



COMPLEJO EDUCACIONAL UN
AMANECER EN LA ARAUCANÍA
CUARTO MEDIO
BIOLOGÍA

GUÍA N°5: MEJORAMIENTO VEGETAL: TÉCNICAS TRADICIONALES E INGENIERÍA GENÉTICA

Objetivos de aprendizaje	Evaluar las implicancias sociales y ético-morales de aplicaciones de la ingeniería genética.
---------------------------------	--

El mejoramiento vegetal

Las plantas que hoy se cultivan son distintas de sus antepasados silvestres, ya que el hombre ha modificado y seleccionado sus propiedades a lo largo de más de diez mil años en función de sus necesidades. La civilización moderna basa su agricultura en agroecosistemas*, en ellos, la biodiversidad se ha reducido (maximizando los rendimientos y la producción de alimentos para satisfacer necesidades humanas). Muchas especies (animales, vegetales, microorganismos) que predominan en estos sistemas resultan de la selección artificial vinculada al manejo agrícola. Un agroecosistema es controlado con el objetivo definido de producir alimentos, y a diferencia de un ecosistema natural (como el que se encontraría en un parque nacional), es de naturaleza artificial y se encuentra en constante evolución y mejoramiento de las prácticas agrícolas. La gran mayoría de los cultivos que utiliza el agricultor en la actualidad han sido generados por los métodos convencionales, como los cruzamientos selectivos, en centros dedicados a la producción de nuevas variedades. Hoy, la ingeniería genética se suma a las prácticas convencionales como una herramienta más para mejorar o modificar los cultivos vegetales. La incorporación de OGMs (organismos genéticamente modificados) en los agroecosistemas ha ayudado a hacerlos más sustentables a partir de la asociación con métodos conservativos, como la siembra directa y un control más focalizado de los insectos plaga respetando otros insectos benéficos.

Técnicas tradicionales de mejoramiento de plantas

Existe gran diversidad de fenotipos en las plantas, determinada por la variabilidad genética y la interacción de estos genotipos con el ambiente. Existen diferentes factores que favorecen la diversidad genética y fenotípica intra e interespecífica (Ej. reproducción sexual y mutaciones). A esto se suma la acción del hombre que, a través de la selección artificial y la hibridación (cruzamientos selectivos) aprovecha esta diversidad y promueve la reproducción y supervivencia de determinadas especies o variedades que resultan favorables.

***Agroecosistemas:** ecosistemas fuertemente alterados por las actividades humanas con el objetivo de la producción agrícola.

Todos estos mecanismos, naturales e inducidos por el hombre, se incluyen en lo que se denominan técnicas tradicionales de mejoramiento vegetal, que se detallan a continuación:

1) Selección artificial y cruzamientos selectivos

El hombre selecciona las plantas que le ofrecen más ventajas (mejores frutos, mayor crecimiento, mayor resistencia a enfermedades, etc.), y realiza cruzamientos selectivos entre esas variedades para obtener descendencia con mejores rendimientos. Además, desde que es agricultor, el hombre no solo ha seleccionado, sino que también ha trasladado especies vegetales de un lugar a otro, a otras condiciones ambientales. Estas variables ambientales también originaron gran diversidad en los vegetales.



Por ejemplo, las diferentes coles (brócoli, coliflor, repollo, repollito de Bruselas, y otros) son descendientes de una especie original, obtenidas por el hombre mediante selección artificial.

- ***Interespecífico:** entre especies.
- ***Intergenéricos:** entre géneros.
- ***Híbridos:** mezcla entre dos especies o géneros diferentes.

2) Hibridación (intervarietal, interespecífica, intergenérica)

El hombre realiza cruzamientos no solo entre diferentes variedades de una misma especie, sino también interespecíficos* e inclusive intergenéricos*. Estos cruzamientos generan híbridos* sexualmente compatibles que da como resultado una descendencia cuya combinación de genes será al azar, diferentes de los progenitores. Esta técnica es una de la que más contribuyó a la diversidad.

3) Mutagénesis inducida (agentes mutagénicos)

Esta técnica se utiliza desde mediados del siglo XX. Por medio del uso de sustancias químicas o radiaciones se inducen mutaciones al azar en el genoma que generan cambios en la planta.

4) Polinización y Fertilización in vitro

Existen barreras sexuales entre organismos de diferentes especies y géneros. El hombre puede atravesar estas barreras a través de la polinización*. Cuando el hombre aprende a polinizar artificialmente estas plantas y se genera la unión de las gametas, se pueden cultivar los embriones in vitro.

5) Cultivo in vitro de células, tejidos y órganos vegetales

También se cultivan células, tejidos u órganos en medios nutritivos en frascos. Esta técnica acompaña otras técnicas de mejoramiento vegetal. El cultivo in vitro es posible debido a que las plantas tienen una propiedad denominada totipotencialidad celular: toda célula viva e íntegra de una planta, sin importar el grado de especialización alcanzado, es capaz de regenerar una planta entera igual a la original.

6) Obtención de haploides

Cultivo in vitro de estructuras sexuales haploides que generan organismos haploides que pueden aportar caracteres agronómicos importantes.

7) Variación somaclonal (cultivo in vitro o a campo)

Mediante cultivo de células o tejidos in vitro se pueden generar variaciones.

***Polinización:** traslado del polen que contiene las gametas masculinas de la planta, hacia la estructura reproductiva femenina

Selección y Cruzamiento tradicional

Estos métodos se basan en el cruzamiento entre individuos de la misma especie pero que muestran características diferentes, y una posterior selección de los ejemplares que presentan las características deseadas. Este método de cruzamiento y selección se repite sucesivamente de manera de lograr, en la variedad final, la incorporación de los genes que llevan información para los rasgos deseados y la eliminación de aquellos relacionados con las características no deseadas.

