



Presentación a la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas

RECURSOS FITOGENÉTICOS Y VEGETALES GENÉTICAMENTE MODIFICADOS



Universidad
Iberoamericana
de Ciencias y Tecnología

Alberto G. Cubillos
Ing. Agr., Ph. D.
Agosto 2011

PRESENTACIÓN

Primera Parte

**La Erosión Génica de los Recursos Genéticos:
Sus causas y ejemplos.**

Segunda Parte

**La familiaridad del riesgo de la Contaminación Génica
de los Recursos Genéticos por Cultivares
Tradicionales y cambios esperados por efecto
de los Vegetales Genéticamente Modificados.**



Francis Bacon
(Inglaterra, 1561 – 1626)

*Novum Organum:
True directions concerning
the interpretation of nature:
CXXII
(1620)*

*“But for my part, relying on
the evidence and truth of
things, I reject all forms of
fiction and imposture”*

**“LA VERDAD
REQUIERE DE
EVIDENCIAS DEL
MUNDO REAL”**

PRIMERA PARTE

LA EROSIÓN GÉNIÇA DE LOS RECURSOS GENÉTICOS: SUS CAUSAS Y EJEMPLOS

CONTENIDO

Definición de Recursos Genéticos, Diversidad Biológica y Diversidad Genética

Erosión Genética: sus Causas y Efectos

DEFINICIÓN DE RECURSO GENÉTICO

(Convenio de la Diversidad Biológica, Junio 1992)

- **Recurso genético** es el material genético que tiene valor actual o potencial.
- **Material genético** es todo elemento de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia.
- La unidad funcional de la herencia es el gen codificador de polipéptidos y los elementos genéticos que regulan su transcripción, traducción y expresión.
- El carácter hereditario es el resultado de la acción coordinada de una constelaciones de elementos genéticos (<http://genome.cshlp.org/cgi/content/full/17/6/669>).

ACERVOS GÉNICOS

(*Harlan J.R. & J.M.J. de Wet. 1971. Taxon 20:509-517*)

Harlan y de Wet (1971) utilizaron este concepto para **clasificar las especies cultivadas y sus parientes**, en vez de utilizar la taxonomía lineana tradicional.

Un acervo genético es el **conjunto único de alelos disponibles** en los individuos reproductivos de una población, del cual se pueden extraer gametos
(*Tamarin, R.H. 1996. Principios de genética*)

RECURSOS GENÉTICOS Y ACERVOS GÉNICOS

(*Harlan H.V. & J.M.J. de Wet. 1971. Taxon 20:509-517*)

Acervo genético	Fuente de germoplasma
Primario	Cultivares comerciales.
Primario	Líneas genotécnicas elite.
Primario	Líneas genotécnicas aceptables con superioridad en uno o pocos atributos, incluyendo cultivares obsoletos.
Primario	Introducciones o colecciones de especies cultivadas que presentan caracteres específicos, incluyendo variedades o razas locales o variedades del agricultor, tipos malezas, especies parientes filogenéticamente muy próximas de la misma familia

SE CARACTERIZAN PORQUE HIBRIDAN SIN PROBLEMAS CON LA ESPECIE CULTIVADA

RECURSOS GENÉTICOS Y ACERVOS GÉNICOS

(*Harlan H.V. & J.M.J. de Wet. 1971. Taxon 20:509-517*)

Acervo genico	Fuente de germoplasma
Secundario	Especies parientes filogenéticamente más alejadas de la misma familia que se utilizan solamente cuando el carácter no está presente en el germoplasma cultivado.

SE CARACTERIZAN PORQUE HIBRIDAN CON DIFICULTAD CON LA ESPECIE CULTIVADA

Acervo genico	Fuente de germoplasma
Terciario	Especies no emparentadas con la especie cultivada, de diferente familia, orden, clase, o dominios (= reino).

SE CARACTERIZAN PORQUE NO HIBRIDAN CON LA ESPECIE CULTIVADA

DIVERSIDAD (RAE versión en línea)

Abundancia de elementos distintos de un conjunto

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

(Convenio de la Diversidad Biológica. 1992. Naciones Unidas)

**La amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra
y los patrones naturales que la conforman,
resultado de miles de millones de años de
evolución según procesos naturales y también de
la influencia creciente de las actividades del ser
humano**

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

(Convenio de la Diversidad Biológica, 1992. Naciones Unidas)

Variación de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros los ecosistemas terrestres, marinos y otros acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte.

Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

DIVERSIDAD GENÉTICA

(Decisión 391 del Acuerdo de Cartagena)

Variación de genes y genotipos dentro de las especies y entre ellas.

Comprende la información hereditaria contenida en los organismos.

