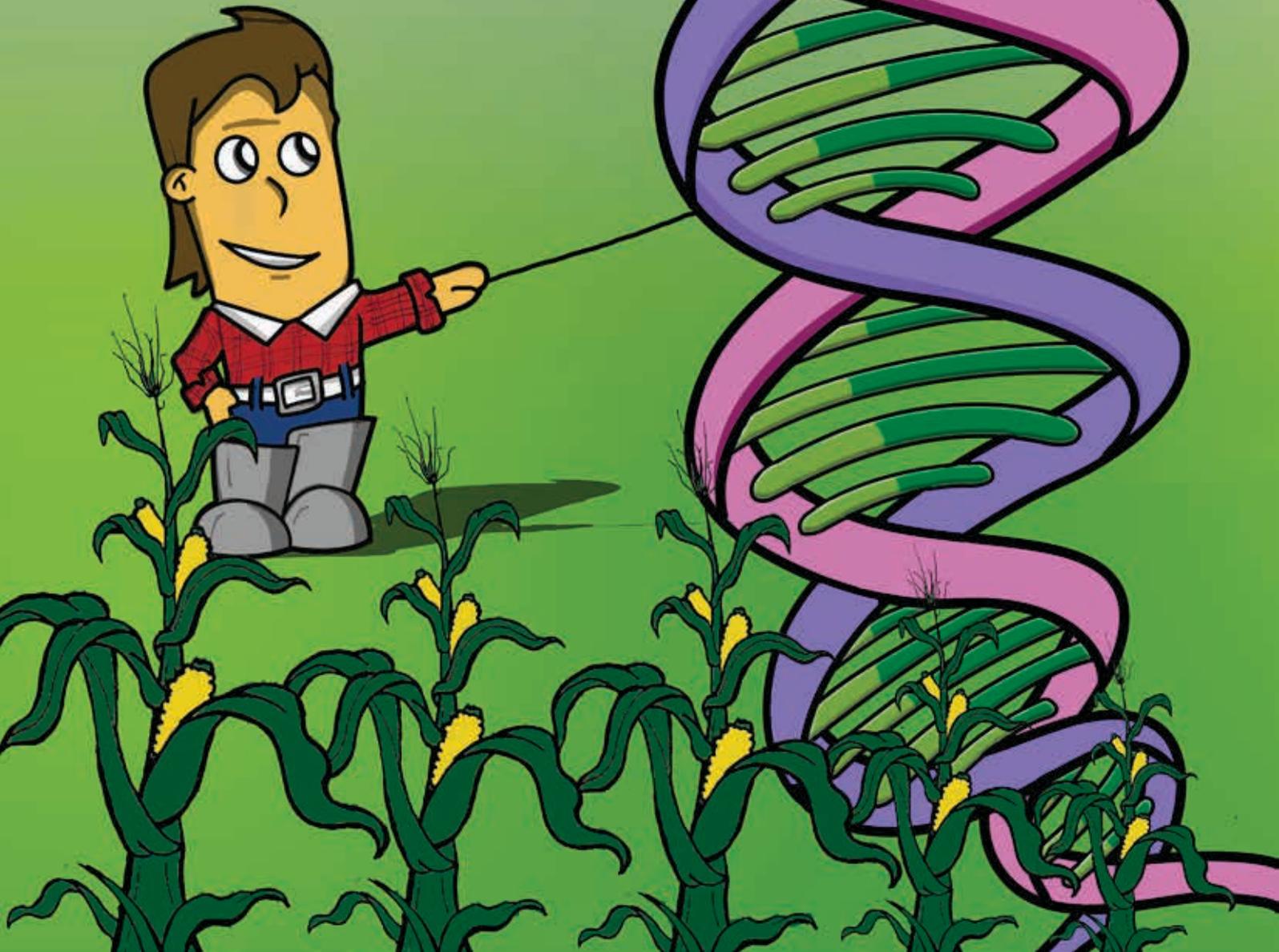


Una breve historia del

MEJORAMIENTO DE CULTIVOS

Textos: Fabiana Malacarne
Ilustraciones: Richard Reynolds



***Una breve historia del
mejoramiento de cultivos***

El mejoramiento de cultivos, fundamental para alimentar a una población creciente.

La domesticación de las plantas que hoy conocemos tardó miles de años. Intuitivamente, los primeros agricultores seleccionaban las semillas o los frutos que más les gustaban para cultivarlos en la próxima estación. Elegían sólo aquellas especies de mejor sabor o cuyo cuidado era más sencillo.

De las miles de especies que tenían disponibles los agricultores hace diez siglos, actualmente son 12 especies de cereales, 23 de hortalizas y 35 de frutas las que dominan los agroecosistemas; aunque la alimentación mundial se basa en tres cereales: trigo, arroz y maíz, y un tubérculo, la papa.

Alrededor de siete mil millones de personas habitamos el planeta y se calcula que para mitad de siglo la población mundial llegará a los 10 mil millones. La mayoría de esas personas vivirán en países pobres en los cuales la producción de alimentos es escasa.

Si consideramos que solamente la treintaidosava (1/32) parte de la Tierra es cultivable y que no existen posibilidades de extender la frontera agrícola sin afectar bosques, selvas y reservas naturales, indudablemente necesitaremos la ayuda de la ciencia y la tecnología para producir más y mejores alimentos para una población creciente. Es por ello que el mejoramiento de cultivos es una pieza fundamental para lograr esos objetivos.

La Asociación Semilleros Argentinos, ASA, reúne a las empresas productoras de semillas para promocionar el desarrollo de la industria y cooperar en materia de investigación, producción y desarrollo tecnológico.

Con “Una Breve Historia del Mejoramiento de Cultivos”, ASA sigue aportando materiales educativos para dar a conocer el valor de las semillas, insumo básico de nuestra agricultura y pieza fundamental de la industria agroalimentaria y la economía nacional.



