


ChileBio
www.chilebio.cl

Biología e innovaciones en el mejoramiento genético vegetal

Septiembre, 2020

Miguel Sánchez, PhD, MA
Director Ejecutivo
masanchez@chilebio.cl



1

LA COMUNICACIÓN ES LA ESENCIA DE NUESTRA LABOR

ChileBio reúne a las compañías desarrolladoras de biotecnología agrícola dedicadas a la investigación, desarrollo y comercialización de productos innovadores para la agricultura basados en la mejora genética de semillas.

Informamos sobre el rol de la **biotecnología** en la agricultura, medio ambiente y alimentación, en el contexto del **mejoramiento genético vegetal**

Estamos comprometidos con la **educación y divulgación** basada en evidencia científica

10 años comunicando **ciencia** y promoviendo la **innovación**

Actividades destacadas de comunicación:

- >50 capacitaciones, seminarios, charlas al año
- >80 apariciones en medios de comunicación al año
- Publicación de artículos científicos de alto impacto.
- Capítulos de libro.
- Presencia en redes sociales:



- 51.989 seguidores
- 9.297 seguidores
- 5.626 seguidores
- Canal con 51 videos; 2.670 suscriptores



2

EL RECAMBIO VARIETAL

Necesidad de incrementar o mantener la competitividad de un cultivo en los cada vez más exigentes mercados internacionales, considerando vida poscosecha, calidad y rendimiento, entre otras características.




3

MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL

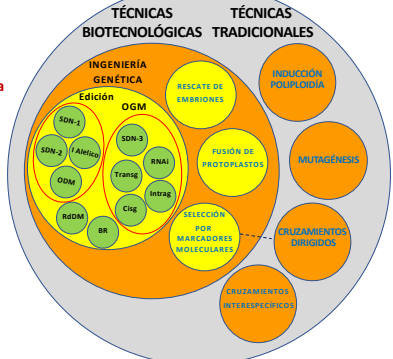
Definir objetivos

Generar **variabilidad genética**

Seleccionar

Cumplir regulaciones

Comercialización



TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS

- INGENIERÍA GENÉTICA
 - Edición (SDN-1, SDN-2, SDN-3)
 - OGM (Trans, RNAi, MiRNA, CRISPR, BDOM, BR)
- RESCATE DE EMBRIONES
- FUSIÓN DE PROTOPLASTOS
- SELECCIÓN POR MARCHADORES MOLECULARES

TÉCNICAS TRADICIONALES


- INDUCCIÓN POLIPLODIA
- MUTAGENESIS
- CRUZAMIENTOS DIRIGIDOS
- CRUZAMIENTOS INTERESPECIES

4

BIOTECNOLOGÍA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Tip! En el contexto del **mejoramiento genético**, la **biotecnología** ofrece herramientas (transgénicos, RNA de interferencia, edición de genes, etc) muy atractivas para obtener **variabilidad genética**:

- de forma precisa
- sin afectar otras características
- teniendo certeza de qué cambios genéticos ocurrieron
- imitando a las mutaciones espontáneas (en algunos casos)
- en menores tiempos



5

MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL

BIOTECNOLOGÍA



6

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Cost per Raw Megabase of DNA Sequence

Evolution of the Mobile Phone

NIH

7

Biotecnología y mejoramiento genético vegetal

TRANSGENIA

Gen proviene de un organismo de otra especie (no sexualmente compatible)

Promotor > Gen > Terminador

INGENIERÍA GENÉTICA

Promotor > Gen > Terminador

8

PAPAYA GM RESISTENTE A VIRUS

Transgénico

Tradicional

9

MANZANAS GM CON OXIDACIÓN RETARDADA

- 40% de las manzanas terminan descartadas en la basura en vez de ser consumidas.
- 200 a 250 millones de bushels de manzana se pierden anualmente solo en EEUU.