RECURSOS BIOLÓGICOS

BIÓSFERA

ECOSISTEMA

COMUNIDAD

POBLACIÓN

Poblaciones
Especies
Organismos

RECURSOS GENÉTICOS

POBLACIÓN

ÓGANISMO

ÓRGANO

CÉLULA

Alelos
Genes
Genotipos
Especies

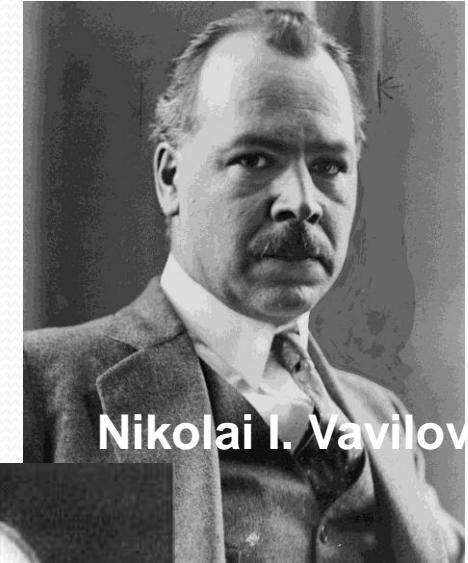
DIVERSIDAD DE ESPECIES Y RECURSOS GENÉTICOS

CENTROS DE ORIGEN DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

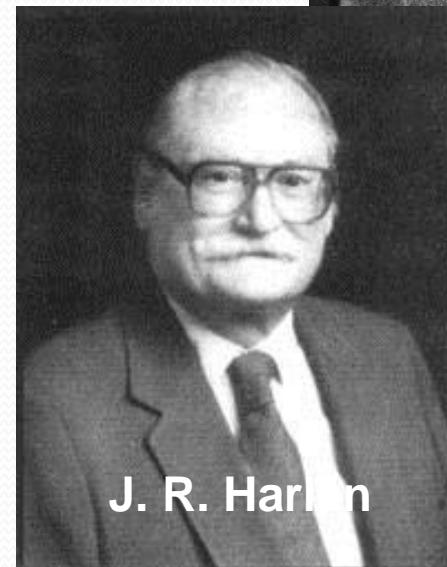
(Vavilov N.I., 1926. Harlan, J.R. 1975. *Crops and man*)

Área geográfica donde se originó o domesticó una especie.

Generalmente coincide con una gran concentración de especies parentes silvestres y una gran diversidad de caracteres en la especie cultivada.