¡ah, la naturaleza!

*De nómada a sedentario. De cazar a criar.
De recolectar a sembrar y cosechar.*

*En la ANTIGUEDAD
el hombre vivía en
pleno contacto
con la naturaleza ...*

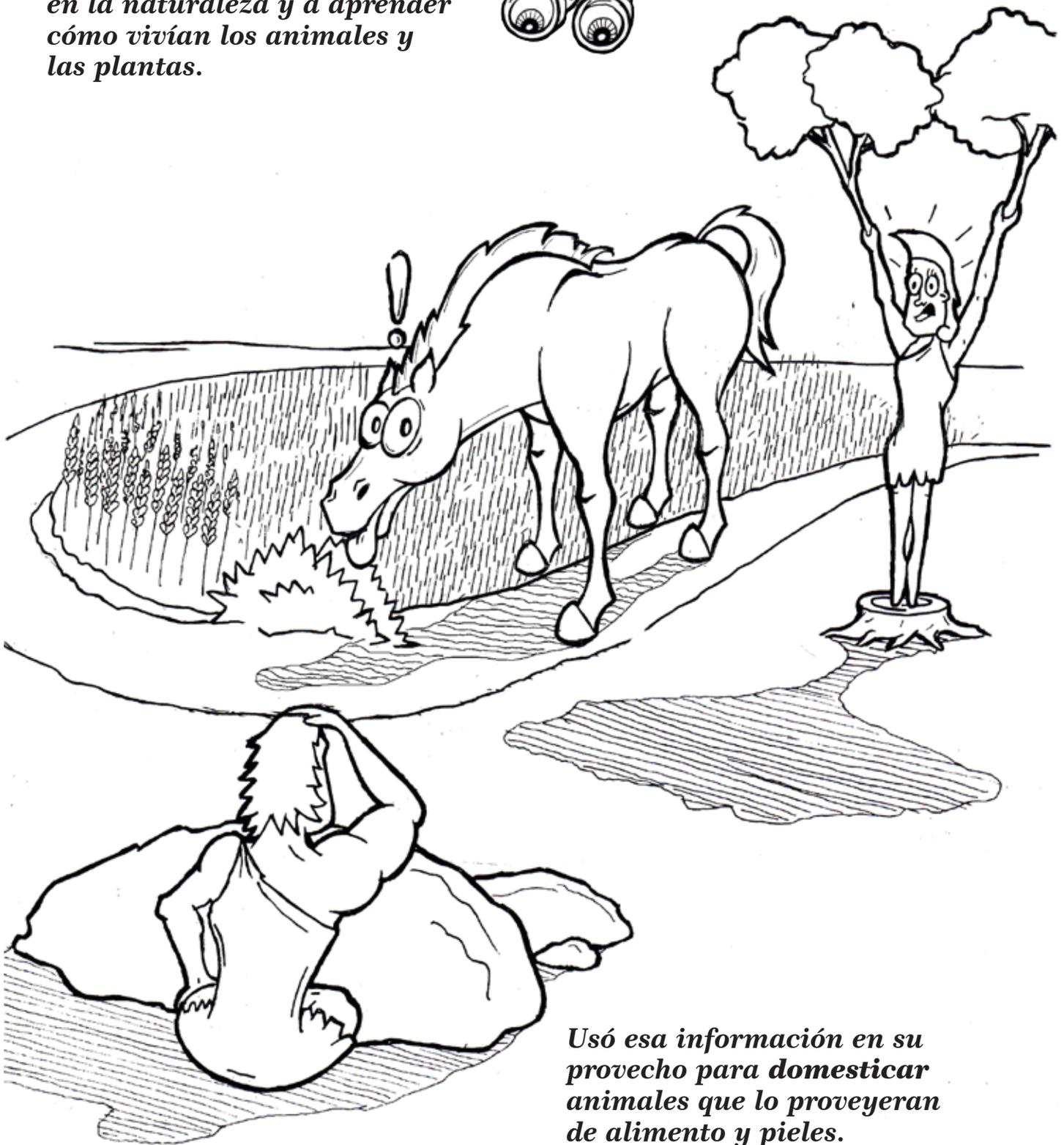


... y ésta era su laboratorio de experimentos.

Era nómada, se trasladaba con su familia de un lugar a otro para aprovechar las fuentes de alimento.



Así fue que comenzó a observar con detenimiento lo que ocurría en la naturaleza y a aprender cómo vivían los animales y las plantas.