OSF

10

CÍTRICOS GM TOLERANTES A LA SALINIDAD

DR. PATRICIO ARCE
P. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

PRODUCTO EN DESARROLLO
(NO COMERCIAL)

11

OGM DISPONIBLES COMERCIALMENTE

(AQUELLOS QUE SE PRODUCEN Y LUEGO SE OBTIENEN ALIMENTOS O SUBPRODUCTOS QUE LLEGAN A LOS CONSUMIDORES)

DISTRIBUCIÓN POR CULTIVOS

100% = 189,7 MILLONES DE HECTÁREAS

OTROS

12

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LOS CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Para que un transgénico sea autorizado para comercialización, éste debe primero demostrar:

- Evaluación alimentaria y ambiental

✓ Debe ser tan seguro como el convencional

Comunicación del agua subterránea y del suelo

RIESGOS PARA LA SALUD

EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD DE LA PROTEÍNA "NUEVA"

| Genes y proteínas | Cultivo |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Origen Caracterización molecular Caracterización antigénica Similitud de sus secuencias Función específica/modo de acción Alérgenos y patrones de expresión Toxicología genotóxica Alérgenicidad Digestibilidad Eficiencia aguda toxicológica | <ul style="list-style-type: none"> Características morfológicas, fisiológicas y agronómicas Composición Análisis de alimentación en animales Seguridad alimentaria Características organolépticas |

13

PERCEPCIÓN SOBRE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS

Google: Usuarios tienen que saber distinguir las noticias falsas

Durante el Google Think 2016, el director para Latinoamérica, señaló que Google siempre busca contenido democrático y que es el usuario quien debe discernir entre lo que lee

Aumentan las críticas a Facebook por las "noticias falsas"

Muchos exigen que la red social sea considerada una empresa mediática con responsabilidad editorial, desmontación que hasta ahora se redujo a la ignorancia

Los textos pueden ser exagerados o mal interpretados, falsificados o manipulados y hay que tomarse un tiempo para contrastar los datos.

14

Biotechnología y mejoramiento genético vegetal

CISGENIA

Gen proviene de un organismo sexualmente compatible

Promotor - Gen - Terminador

INGENIERÍA GENÉTICA

Promotor - Gen - Terminador

15

Biotechnología y mejoramiento genético vegetal

CISGENIA

RESEARCH ARTICLE

Development of the First Cisgenic Apple with Increased Resistance to Fire Blight

Thomas D. Ross¹, Cesare Desbati¹, Melanie Altmann¹, Henryk Plochowski¹, Andrea Pascoletti², Giovanni A. L. Brogiani^{1,3*}

¹ Plant Pathology, Institute of Integrative Biology (IBZ), ETH Zurich, Zurich, Switzerland, ² Agronomic Institute for Plant Production Sciences, Wädenswil, Switzerland, ³ Julius Kühn-Institut (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, Institute for Breeding Research on Fruit Crops, Dessau, Germany

Fire blight = "quemadura" producida por la bacteria *Erwinia amylovora*

16

Biotechnología y mejoramiento genético vegetal

CISGENIA

Cisgenic apple trees; development, characterization, and performance

Philip G. Klotz¹, Jan D. Schmitt¹, Andrea M. van der Sluis¹, J. E. M. "Tommy" van Camp¹, Michael D. Strickland¹, J. A. K. van der Sluis¹, G. A. C. van der Sluis¹, G. A. C. van der Sluis¹, G. A. C. van der Sluis¹

A Phenotypic, Molecular and Biochemical Characterization of the First Cisgenic Scab-Resistant Apple Variety "Gala"

Nicolaus Hübner¹, Barbara Pech¹, Yvonne Tschögl-Schöberl¹, Hans-Joachim Wehner¹, Hans-Joachim Wehner¹, Hans-Joachim Wehner¹

Cisgenic *Riv1* scab-resistant apple lines show no differences in *Riv1* transcription when compared with conventionally bred cultivars

Kim Yellin¹, Mikko Eskelinen¹, Mark J. Schreiber¹, Cesare Tosatti¹, Edward A. S. Bragg¹

*La sarna del manzano es causada por el hongo *Venturia inaequalis*

17

Biotechnología y mejoramiento genético vegetal

PORTAINJERTOS GM

Plant Biotechnology Journal


Rootstock-to-scion transfer of transgene-derived small interfering RNAs and their effect on virus resistance in nontransgenic sweet cherry

