Agrobacterium

A mais eficiente é transferência mediada por *Agrobacterium tumefaciens*, pela capacidade de transferência de DNA, a qual tem se revelado um veículo altamente versátil. *Agrobacterium tumefaciens* é o agente etiológico da doença galha-da-coroa ou a síndrome-da-raiz-em-cabeleira), que em espécies infectadas provoca o aparecimento de tumores entre o caule e a raiz (Brasileiro; Lacorte, 2000). Para isso, a bactéria transfere genes contidos em uma região específica do plasmídeo Ti (indutores de tumor), denominada T-DNA, sendo responsável pela transferência de DNA e os sintomas da doença. Nessa região existem inúmeros genes, entre eles, os oncogenes, responsáveis pela patogenicidade da bactéria. Os únicos genes indispensáveis para que ocorra o processo de transferência e integração da fita-T são cadeias de sequência de genes situados nas extremidades direita e esquerda do T-DNA.

O pré-requisito para a utilização desse método é a susceptibilidade da espécie vegetal à infecção por *Agrobacterium*, a qual envolve várias etapas. Inicialmente, as bactérias no solo são atraídas por quimiotactismo em resposta a algum ferimento na planta. Uma vez em contato, as bactérias se fixam à célula vegetal. A seguir, ocorre o processo de transferência do T-DNA e, finalmente, a integração do T-DNA no genoma da célula vegetal.

É importante relatar que, para a obtenção de uma planta transgênica, todas essas etapas são conduzidas em condições *in vitro*, sendo que o material vegetal a ser transformado, denominado explantes (pedaços de folhas, entrenós, estaminóides, raízes, entre outros) é mantido em contato com a suspensão de uma linhagem desarmada de *Agrobacterium*, contendo em um vetor os genes de interesse a serem introduzidos (Brasileiro; Lacorte, 2000). Após várias etapas de cultura *in vitro*, as plantas transgênicas obtidas são transferidas para casa de vegetação onde vários ensaios moleculares e bioquímicos deverão ser realizados.

A primeira espécie florestal transformada via *Agrobacterium* foi o híbrido de álamo *Populus alba* x *Populus grandidentata*, desde então, numerosos protocolos vêm sendo estabelecidos e otimizados para diversas espécies.

Vantagens da técnica é natural, alta probabilidade de integração do gene, além de ser bastante estudada e aprimorada e como desvantagens esta é dependente da suscetibilidade do vegetal à infecção por *Agrobacterium*.

b) Métodos diretos de transformação de plantas

Os métodos diretos de transformação baseiam-se na transferência de DNA para as células-alvo por meios físicos ou químicos (Newell, 2000). O mais utilizado atualmente é o do bombardeamento de partículas, que consiste na aceleração do DNA aderido às partículas de ouro ou tungstênio para dentro da célula.

Esse método de transformação tem a vantagem de ser utilizável de forma independente da espécie vegetal a ser transformada, ao contrário do que acontece com a transformação mediada por *Agrobacterium*, já que não há a necessidade da susceptibilidade da espécie vegetal. Outra vantagem é que a técnica de bombardeamento permite a obtenção de plantas transgênicas com base em qualquer tecido vegetal, dependendo somente de sua capacidade de regeneração *in vitro*.

c) Método direto via biobalística

Esta técnica de transferência de genes em células ou tecidos vegetais data do início da década de 1980. O método consiste na aceleração de micropartículas que atravessam a parede celular e a membrana plasmática, de forma não letal, carreando substâncias adsorvidas como DNA, RNA ou proteínas para o interior da célula. São utilizados microprojéteis de ouro ou tungstênio, com diâmetro em torno de 1 µm, nos quais são precipitadas as moléculas de DNA (Klein, 1987).

Diversos parâmetros físicos e biológicos devem ser levados em consideração para se estabelecer um protocolo de transformação utilizando-se esse método, tais como a espécie vegetal e seu estado fisiológico, o tipo de explante, tipo e tamanho da partícula, método de precipitação, velocidade das partículas e o tipo de equipamento.

Os métodos de transferência de genes podem variar em eficiência e aplicabilidade, dependendo da espécie e/ou do tecido alvos da transformação. Entre os métodos diretos mais usados, o bombardeamento de partículas tem resultado no maior número de espécies transformadas, principalmente nos cereais, em que a transformação por *Agrobacterium* é pouco eficiente. O uso de *Agrobacterium* como vetor para a transferência de genes apresenta vantagens sobre os métodos diretos por ser uma metodologia mais precisa, resultando na integração de um menor número de cópias do transgene.