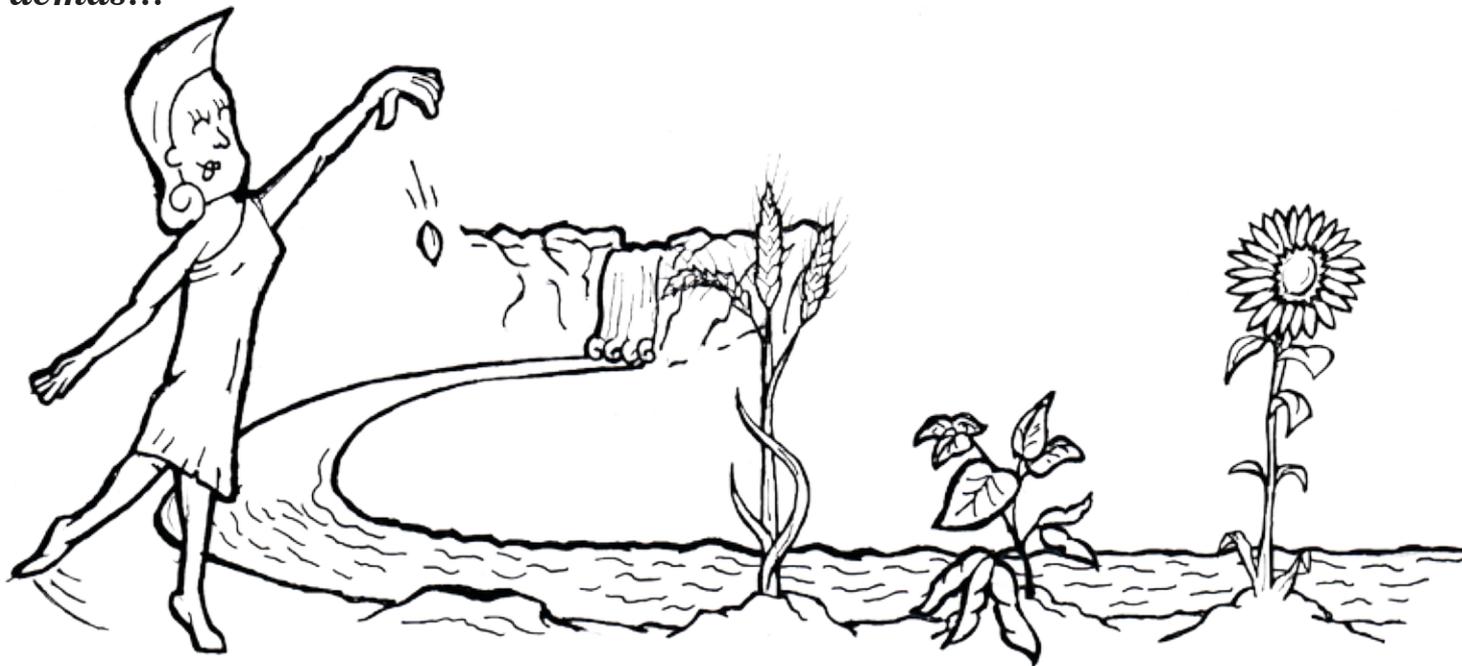
Usó esa información en su provecho para domesticar animales que lo proveyeran de alimento y pieles.

La domesticación de plantas y animales

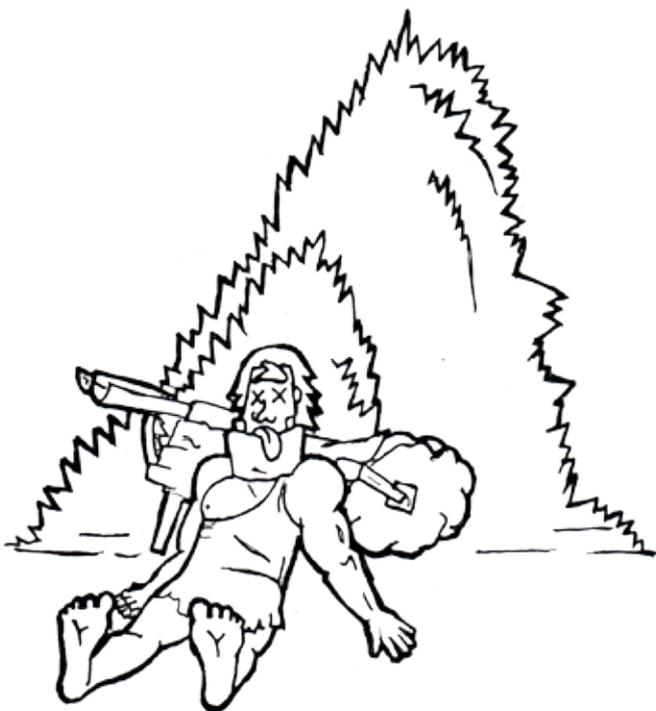
El hombre “acostumbró” a ciertas plantas (maíz, arroz, trigo, frutales, etc.) y animales (perros, caballos, gallinas, etc.) a convivir con él; es decir

las domesticó. En la actualidad esas especies no podrían sobrevivir en la naturaleza sin la ayuda humana.

También en la orilla de ríos importantes comenzó a cultivar solamente las plantas que le interesaban, desechando a las demás...



...que muchos, muchísimos años después fueron llamadas malezas.



De esta manera la humanidad originó el “mejoramiento selectivo” dejando aparearse sólo a los “mejores” animales y eligiendo para sembrar las “mejores” semillas.



Las Malezas

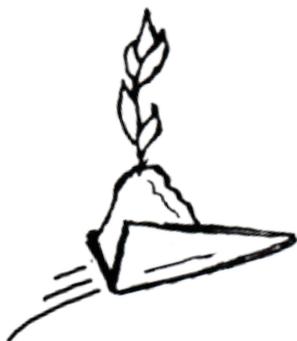
Las malezas son las plantas que crecen en un cultivo pero no pertenecen a él. Vulgarmente las llamamos “yuyos” y hay que eliminarlas porque compiten con el cultivo por luz, agua y nutrientes.

Pueden arrancarse manualmente o controlarse con sustancias químicas llamadas herbicidas.

Este proceso ocurrió en varias partes del mundo. En Asia se originaron los cultivos de arroz, trigo y cebada; en América, papa, maíz y tomate y en África maní y calabaza.