Shuang Shao and Guoping Song

18

DEFINICIONES CLAVES

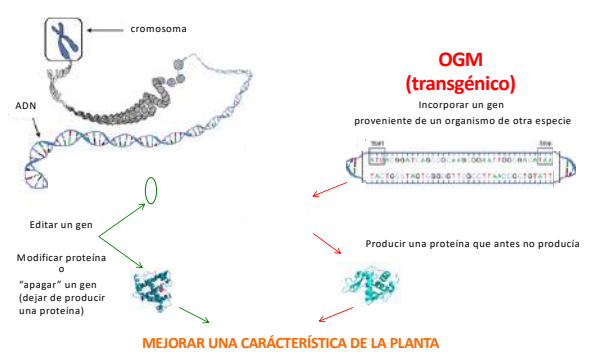
ORGANISMO VIVO MODIFICADO (=OGM)
Organismo vivo que tiene una nueva combinación de material genético que ha sido obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna.



- ✓ biotecnología moderna = ingeniería genética
- ✓ nueva combinación de material genético = presencia de ADN de otro organismo

19

EDICIÓN DE GENES VERSUS OGM



OGM (transgénico)
 Incorporar un gen proveniente de un organismo de otra especie
 Producir una proteína que antes no producía

Editar un gen
 Modificar proteína o "apagar" un gen (dejar de producir una proteína)

MEJORAR UNA CARÁCTERÍSTICA DE LA PLANTA

20

*NEW BREEDING TECHNIQUES (NBTs) *PLANT BREEDING INNOVATIONS

Grupo de técnicas que permiten:

- ✓ Generar cambios en sitios específicos del genoma (edición del genoma);
- ✓ Silenciar la expresión de genes (apagado de genes);
- ✓ Transferir ADN entre individuos sexualmente compatibles o no.

1. ODM
2. SDN (-1,-2)
3. Intercambio alélico
4. RdDM
5. Breeding Reverso
6. Florecimiento temprano

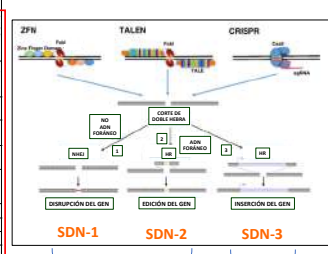
Costo ↓ Desarrollo
Conocimiento ↑ Breeding
Especificidad ↑
Eficiencia ↑

*En la mayoría de los casos, con el uso de NBTs, los productos resultantes son **indistinguibles** de aquellos obtenidos por técnicas "tradicionales" de mejoramiento genético, o de los **mutantes espontáneos**.

21

ALGUNAS TÉCNICAS DE EDICIÓN DE GENES "SDN: Site-Directed Nuclease"

| | ZFN | TALEN | CRISPR |
|------------------------------|---|---------------------------------------|----------------|
| Binding partner | Protein-DNA | Protein-DNA | RNA-DNA |
| Core components | ZFP-FokI fusion protein | TALE-FokI fusion protein | sgRNA and Cas9 |
| Work mode (pair) | Pair | Pair | No |
| Design | Moderate | Easy | Very easy |
| Construction | Difficult | Easy | Very easy |
| Time for construction (days) | 5-7 | 5-7 | 1-3 |
| Cost | High | Moderate | Low |
| Efficiency | Variable | High | High |
| Off-target rate | High but variable | Low | High |
| Length of target sequence | -18- to 24-bp (including 3-7 bp spacer) | -50-60 bp (including 14-18 bp spacer) | ~20 bp |



LOS RESULTADOS PUEDEN OCURRIR EN LA NATURALEZA SIN BIOTECNOLOGÍA (INDISTINGUIBLES)

Chen & Gao 2014. Plant Cell Rep. 33(4):575-83.