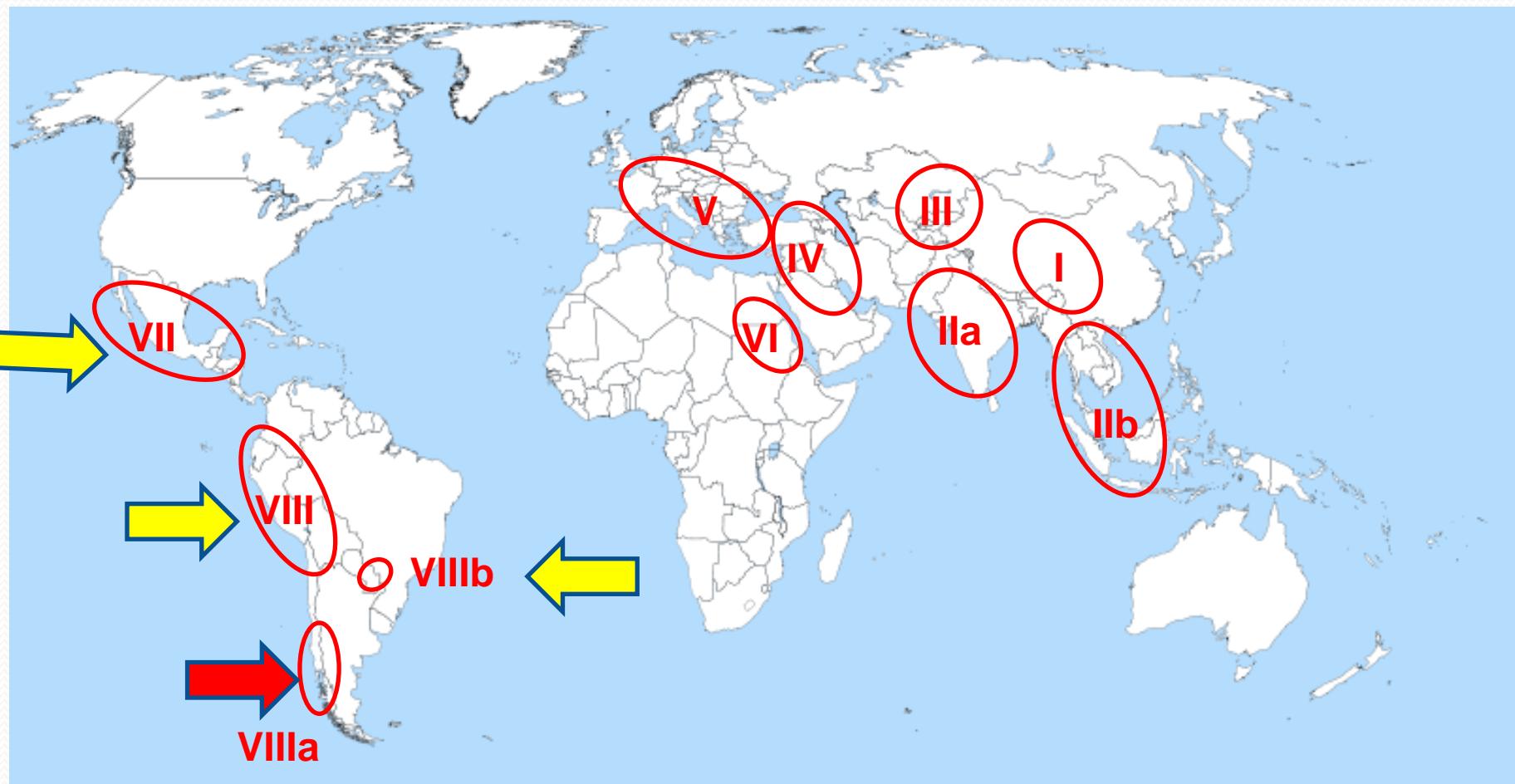
Nikolai I. Vavilov



J. R. Harlan

CENTROS DE ORIGEN DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

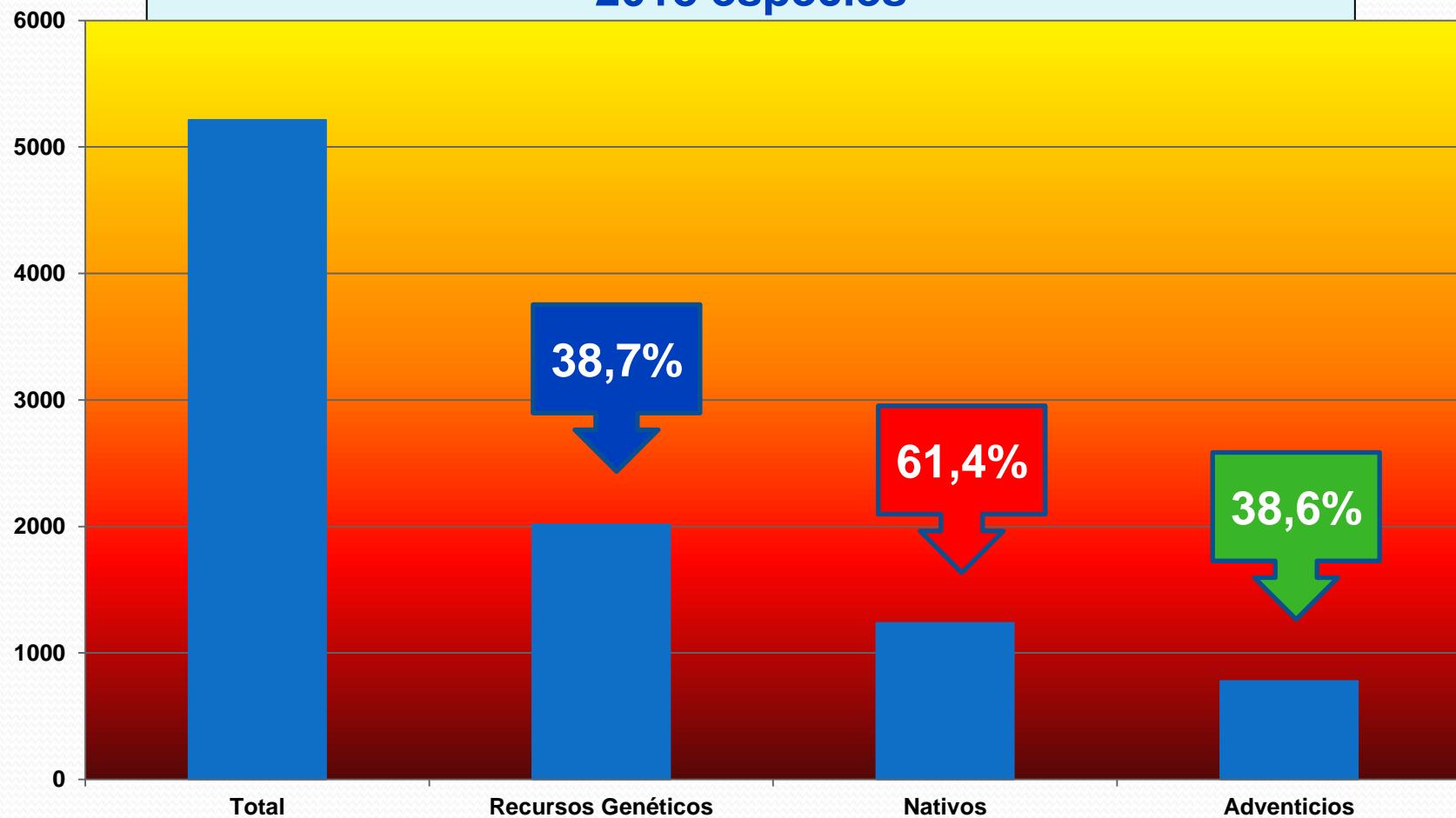
(Vavilov N.I., 1926)



RECURSOS FITOGENÉTICOS DE CHILE

5215 especies de plantas superiores en el país
(Marticorena & Quezada 1985. *Gayana* 42:5-157)

Base de Datos de Recursos Fitogenéticos del INIA
2018 especies



EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995)

Es la pérdida de la Diversidad Genética

Pérdida de Genotipos y Alelos

FACTORES QUE INDUCEN EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995)

- **Daños naturales.**

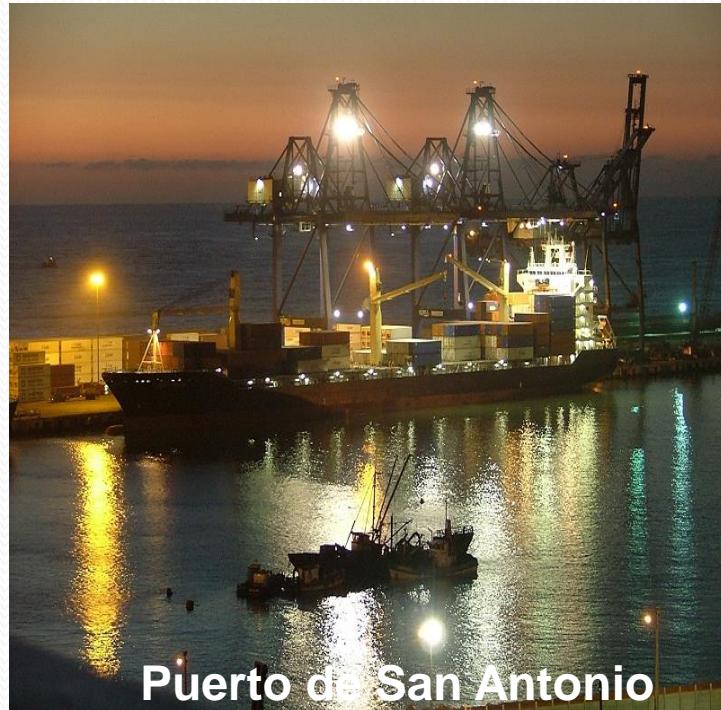


- **Daños antropogénicos de impacto local.**

FACTORES QUE INDUCEN EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995)

- Daños antropogénicos de impacto regional o mundial.