- *Las primeras plantas de maíz tenían muchas espigas y muy chiquitas, las de girasol muchas flores y el trigo era una planta altísima.*
- *Hoy el maíz tiene una o dos espigas con ¡800 granos cada una!, el girasol una sola flor y las plantas de trigo son enanas.*
- *Ahora solamente 70 especies de plantas alimentan las 7 mil millones de personas que hay en el planeta.*



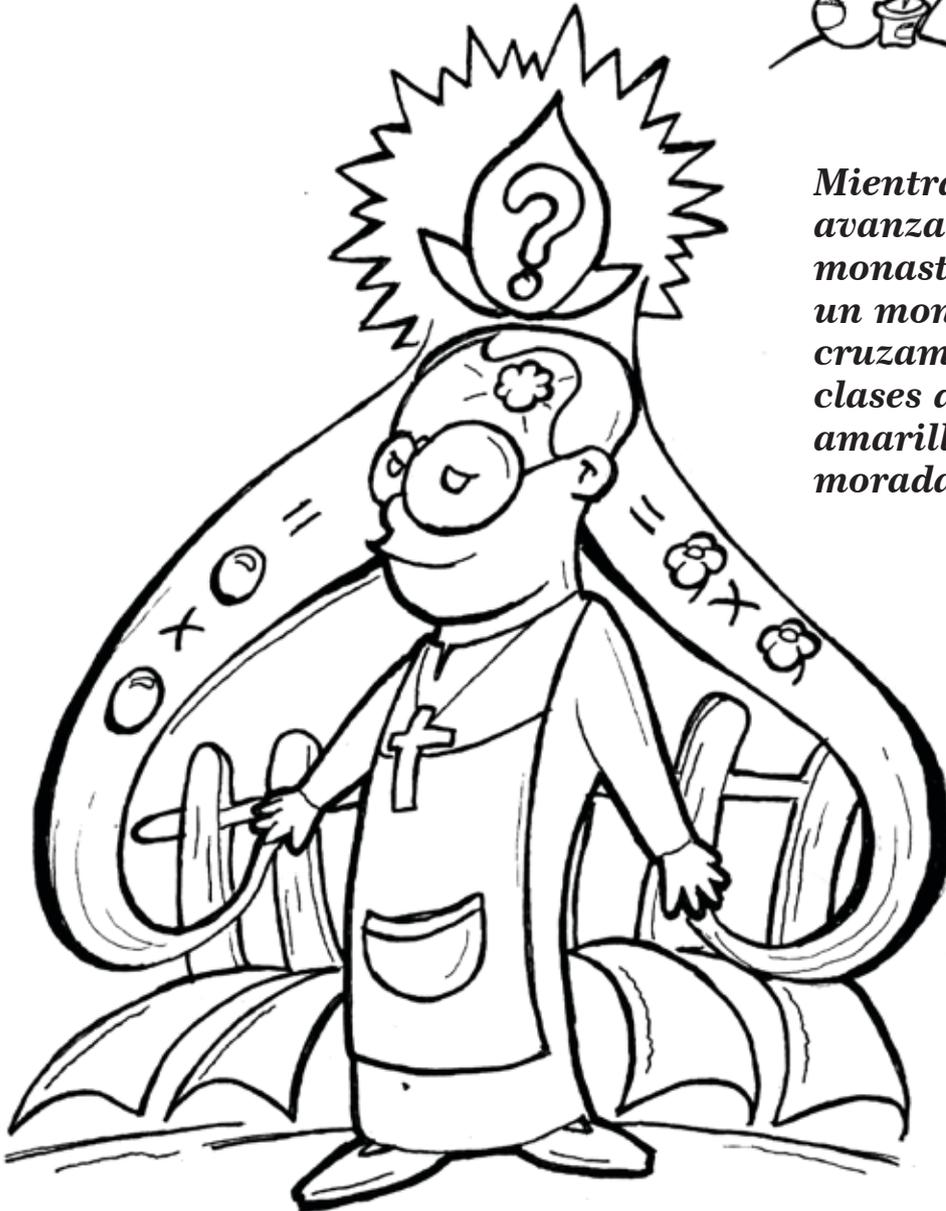
Desde esos lugares de origen, los cultivos se extendieron a todo el mundo.



Un monje que fue padre (de la Genética)

Las bases genéticas para el mejoramiento de cultivos.

Durante muchos siglos los agricultores practicaron mejoramiento selectivo en sus cosechas y animales.