Tens como vantagens a transformação de células, tecidos e espécies de forma direta, simples e rápida, transferência de genes a espécies nas quais os outros métodos são falhos, permite a transformação de plastídios e mitocôndrias e transferência múltiplas de genes, porém como desvantagens a integração de múltiplas cópias, cópias podem estar fragmentadas com os genes e vetores em diferentes posições no genoma, alteração ou silenciamento da expressão e explante bombardeado tem que ser criteriosamente selecionado.

d) Método direto Eletroporação

Essa técnica consiste na indução de poros na membrana celular de protoplastos por meio de pulsos elétricos de alta voltagem. Permitindo a entrada do vetor de transformação contendo o gene de interesse para o interior da célula, como os poros são reversíveis, ou seja, fecham-se novamente depois de terminada a aplicação do pulso elétrico, os protoplastos podem regenerar-se em novas plantas transformadas (Brasileiro; Dusi, 1999).

As vantagens deste método é a transformação de protoplastos, transformação pólen, micrósporos, fragmentos de folhas, embriões somáticos, calos, sementes e gemas e alternativa à transformação via *Agrobacterium*. E como desvantagens, tens a regeneração do protoplasto, quando obtida a regeneração, as plântulas apresentam problemas e afetada pelo tampão de transferência, pH do meio, pressão osmótica, digestão da parede celular e a sobrevivência do protoplastos (Brasileiro; Dusi, 1999).

e) Método direto Micro injeção

Essa técnica foi desenvolvida principalmente para transformação Gênica em animais e posteriormente adaptada para plantas. Consiste na microinjeção de DNA direto no núcleo de protoplastos ou em inflorescências, mesmo sendo uma técnica trabalhosa, ela apresenta resultados comprovadamente positivos. São utilizados tubos microcapilares para se fazer a introdução do DNA nas células sem afetar a sua viabilidade. Cada célula tem de ser manipulada individualmente. Já foram alcançados resultados positivos em: milho, trigo, soja fumo, arroz, cevada girassol e outras (Brasileiro; Dusi, 1999).

Este método apresenta vantagens na introdução de macromoléculas dentro da célula, controle do volume introduzido na célula e alta frequência de transformação (15% a 26%). E com desvantagens,

quando obtida a regeneração, as plântulas apresentam problemas, método trabalhoso, requerer instrumentos caros e grande habilidade de manuseio, método que consome muito tempo e método que consome muito tempo.

APLICAÇÕES DA TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA EM ESPÉCIES FLORESTAIS

A introdução da biotecnologia no setor florestal representa uma importante ferramenta para o melhoramento genético e contribui para ganhos em produtividade e sustentabilidade. Os benefícios a partir de organismos geneticamente modificados na silvicultura são mais do que a melhoria no crescimento e forma das árvores, incluindo também benefícios potenciais na melhoria das características das mesmas. São exemplos atuais destas características florestais que vêm sendo aplicadas e melhoradas por meio da transgenia:

a) Redução do teor e composição da lignina

Entre as características de madeira de qualidade que agora podem ser alteradas por modificação genética estão a composição e as propriedades de processamento de ligninas. A extração de lignina pela indústria de polpa e celulose não é apenas um processo caro, mas também gera grandes quantidades de resíduos químicos.

Desta forma, tem sido sugerido modificar as vias metabólicas envolvidas na biossíntese de lignina, a fim de desenvolver árvores transgênicas com propriedades de polpa já melhoradas. As árvores transgênicas resultantes têm enorme valor para a silvicultura (Studart-Guimarães et al., 2003).

Esta técnica pode ser utilizada em eucalipto no Brasil, onde esta espécie é a maior fonte de matéria-prima para a produção de celulose e, em plantios comerciais, apresenta baixa variabilidade natural. Entretanto para outras espécies florestais essa técnica não é recomendada, devido à alta variabilidade natural. A variabilidade genética existente na população a ser melhorada, constitui a matéria-prima, sobre a qual são realizados os processos de seleção e melhoramento.

b) Resistência a pragas e doenças

Espécies florestais e inúmeras plantas são alvo de ataques por insetos que causam injúrias aos tecidos vegetais, podendo agir como vetores de transmissão de doenças, prejudicando o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, diminuindo sua produtividade. O controle de insetos por pesticidas nas diversas espécies tem como grande desvantagem ser altamente tóxico para o homem e para o meio ambiente e, devido à grande área de cultivo, onerar o custo da produção (Studart-Guimarães et al., 2003).