- Daños ocasionados por factores socioeconómicos externos.

CAUSAS NATURALES DE LA EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995)

- Desastres naturales.
- Cambios del ambiente.
- Enfermedades y plagas.

- Pérdida por selección genética natural. Afectan a los tres Acervos Génicos.
- Pérdida por migración genética.
- Pérdida por deriva genética.

CAUSAS ANTROPOGÉNICAS DE LA EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995. Fehr, W.R. 1887.)

- Ampliación de las fronteras agrícolas.**
- Sobrepastoreo.**
- Deforestación.**
- Obras civiles y urbanísticas.**
- Pérdida de parientes silvestres de los Acervos Secundario y Terciario.**

CAUSAS ANTROPOGÉNICAS DE LA EROSIÓN GENÉTICA

(Engels J.M.M., R.K. Arora & L. Guarino, 1995. Fehr, W.R. 1887.)

- Demanda por nuevos caracteres o atributos en los cultivares.
- Obsolescencia de cultivares, pérdida del Acervo Primario.
- Demanda de homogeneidad de los procesos y/o productos agrícolas.
- Vulnerabilidad genética por pérdida de alelos del Acervo Primario.

EROSIÓN BIOLÓGICA DE PLANTAS EN EL MUNDO

(Kew Royal Botanical Gardens. 2011.

<http://www.kew.org/science/plants-at-risk/plants-groups.htm>



EROSIÓN BIOLÓGICA DE PLANTAS EN EL MUNDO

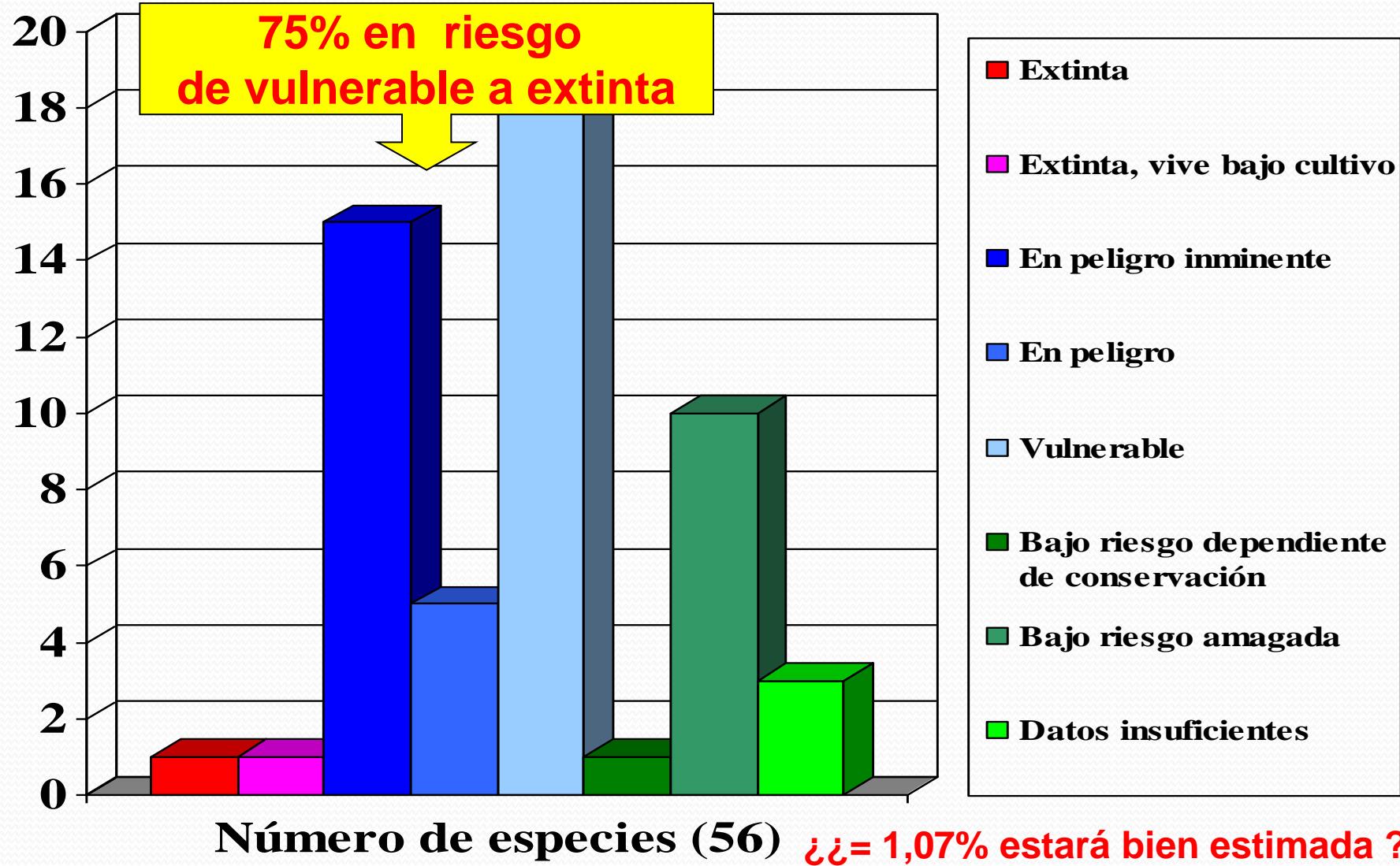
(Kew Royal Botanical Gardens. 2011.