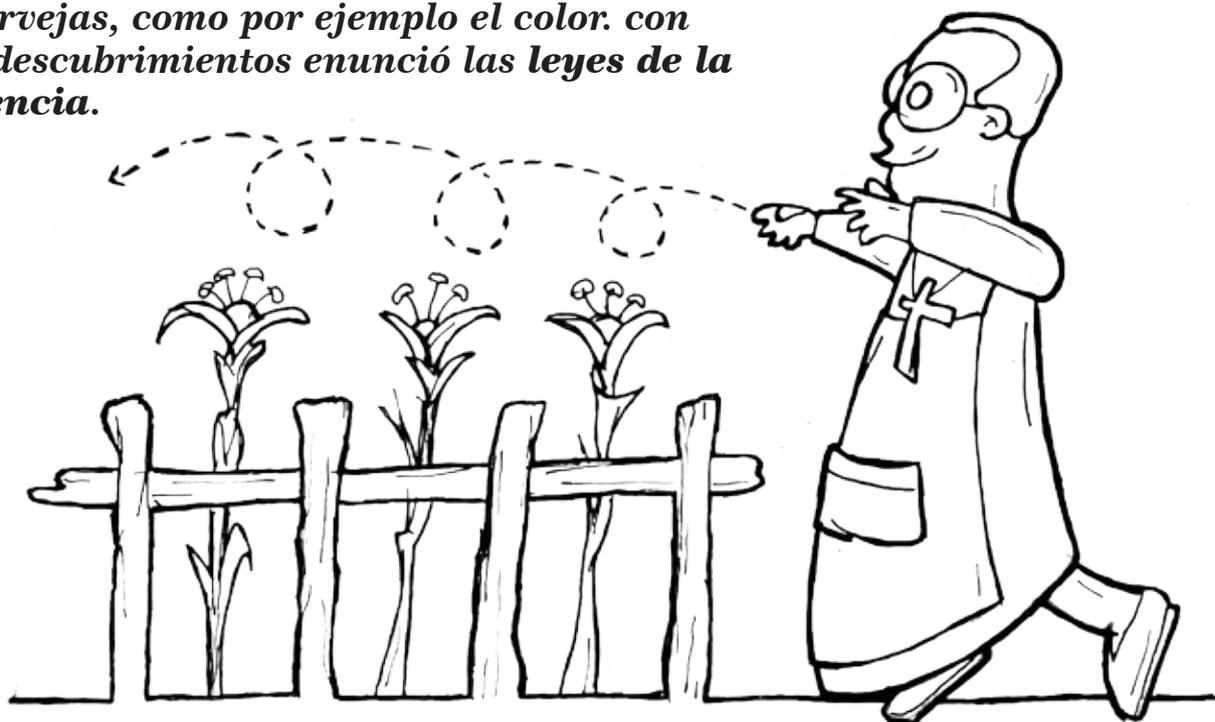


Mientras tanto, la ciencia avanzaba y en el huerto de un monasterio Gregor Mendel, un monje científico, realizaba cruzamientos entre diferentes clases de arvejas: altas con bajas, amarillas con verdes o de flores moradas con flores blancas.



Mendel fue muy meticuloso en sus estudios y usó estadística para confirmar sus resultados. ¡Brillante!

Como todo buen científico interpretó resultados, concluyó que existen “factores” (que mucho tiempo después fueron llamados genes) en el polen y en los óvulos de las flores que determinan las características de las semillas de arvejas, como por ejemplo el color. con sus descubrimientos enunció las leyes de la herencia.



Estos trabajos dieron origen a la ciencia de la Genética.



Los genes

Son los vehículos de la herencia y se pasan de padres a hijos. Se encuentran generalmente en el ADN y llevan información necesaria para fabricar proteínas.

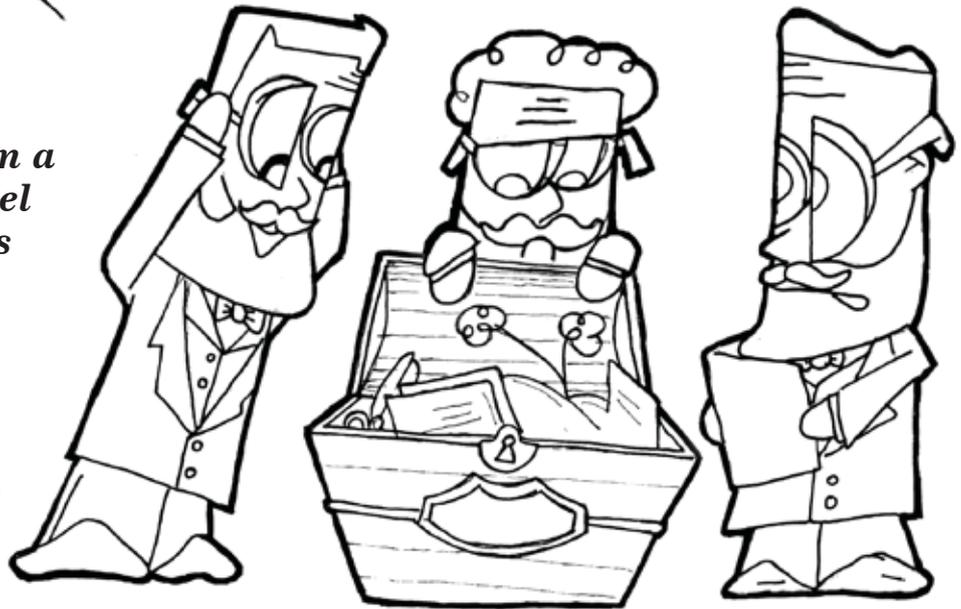
Las leyes de la herencia

Son un conjunto de reglas básicas sobre la transmisión de las características de un ser vivo a sus hijos.



Saber genética es fundamental para las personas que se dedican a mejorar cultivos porque permite elegir los padres que se van a cruzar, predecir cómo serán los hijos a partir de las características de esos padres y con qué probabilidad podrían aparecer (gracias a la estadística) en la progenie.

Nadie prestó atención a los trabajos de Mendel hasta... ¡34 años más tarde! cuando tres investigadores los “redescubrieron” y aprovecharon.

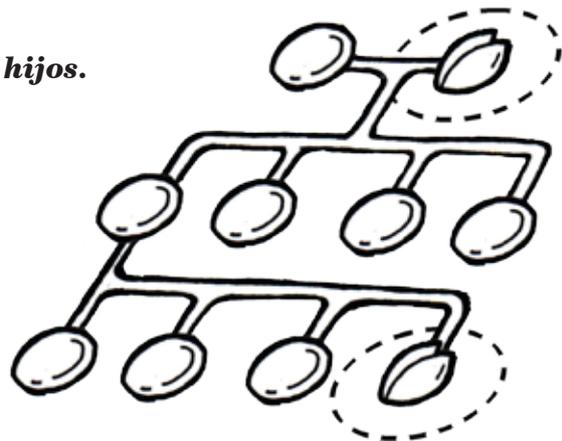


Y así, a partir del siglo XX se comenzaron a mejorar los cultivos usando los conocimientos de la genética y las leyes de la herencia.

La genética permite predecir cómo serán los hijos.

Por ejemplo, cuando Mendel cruzó plantas de semillas amarillas con plantas de semillas verdes pudo predecir que:

- todas las hijas (progenie) iban a ser amarillas.
- al cruzar entre sí las semillas amarillas obtenidas (lo hizo muchas veces), las hijas siempre iban a estar en una proporción de tres amarillas y una verde.