22


CRISPR/Cas 9 en vides Resistencia a hongo botrytis

Plant Biotechnology Journal

CRISPR/Cas9-mediated efficient targeted mutagenesis in grape in the first generation

Xianhang Wang^{1,2,†}, Mingqiang Tu^{1,2,†}, Dejun Wang^{1,2}, Jianwei Liu^{1,2}, Yajuan Li^{1,2}, Zhi Li^{1,2}, Yuejin Wang^{1,2} and Xiping Wang^{1,2*}

VvWRKY52: Factor de transcripción importante en estrés biótico



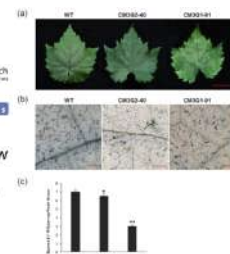
23

CRISPR/Cas 9 en vides Resistencia a mildiú

Horticulture Research

CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of VvMLO3 results in enhanced resistance to powdery mildew in grapevine (Vitis vinifera)

Dong Tian Wan^{1,†}, He Guo^{1,†}, Yuan Cheng^{1,†}, Yang Hu^{1,†}, Shunqun Xiao^{1,†}, Yuejin Wang^{1,2} and Yong-Qiang Wei^{1,2*}



24

CRISPR/Cas 9 en pepino Resistencia a virus

Development of broad virus resistance in non-transgenic cucumber using CRISPR/Cas9 technology

ZYMV

Herbivore, Non-herbivore, Control

CVIV

Herbivore, Non-herbivore, Control

PRSV-W

Herbivore, Non-herbivore, Control

25

CRISPR/Cas 9 en bananas Resistencia a virus

CRISPR/Cas9 editing of endogenous banana streak virus in the B genome of *Musa* spp. overcomes a major challenge in banana breeding

26

CRISPR/Cas 9 en cítricos Resistencia al cancro (*Xanthomonas citri*)

Engineering canker-resistant plants through CRISPR/Cas9-targeted editing of the susceptibility gene *CsLOB1* promoter in citrus

0-60, 12-60

WT, S3.4, S3.8, S3.10, S3.15

27

CRISPR/Cas 9 en distintos cultivos: Versatilidad de la técnica

Optimized paired-gRNA/Cas9 cloning and expression cassette triggers high-efficiency multiplex genome editing in kiwifruit

Efficient CRISPR/Cas9-based gene knockout in watermelon

CRISPR/Cas9-introduced single and multiple mutagenesis in strawberry

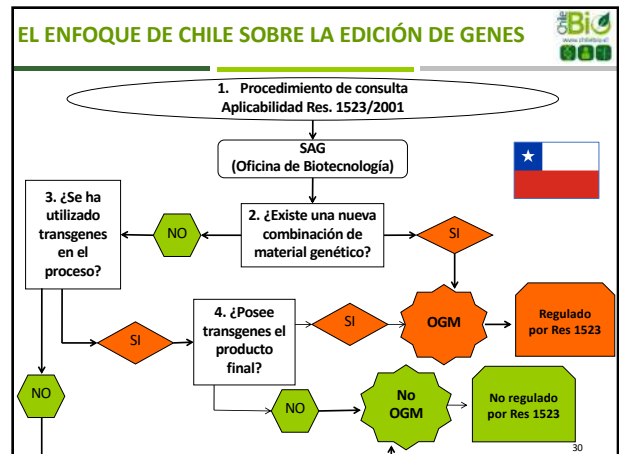
28

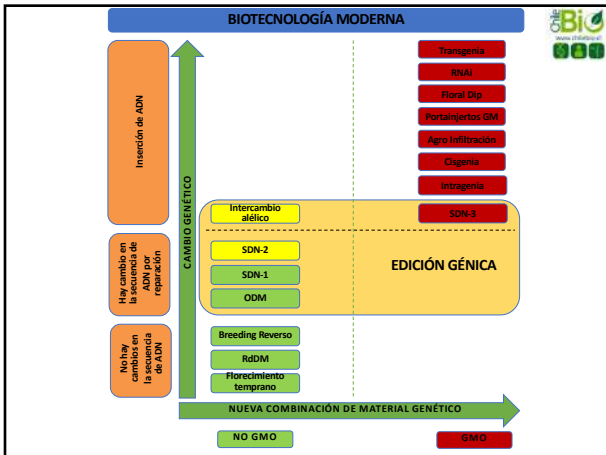
Edición de genomas en moras y frambuesas

A Unique Public/Private Partnership

pairwise, NC STATE UNIVERSITY, USDA, UNIVERSITY OF ARKANSAS, Plant Sciences, Agriculture and Agri-Food Canada