<http://www.kew.org/science/plants-at-risk/plants-groups.htm>)



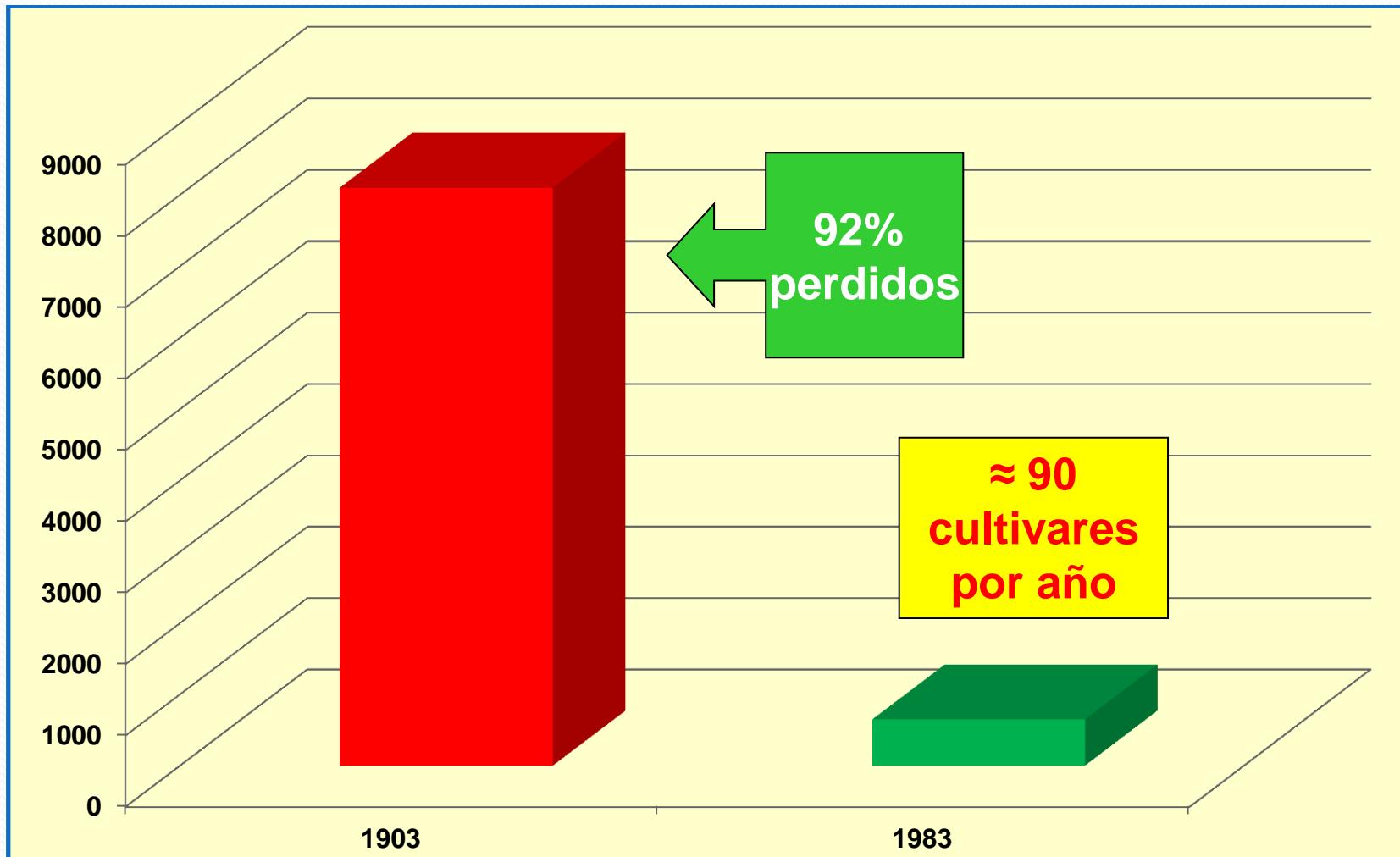
EROSIÓN BIOLÓGICA DE PLANTAS EN CHILE

(Benoit, I. ed. 1989. *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile*. U.I.C.N., 2002.)