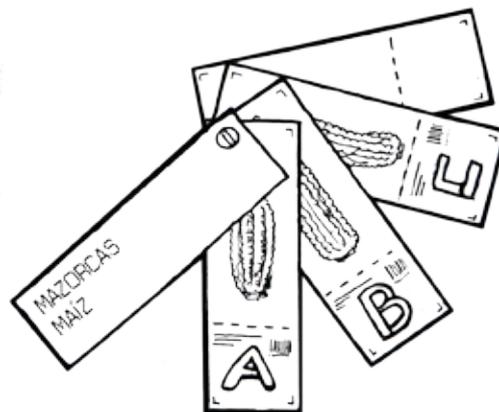




Esta sí, esta no.

Para elegir lo mejor hay que tener cosas diferentes.

*Cuando nació el mejoramiento genético con bases científicas, allá por el año 1900, los mejoradores (investigadores que trabajan en el mejoramiento de cultivos) se dieron cuenta que para seleccionar las mejores plantas necesitaban **variabilidad**. Y sí, no se puede elegir algo entre cosas que son iguales.*



*Para hacer la historia más interesante, algunos cultivos de interés como el trigo o el arroz tienen poca **variabilidad genética***

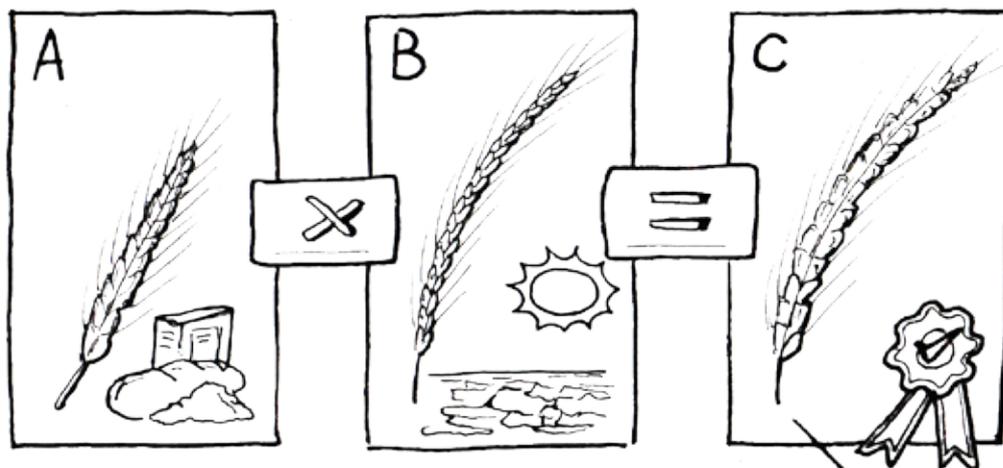
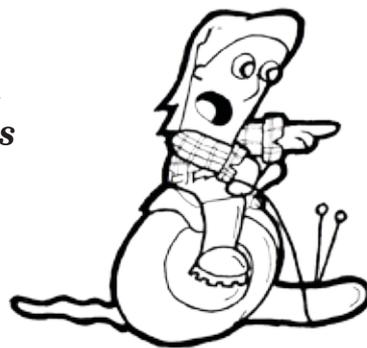
*Entonces los mejoradores **la crearon!** ¿Cómo? Primero haciendo cruzamientos entre plantas emparentadas (¡Mas vale! No se va a cruzar un trigo con una pera), luego usando **mutaciones** y finalmente con **ingeniería genética**.*

La variabilidad

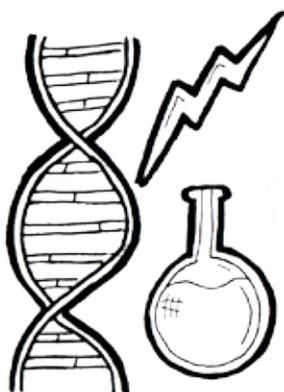
Dentro del cultivo de maíz hay plantas altas, medianas y bajas. Eso es variabilidad para el carácter altura de la planta y si un mejorador busca plantas bajas, puede seleccionarlas

dentro de esa población. Los mejoradores buscan variabilidad en las características del cultivo que quieren mejorar. Si no la encuentran, tienen que crearla.

Para hacer cruzamientos hay que sacar polen de una flor y usarlo en otra y a veces no es una tarea fácil, pero la paciencia de los mejoradores puede mover montañas... bueno, no tanto; pero lograr “nuevos cultivos”, sí. El triticale, usado como pasto para el ganado es el resultado del cruzamiento entre el trigo y el centeno.



Las mutaciones son cambios en el ADN y tienen baja frecuencia en la naturaleza, pero se sabe que hay ciertos agentes que pueden causarlas, como la radiación y algunas sustancias químicas.



Desde la década del 40 del siglo pasado, las mutaciones han dado interesantes variedades de arroz, trigo, uva, lechuga y frutas. Algunas de las más conocidas son plantas enanas de trigo y arroz, la mandarina sin semilla o el pomelo rosado.

Las mutaciones

Son cambios, grandes o pequeños, en el material hereditario (o sea el ADN). Esos cambios son heredables (se pasan de padres a hijos) y si bien generalmente se los asocia con defectos y enfermedades, la mayoría no causa ningún efecto en los organismos, y algunos, incluso, son positivos. De hecho, las mutaciones

hacen que no haya dos personas iguales (¡menos mal!). En las plantas, por ejemplo, las mutaciones han generado resultados tan positivos como el trigo enano (que se cosecha más fácilmente), las mandarinas sin semillas o el girasol con aceite más saludable.