Outra desvantagem do seu uso, especificamente em árvores, consiste na dificuldade de aplicação em razão da altura dos indivíduos e à grande área de cultivo, o que aumenta significativamente a

quantidade de pesticida aplicado e, conseqüentemente, a poluição do meio ambiente e o custo da produção.

c) Tolerância à herbicida

Os herbicidas são ferramentas essenciais nos plantios de espécies tanto agrícolas quanto florestais, permitindo um aumento na produtividade pela diminuição do surgimento de ervas que competem com as espécies por nutrientes do solo, água e luz (Balocchi; Valenzuela, 2004). Plantas tolerantes a herbicidas reduzem a necessidade de aplicação de diversos herbicidas, favorecem a aplicação de produtos menos impactantes, menos tóxicos ao meio ambiente e ao homem e também reduz os gastos do produtor com este tipo de operação.

Ao contrário do que acontece com espécies de ciclo curto, nas quais o controle do crescimento de ervas deve ser realizado durante todo seu crescimento, as árvores exigem cuidados apenas nos estágios iniciais de crescimento, nos quais são mais susceptíveis. Após o estabelecimento do plantio, a aplicação de herbicidas é menos importante pois a competição das árvores com as pequenas ervas torna-se insignificante.

d) Produção de biomassa

Uma das características mais desejadas em espécies florestais é uma alta produtividade relacionada com o crescimento acentuado do tronco, produto mais importante para as indústrias madeireira e de celulose e papel. Para isso, torna-se necessário conhecer os hormônios vegetais e seu modo de ação, para, depois, manipular sua produção ou modificar a sensibilidade das suas células vegetais (Sartoretto et al., 2008).

e) Esterilidade

A indução de esterilidade em árvores transgênicas é apontada como outra característica que poderia aumentar a produção de madeira. A esterilidade em espécies florestais também possui um grande interesse para controle de cruzamentos e obtenção de híbridos em espécies alógamas, pois a altura dos indivíduos é uma limitação importante para a sua emasculação manual (Brunner, 1998). A macho-esterilidade é, portanto, de grande impacto nos programas de melhoramento genético, permitindo uma simplificação dos processos e diminuição dos custos.

f) Remoção de poluentes - Fitorremediação

A fitorremediação é uma tecnologia de grande importância, uma vez que utiliza plantas que acumulam, degradam ou removem contaminantes do solo, tornando estas áreas menos poluídas.

Organismos geneticamente modificados na silvicultura também contribuem para a recuperação dos solos por meio da reciclagem de metais pesados (Krämer; Chardonens, 2001).

g) Absorção de nutrientes - fósforo

Além das características já citadas, o setor florestal tem desenvolvido materiais genéticos com maior eficiência nutricional. Para que ocorra maior eficiência na absorção de fósforo, uma das estratégias é o aumento da exsudação do citrato. O efeito da transformação genética para absorção de fósforo no crescimento e eficiência nutricional foi avaliado por Silva (2009), em um clone de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. As plantas transformadas e não transformadas para a superexpressão do gene que codifica a citrato sintase (CS) foram cultivadas em solo enriquecido com doses de fósforo (0, 45 e 90 mg dm⁻³), com e sem calagem. O material geneticamente modificado apresentou maior incremento inicial em altura e em diâmetro do colo quando cultivado sem calagem e na dose zero de fósforo; também apresentou aumento no número de folhas e área foliar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a importância do setor florestal para a sociedade, é crescente o número de pesquisas voltadas para o melhoramento genético das espécies florestais de grande valor econômico.

A pesquisa na área de modificação genética de árvores, assim como de outras culturas agrícolas, sofre grande pressão ambiental devido aos potenciais riscos que a tecnologia oferece. Porém, é preciso mais pesquisas com estas árvores no campo, e com um tempo de avaliação maior, para uma análise justa sobre os reais riscos oferecidos pela tecnologia e alternativas de controle dos mesmos.

É preciso considerar que o uso da tecnologia de árvores geneticamente modificadas também oferece impactos ambientais, culturais e socioeconômicos de caráter positivo e que devem ser igualmente considerados na avaliação que se faz sobre o uso deste tipo de tecnologia.