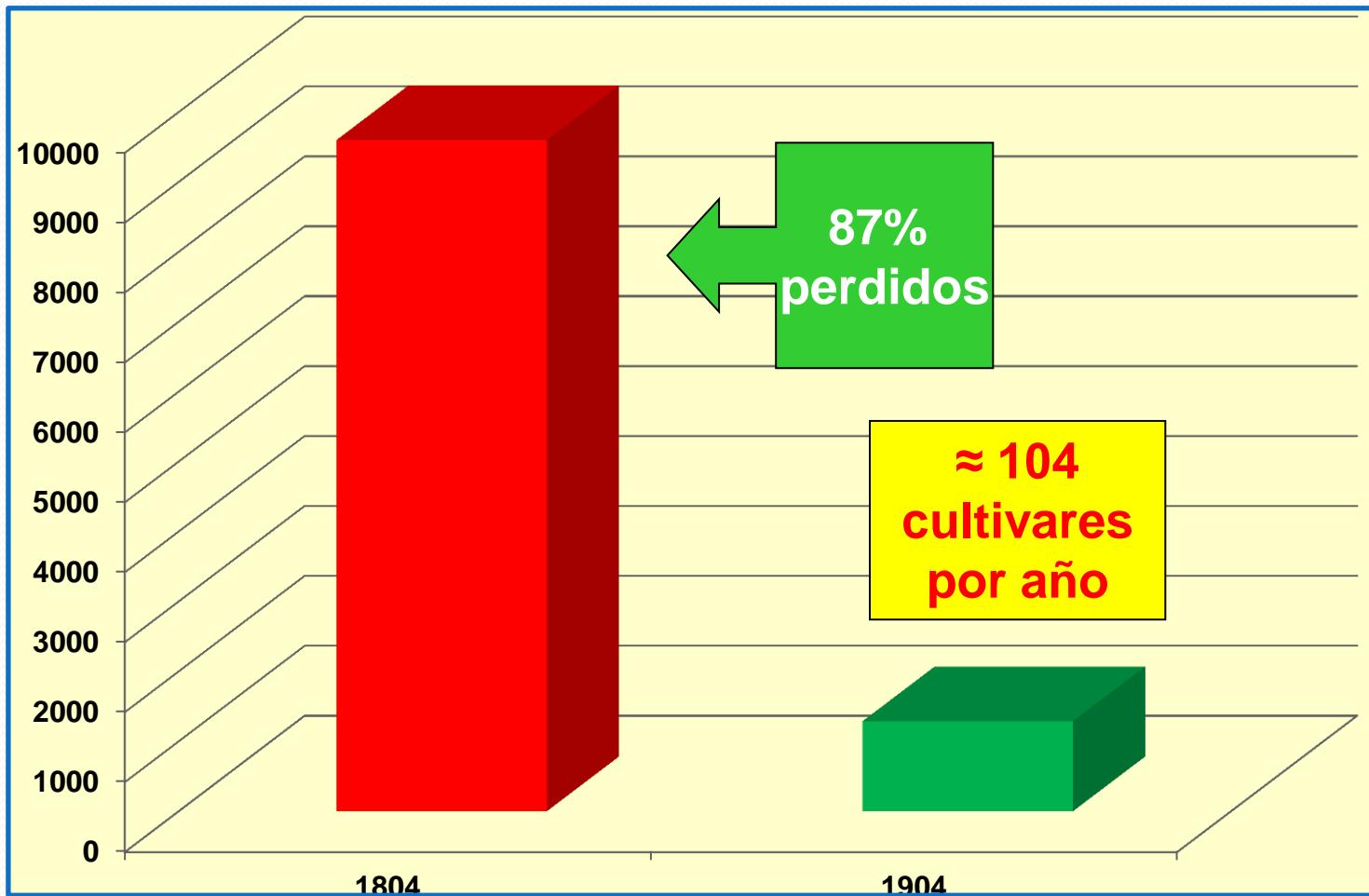
EROSIÓN DE CULTIVARES HORTÍCOLAS EN USA

(Fowler C. & P. Mooney, 2002)



EROSIÓN DE CULTIVARES DE MANZANO Y PERALES EN USA

(Fowler C. & P. Mooney, 2002)



EROSIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ EN CHILE

Se registran 23 razas nativas de maíz en el país (Paratori, O., R. Sbárbaro y C. Villegas. 1990. *Catálogo de recursos genéticos de maíz en Chile*)

Diez razas se distribuyen entre la Primera a la Tercera Región:



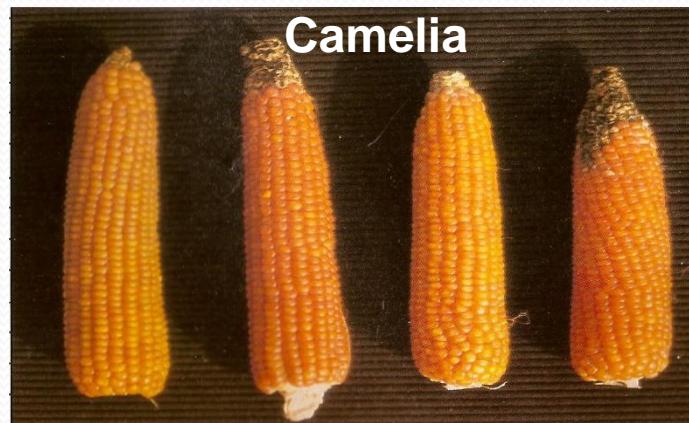
EROSIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ EN CHILE

Estas razas han sufrido una erosión genética por sustitución por otros cultivos (tomate en Azapa) y por la homogenización del cultivo para abastecimiento comercial de los mercados de las ciudades (Camiña y Mamiña).

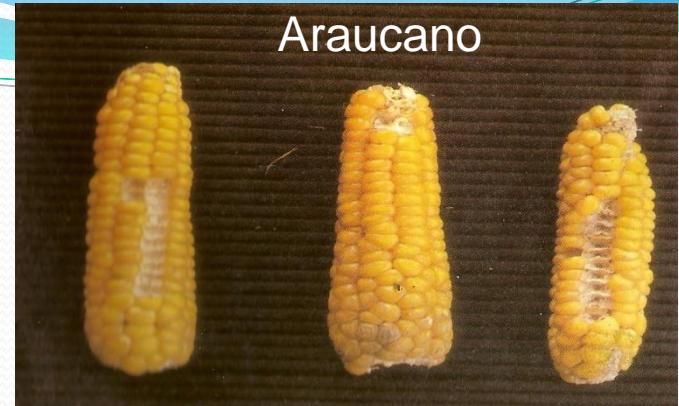


Ocho razas tienen una distribución amplia entre la Primera a la Décima Región.

Estas razas han sufrido una erosión genética por sustitución por cultivares híbridos comerciales y una fuerte introgresión de alelos de estos materiales, especialmente desde la Quinta a la Séptima Regiones .



Una raza tiene una distribución concentrada en la Sexta y Séptima Región.



Cuatro razas tienen una distribución concentrada entre la Octava y Décima Región.