Las diferentes variedades de maíz son producto de procesos de selección artificial, sumado a procesos de selección natural y mutaciones que el hombre fue aprovechando y seleccionando hasta llegar a domesticarlo. Hoy en día hay una gran variedad de maíces híbridos, más vigorosos, con mejores características, más beneficiosos desde el punto de vista alimenticio, como el tamaño y disposición de los granos.

A través de los cruzamientos tradicionales se mezclan genes de plantas que presentan diferentes variantes para una misma característica, como el tamaño del choclo en este caso. De la diversidad que se obtiene, el agricultor selecciona el que más le conviene y lo vuelve a cruzar, y así sucesivamente hasta obtener la especie deseada. El híbrido que resulta por cruce sexual tiene una combinación genética de los progenitores. Esta recombinación es al azar.

La mutagénesis

A fines de la década de 1920, los investigadores descubrieron que se pueden obtener mutaciones exponiendo a las plantas a agentes mutágenos físicos (rayos X y gamma, neutrones, protones, etc.) o químicos (etilmetanosulfonato, azida sódica, etc.). Estas mutaciones ocurren al azar en el genoma y generan una enorme variabilidad que puede dar lugar a la aparición de características interesantes, las que son seleccionadas por el agricultor. Así se obtuvo el pomelo rosado, a partir del pomelo blanco mutagenizado por radiación. Otros cultivos modificados por mutagénesis son: trigo, arroz, lechuga y porotos, entre otros.

La mutagénesis no es dirigida. Se induce una gran cantidad de variaciones a través de los agentes mutagénicos en diferentes cromosomas, proporcional a la dosis del agente que se empleó para causar

las mutaciones. Las mutaciones que se inducen son al azar, no se sabe qué tipo de mutaciones o dónde en el genoma de la planta ocurren, pero dan nuevas variedades que pueden ser aprovechables porque ofrecen caracteres nuevos interesantes.

La biotecnología moderna en el mejoramiento vegetal

Las técnicas tradicionales de hibridación mezclaron durante varios años miles y miles de genes y muchas generaciones de plantas con el fin de obtener una característica deseada. La biotecnología acelera este proceso permitiendo a los científicos tomar solamente los genes deseados de una planta, logrando de ese modo los resultados buscados en tan sólo una generación (ver Cuaderno N°67). La biotecnología es una herramienta más segura y eficiente para el mejoramiento de especies respecto de las técnicas tradicionales, puesto que elimina gran parte del azar presente en el mejoramiento tradicional. Por otro lado, la biotecnología moderna es una nueva tecnología, en la medida que puede modificar los atributos de los organismos vivos mediante la introducción de material genético que ha sido trabajado "in vitro" (fuera del organismo).

Esta metodología ofrece tres ventajas fundamentales respecto a las técnicas convencionales de mejora genética basadas en la hibridación, como muestra el esquema:

- Los genes que se van a incorporar pueden provenir de cualquier especie, emparentada o no (por ejemplo, un gen de una bacteria puede incorporarse al genoma de la soja).
- En la planta mejorada genéticamente se puede introducir un único gen nuevo preservando en su descendencia el resto de los genes de la planta original.
- Este proceso de modificación demora mucho menos tiempo que el necesario para el mejoramiento por cruzamiento.

De esta forma se puede modificar propiedades de las plantas de manera más amplia, más precisa y más rápida.

Mediante el cruzamiento tradicional se genera un híbrido que combina al azar genes de ambos organismos parentales, entre ellos el gen de interés que codifica para la característica deseada. Mediante las técnicas de la biotecnología moderna se pasan uno o unos pocos genes, que codifican una característica específica conocida. La nueva planta está integrada con todos los genes originales de la planta y un gen que es introducido de manera precisa y dirigida.

Perspectivas de la biotecnología agrícola

La biotecnología moderna está avanzando en desarrollos que tendrían beneficios para productores, consumidores e industrias, entre ellos:

- Aumento de la productividad y calidad de los cultivos.
- Resistencia a enfermedades y plagas.
- Tolerancia a herbicidas, sequías, salinidad y temperaturas extremas.
- Alimentos más nutritivos, como frutas y cereales con mayor contenido de vitaminas.
- Vacunas comestibles, como bananas que contengan la vacuna contra la hepatitis B.
- Alimentos más saludables, como aceites con menor contenido de ácidos grasos indeseables, papas que absorban menos aceite, frutas con más antioxidantes y maní libre de alérgenos.
- Producción de fármacos, bio-combustibles y plásticos biodegradables.

Actividad:

I. Responda las siguientes preguntas a partir del texto leído.

1. ¿A qué se denomina agroecosistema y en qué se diferencia de un ecosistema natural?
2. Mencione los factores naturales que aumentan la diversidad de los seres vivos sobre la que actúa la selección natural.
3. ¿Cómo interviene el hombre en la diversidad o selección de determinadas especies?
4. Las plantas con flores de colores vistosos resultan convenientes para un agricultor ya que le puede ofrecer mayores ventas e ingresos. Explicar cómo sería posible obtener plantas con flores vistosas por el proceso de selección artificial y cómo sería posible hacerlo con técnicas de ingeniería genética.
5. ¿En qué consiste la mutagénesis y cómo afecta las características de los organismos?
6. ¿Qué diferencia se podría establecer en la especificidad o precisión de los cambios que se introducen mediante técnicas tradicionales y mediante biotecnología moderna?