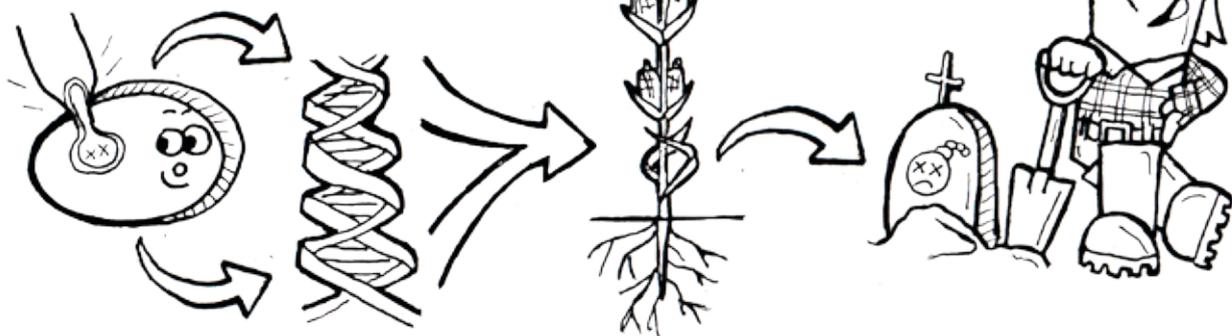
La ingeniería genética es una herramienta de mejoramiento de reciente desarrollo y permite transferir genes de una especie a otra; por ejemplo poner un gen de una bacteria en una planta de maíz. Ahora yo me pregunto, la planta resultante ¿se llamaría maizteria o bactiz?, jaja. No. La más conocida tiene nombre y apellido: maíz Bt, que gracias a ese gen no es atacada por algunos insectos.

Las mariposas son muy lindas, pero antes son gusanos y ¿saben qué? Los gusanos son muy comilones y comen cultivos y a veces ino dejan cosechar nada!

*El gusano barrenador del tallo se mete dentro de las cañas de maíz y se las come. Como está escondido dentro de la planta, los insecticidas no le pueden hacer nada. Los científicos sabían que la bacteria *Bacillus thuringiensis* producía una proteína que mataba al barrenador.*

*Entonces, con ingeniería genética, pasaron el gen que tiene las instrucciones para producir esa proteína a la planta de maíz y ahora ella misma puede protegerse matando al barrenador cuando intenta entrar al tallo. Por *Bacillus thuringiensis* es que el maíz se llama Bt.*

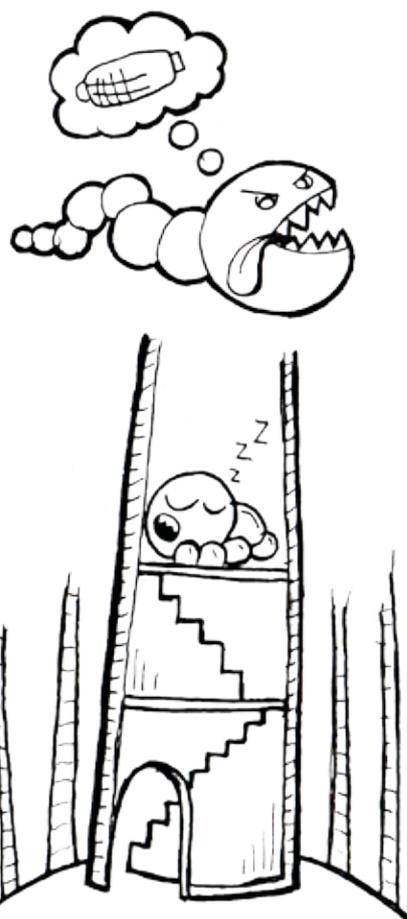
Desde el año 1996 se cultivan en Argentina variedades de maíz, soja y algodón con genes de bacterias y de plantas que les permiten ser resistentes a insectos y/o tolerantes a herbicidas. Estos cultivos se llaman genéticamente modificados o transgénicos



Bacillus thuringiensis y proteínas Bt

La bacteria *Bacillus thuringiensis* produce proteínas que resultan tóxicas para las larvas de ciertos insectos que atacan los cultivos, como el barrenador del tallo o la isoca de la espiga del

maíz, la oruga capullera del algodón o las orugas medidoras que comen las hojas de soja. A estas proteínas se las conoce como proteínas Bt.



REVOLUCIÓN VERDE

Tres cereales son la base de la alimentación humana: arroz, trigo y maíz. Por eso son muy importantes para los mejoradores, ya que cada vez hay más personas en el mundo que necesitan alimentos.

Allá por los años 60 del siglo pasado, junto con los hippies y el rock and roll, los mejoradores de plantas hicieron una revolución, la revolución verde, que gracias al uso de variedades mejoradas de cereales, buenas prácticas agrícolas, uso de fertilizantes y agroquímicos permitió aumentar los rendimientos y producir más alimentos.



A Norman Borlaug, ingeniero agrónomo y mejorador norteamericano, se lo considera el “padre de la revolución verde”. Fue pionero en el desarrollo de variedades de trigo semi-enanas, de alta producción y resistentes a enfermedades. También colaboró en la creación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que funciona en México y donde se hacen investigaciones para ofrecer mejores variedades de esos cultivos a los países en vías de desarrollo. En el año 1970 le otorgaron el Premio Nobel de la Paz por sus esfuerzos para producir más alimentos para la gente más pobre del planeta.