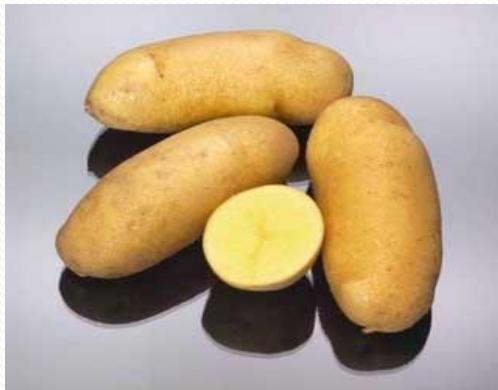


Estas razas han sufrido una erosión genética por desuso.



EROSIÓN DE CULTIVARES DE PAPA EN CHILE

Los cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) que existen en Chile pertenecen a dos subespecies:



Tuberosum que se presenta en las zonas central y sur.



Andigena que se presenta en la zona altiplánica del Norte.



EROSIÓN DE CULTIVARES DE PAPA EN CHILE

Se describen 256 accesiones para Chile (Bukasov, S.M. 1971. IX. Potato. Kolos, Leningrad, URSS)



Colección Universidad Austral de Chile

Esta diversidad se **redujo**
drásticamente por efecto de la
aparición de la enfermedad **tizón tardío**
causada por el hongo *Phytophthora*
infestans en la década del 50.

Sobrevivió el cultivar Corahila (= Coraila).

Otras variedades se conservaron en
huertas caseras especialmente en
Chiloé.



Corahila desapareció
del cultivo por
sustitución por
nuevos cultivares y
desapareció en las
décadas del 80 al 90.

Unos pocos cultivares antiguos (Michuñe, Clavela, Clavela Blanca) están siendo comercializado como curiosidades culinarias con cierto éxito.



Estos cultivares se están conservando por utilización.



Los cultivares *Andigena* del norte del país han sufrido una sustitución por otros cultivos (orégano) en localidades altiplánicas como Zapahuira, Belén, Chapiquiña y Toconce.



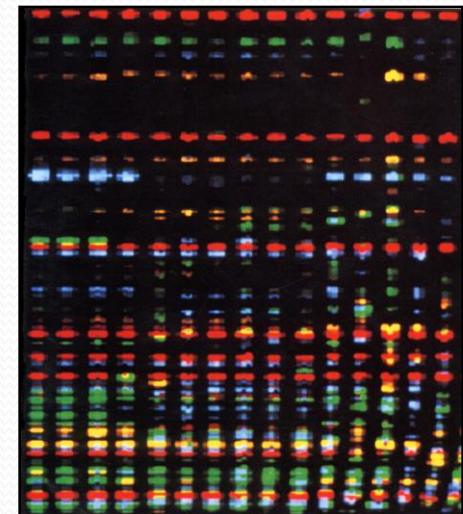
Orégano



Belén, Arica

EROSIÓN GENÉTICA DE ALELOS

¡LA INFORMACIÓN ES MUY
ESCASAS O NULA!



**ES NECESARIO RECORDAR QUE
ESTA EROSIÓN GENÉTICA
OCURRIÓ MUCHO ANTES
QUE SE INICIARA EL USO DE CULTIVARES
GENÉTICAMENTE MODIFICADOS
EN 1996**

SEGUNDA PARTE

LA FAMILIARIDAD DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN GÉNICA DE LOS RECURSOS GENÉTICOS POR CULTIVARES TRADICIONALES Y CAMBIOS ESPERADOS POR EFECTO DE LOS VEGETALES GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

CONTENIDO

Objeciones al uso de la técnica del ADN recombinante

Contaminación génica:

Contaminación vía esporofitos.

Contaminación vía gametofitos: a la misma especie o especies filogenéticamente próximas.

Contaminación vía gametofitos: a especies filogenéticamente alejadas.

Mecanismos que favorecen la contaminación génica.

OBJECIONES AL USO DE LA TÉCNICA DEL ADN RECOMBINANTE

(Rissler, J. & M. Mellon. 1996. *The ecological risk of engeneered crops*.
Pedreros, A. 2000. *Tierra Adentro* 31:28-30. Ríos Núñez, S. 2004. *Cultivos transgénicos en Chile. Observatorio de la Economía Latinoamericana* Nr. 38. Tchernitchin, A.N. *Organismos transgénicos: ventajas y riesgos*. Instituto de Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad de Chile)

- Baja aceptación social de la técnica.

- **Efectos negativos debidos a la alteración de la funcionalidad de las secuencias codificantes del ADN:**

La aleatoriedad de las inserciones.

Incorporación de secuencias no deseadas (ADN extra T).

Modificación de la integridad de las secuencias insertadas y de secuencias vecinas.

Estas 2 primeras objeciones son válidas tanto para la transgenia como la cisgenia, porque son propias de la técnica.

- **Efectos negativos de los productos generados por los elementos genéticos insertados:**

Silenciamiento génico por ARNm.

Sobre o subexpresión génica.

Herencias epistáticas.

Alergenicidad o toxicidad de los compuestos o las proteínas sintetizadas.

- **Efectos negativos de los genes insertados sobre el desempeño del genotipo o población:**

Modificación de las estructura de las poblaciones de organismos antagónicos, neutros o favorables que forman comunidad con las poblaciones de plantas cultivadas.

Alteración de la biología propia de la especie cultivada por efectos pleiotrópicos de los genes insertados.

Modificación de los Acervos Génicos de los Recursos Genéticos por incorporación de genotipos o genes exógenos.

Este es el efecto que, sin duda, es dado de esperar.

CONTAMINACIÓN GÉNICA

FLUJO GÉNICO PRESENCIA ADVENTICIA

La que ocurre de manera accidental, extraña, poco natural o de forma inesperada (Font Quer, P. 2001).

ES UN FENÓMENO PROPIO E INHERENTE DE LA BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES.

Se refiere a la posibilidad de incorporación de las características nuevas a:

Otras poblaciones por esporofitos.

Otros genotipos por gametofitos.