As pesquisas com árvores geneticamente modificadas tendem a aumentar, em todo o mundo, devido ao retorno econômico que a tecnologia oferece, bem como a possibilidade do uso destas árvores para a recuperação de áreas ambientalmente degradadas e a possibilidade de adaptação de espécies em ambiente que oferece alguma condição de adversidade ao cultivo. Entretanto, há muitas questões que devem ser resolvidas e melhor entendidas cientificamente em relação ao desenvolvimento de espécies geneticamente modificadas em diferentes condições ambientais de temperatura, disponibilidade de água e luz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balocchi, C.; Valenzuela, S. Introduction to GMOs and biosafety in forestry. In: Kellison, R.; McCord, S.; Gartland, K. (Ed.). Proceedings of the Forestry Biotechnology Workshop, Global

- Biotechnological Forum, 2004, Concepción. Anais... Concepción: Institute of Forest Biotechnology, p. 85-96, 2004.
- Brasileiro, A.C.M.; Dusi, D.M. de A. Transformação genética de plantas. In: Torres, A. C.; Caldas, L. S.; Buso, J. A. (Ed.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: EMBRAPA-SPI: EMBRAPACNPH, v.2, p.679-735, 1999.
- Brasileiro, A.C.M.; Lacorte, C. Agrobacterium: um sistema natural de transferência de genes para plantas. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, v. 15, p. 12-15, 2000.
- Brunner, A.M.; Mohamed, R.; Meilan, R.; Sheppard, L.A.; Rottman, W.H.; Strauss, S.H. Genetic engineering of sexual sterility in shade trees. Journal of Arboriculture, v. 25, p. 263-273, 1998.
- Hansen, G.; Wright, M.S. Recent advances in the transformation of plants. Trends in Plant Science, v. 4, p. 226-231, 1999.
- Krämer, U.; Chardonens, A.N. The use of transgenic plants in the bioremediation of soils contaminated with trace elements. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 55, p. 661-672, 2001.
- Klein, T.M.; Wolf, E.D.; Wu, R.; Sanford, J.C. High-velocity microprojectiles for delivering nucleic acids into living cells. Nature, v. 327, p. 70-73, 1987.
- Mora, A. L.; Garcia, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil – Eucalypt cultivation in Brazil. Sociedade Brasileira de Silvicultura: São Paulo. 112 p, 2000.
- Newell, C.A. Plant transformation technology. Molecular Biotechnology, v. 16, p. 53-65, 2000.
- Sartoretto, M.L.; Saldanha, C.W.; Corder, M.P.M. Transformação genética: estratégias e aplicações para o melhoramento genético de espécies florestais. Ciência Rural, v. 38, n. 3, p. 861-871, 2008.
- Studart-Guimarães, C. et al. Transformação genética em espécies florestais. Ciência Florestal, v.13, n.1, p.167- 178, 2003.
- SBS – Fatos e números do Brasil Florestal. São Paulo: Sociedade brasileira de silvicultura, 109p, 2007.
- Valdetaro, E.B. Árvores geneticamente modificadas: técnicas, aplicações, riscos e os potenciais impactos associados à sua utilização. Pesquisa florestal brasileira, Colombo, v. 31, n. 65, p. 51-61, 2011.

Índice Remissivo

A

artes marciais, 91, 103, 104
atletas, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102,
103, 105

C

Constitución Política, 45, 48, 50, 51
crianças carentes, 96, 97, 98, 103

D

Derechos Fundamentales, 44, 48, 50, 51, 52, 55

E

espécies florestais, 11
estudo de caso, 88, 92, 105

G

garantista, 44

P

planejamento, 22, 27, 33, 36, 37, 38, 39
projeto social, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 101,
102, 105
Protocolo de Avaliação Rápida, 58, 59, 60, 61,
62, 63

R

Ribeirão Cafezal, 58, 60, 65, 66, 67, 68, 69

S

sistema, 46, 47, 50, 51

T

Tribunal Constitucional, 50

Sobre os organizadores




  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do

Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 50 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-

books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorado pela UFMS/Chapadão do Sul na área de Inteligência Artificial. É editor na Pantanal Editora e Analista no Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência Artificial, com ênfase em aplicações nas áreas de Engenharia Biomédica, Ciências Agrárias e Organizações Públicas. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



ID Aris Verdecia Peña

Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas Gerais, Brasil. Professora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e dez organizações de e-book.



ID Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora. Contato: rlustosa@hotmail.com.br



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br