29





31

SITUACIÓN EN CHILE: EDICIÓN DE GENOMAS

CASOS REVISADOS POR SAG

Table 3. Plant products assessed by the Chilean regulatory agency, SAG, under the scope of the regulatory approach for NBT.

| Species | Phenotype | Methodology |
|------------------------|-----------------------------------|---------------|
| <i>Brassica napus</i> | Silique shatter resistance | CRISPRi |
| <i>Brassica napus</i> | Silique shatter resistance | CRISPR + RTDS |
| <i>Camelina sativa</i> | Change in fatty acid composition | CRISPR |
| <i>Glycine max</i> | Change in fatty acid composition | TALEN |
| <i>Glycine max</i> | Change in fatty acid composition | TALEN |
| <i>Zea mays</i> | Change in starch composition | CRISPR |
| <i>Zea mays</i> | Drought tolerance | RdDM |
| <i>Zea mays</i> | Drought tolerance: increase yield | RdDM |

32

SITUACIÓN EN CHILE: EDICIÓN DE GENOMAS

PROYECTOS DE I+D EN EJECUCIÓN

| Organism | Trait | Technique | Result (SDN-1,2,3) | Current Stage (1, 2, 3, 4, 5) | Institution | Publication |
|----------------------|--|-------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|
| Stone fruit | Fungal disease resistance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA/Biofrutales | no |
| Vitis vinifera | Virus resistance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA/Biofrutales | no |
| Stone fruit | PPV resistance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA/INRAE | no |
| Lactuca sativa | Non-browning | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | PUC | no |
| Malus domestica | Non-browning and high-provitamin A content | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | UdeChile/Biofrutales | no |
| Solanum tuberosum | Sugar content | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA | no |
| Vitis vinifera | Fungal disease resistance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA/Biofrutales | no |
| Oryza sativa | Yield | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA | no |
| Solanum tuberosum | Fungal disease resistance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | INIA | no |
| Solanum lycopersicum | Drought and salinity tolerance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | UdeChile | no |
| Actinidia deliciosa | Drought and salinity tolerance | CRISPR/Cas9 | SDN-1 | Early R&D (5) | UdeChile | no |

33

PAÍSES CON REGULACIONES SOBRE EDICIÓN GÉNICA

34

35

CONCLUSIONES

- ✓ La biotecnología y la ingeniería genética son **herramientas seguras** para el **mejoramiento genético vegetal**.
- ✓ La biotecnología (**transgénicos, RNA de interferencia, edición de genes**) permite generar **variabilidad genética**:
 - de forma precisa
 - sin afectar otras características
 - teniendo certeza de qué cambios genéticos ocurrieron
 - en menores tiempos
- ✓ Los cultivos OGM son regulados para analizar los **efectos específicos** de un **gen específico**, insertado en un **genoma específico**, como el de la **proteína específica** que éste produce.
- ✓ La **aproximación regulatoria de Chile sobre edición de genomas** (no OGM) podría contribuir a **fomentar la innovación y productividad agrícola del país** y fortalecer su posicionamiento como actor clave para el desarrollo de la biotecnología agrícola a nivel mundial.

36


CONCLUSIONES

LA BIOTECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA
SEGÚN EL TIPO DE CULTIVO Y DE LA MEJORA GENÉTICA APLICADA:

- ✓ **Beneficios para los agricultores** (mayores rendimientos y menores costos de producción; competitividad)
- ✓ **Beneficios para el medio ambiente** (menor uso de pesticidas; menor uso insumos)
- ✓ **Beneficios para los consumidores** (menores costos, calidad nutricional del producto final, aseguramiento de la inocuidad)

***PUEDE CONTRIBUIR SIGNIFICATIVAMENTE AL RECAMBIO VARIETAL Y CONTRIBUIR A QUE LA AGRICULTURA SEA UNA ACTIVIDAD MÁS SOSTENIBLE**

37




Chile **Bio**
www.chilebio.cl

Biología e innovaciones en el mejoramiento genético vegetal

Septiembre, 2020

Miguel Sánchez, PhD, MA
Director Ejecutivo
masanchez@chilebio.cl



38