CONTAMINACIÓN GÉNICA POR ESPOROFITOS

Ocurre por incorporación de propágulos en las poblaciones:



Semillas



Bulbos



945806 Cormos
www.fotosearch.com



Tubérculos



Rizomas



Estolones



Esquejes

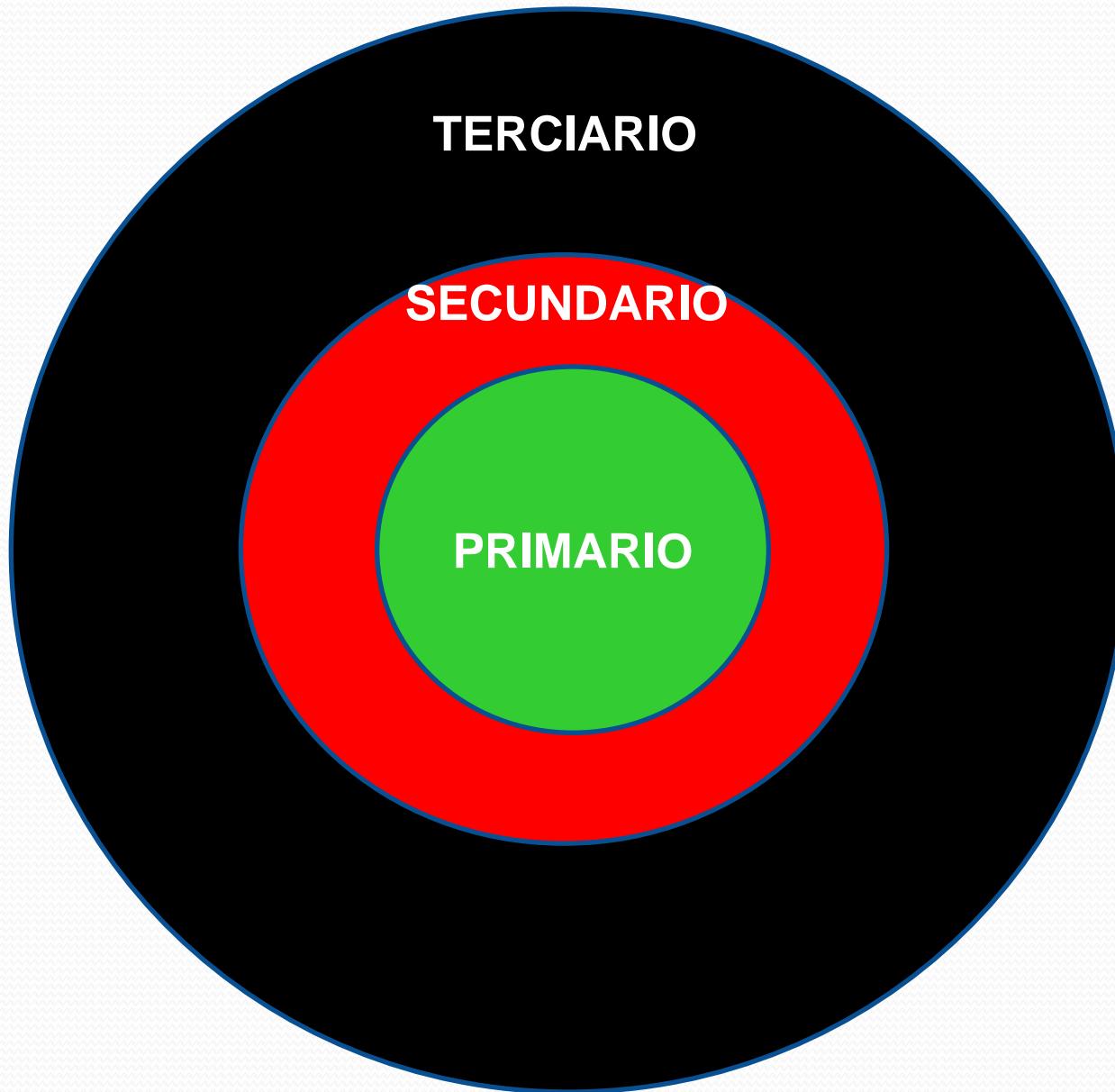


Acodos



Hijuelos

AFECTA A TODOS LOS ACERVOS GÉNICOS



La efectividad de este tipo de contaminación depende de:

- **La cantidad de propágulos producidos por la especie.**
 - **La viabilidad y vigor de los propágulos.**
 - **Las condiciones ambientales.**
 - **La efectividad de los vectores.**
 - **Efectividad de los métodos de control de los propágulos después de la cosecha.**

Son los factores que pueden ser efectivamente controlados

Los vectores más efectivos de contaminación son:

- Manipulación y transporte de productos comerciales.**
 - Movimiento de equipos agrícolas.**
 - Manejo de postcosecha.**

Son los factores que pueden ser efectivamente controlados

- Aves y roedores.**
- Corrientes de agua y fuerza de gravedad.**

CAPACIDAD INVASIVA DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

Relacionada con la viabilidad y longevidad de los propágulos

- La mayoría de las especies cultivadas ha perdido su condición de medrar en ambientes no disturbados como consecuencia de la domesticación (más de 4000 años): cereales, leguminosas de grano, raíces y tubérculos, hortalizas herbáceas y, en menor grado, los frutales leñosos
- Algunas especies de reciente domesticación aún mantienen algunas características invasivas (2000 a 4000 años): canola, algunas forrajeras, frutales semileñosos, ¿vid, olivo?

CAPACIDAD INVASIVA DE LAS ESPECIES CULTIVADAS

- Especies poco domesticadas o poco seleccionadas son invasivas (menos de 2000 años): forrajera, forestales.**