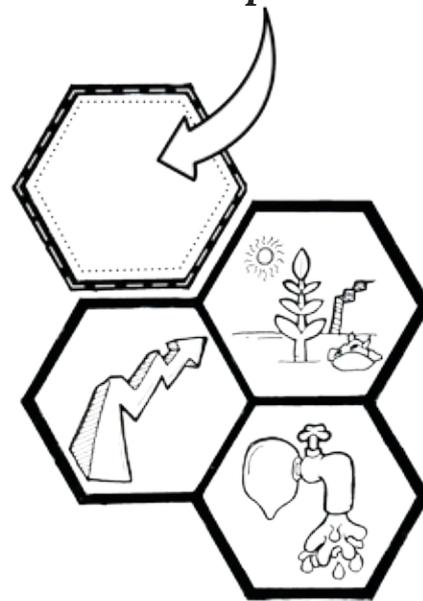
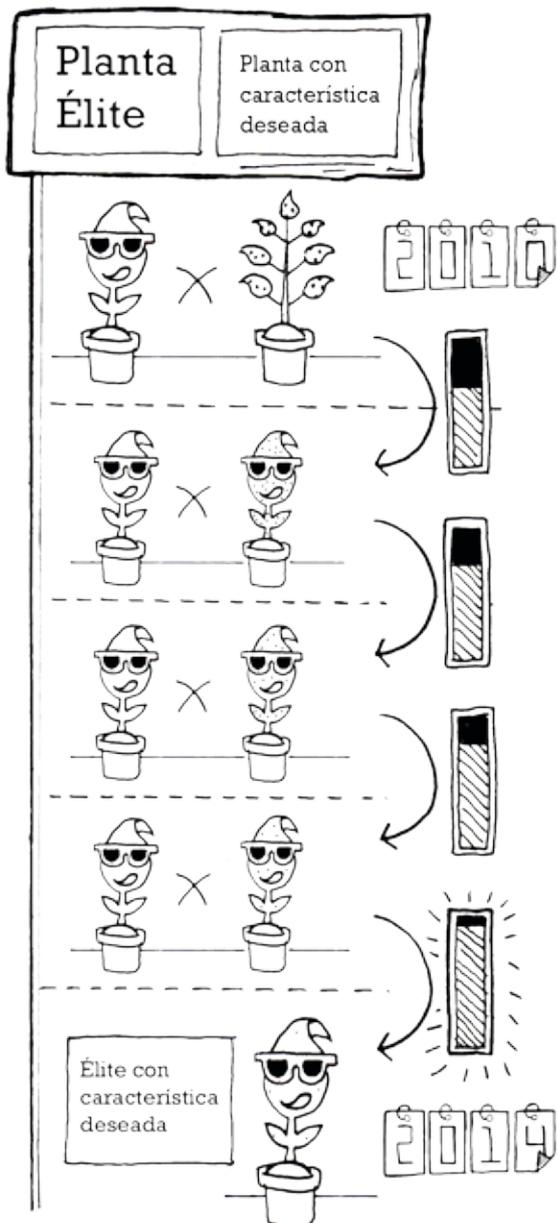
***¡Por fin llegamos a los
cultivos mejorados!***

Cultivos mejorados para un mundo en crecimiento.



Los mejoradores tienen identificados, en cada cultivo, grupos de plantas llamados *élite* (algo así como sus plantas preferidas). Aunque estas plantas tienen muchas cualidades, como por ejemplo buen rendimiento, alto contenido de aceite en el grano, tolerancia a sequía... podrían ser aún mejores.

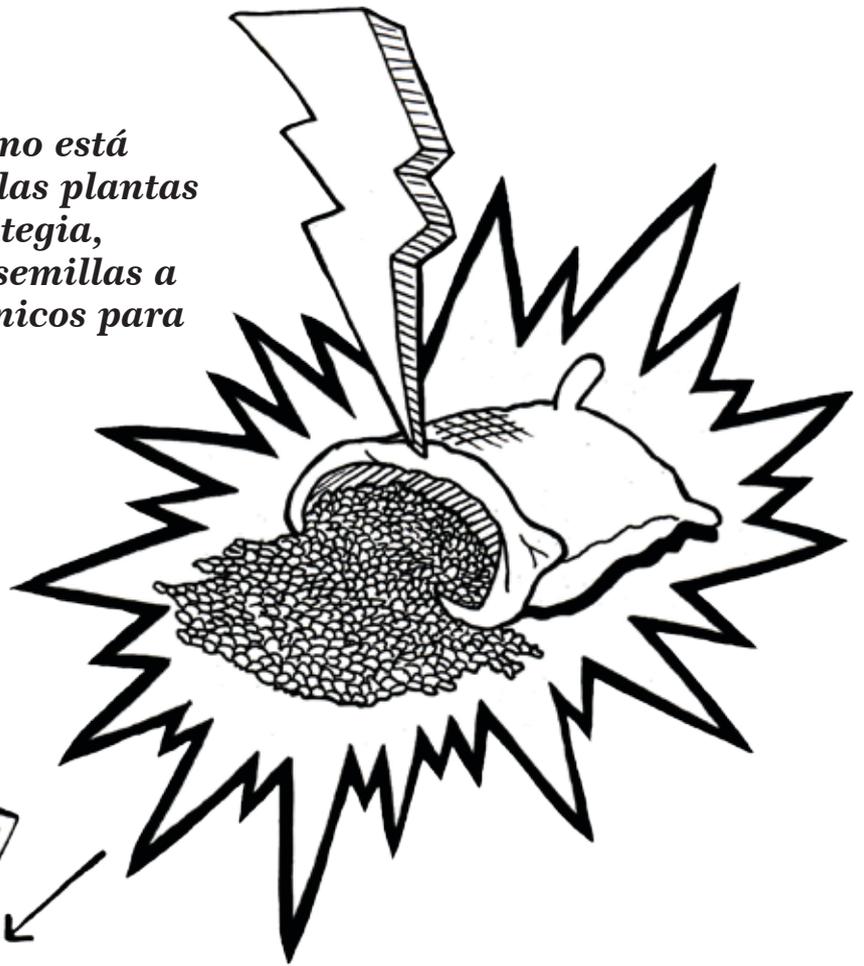
Los programas de mejoramiento genético de cultivos buscan otras características de interés y las introducen en las plantas *élite*.



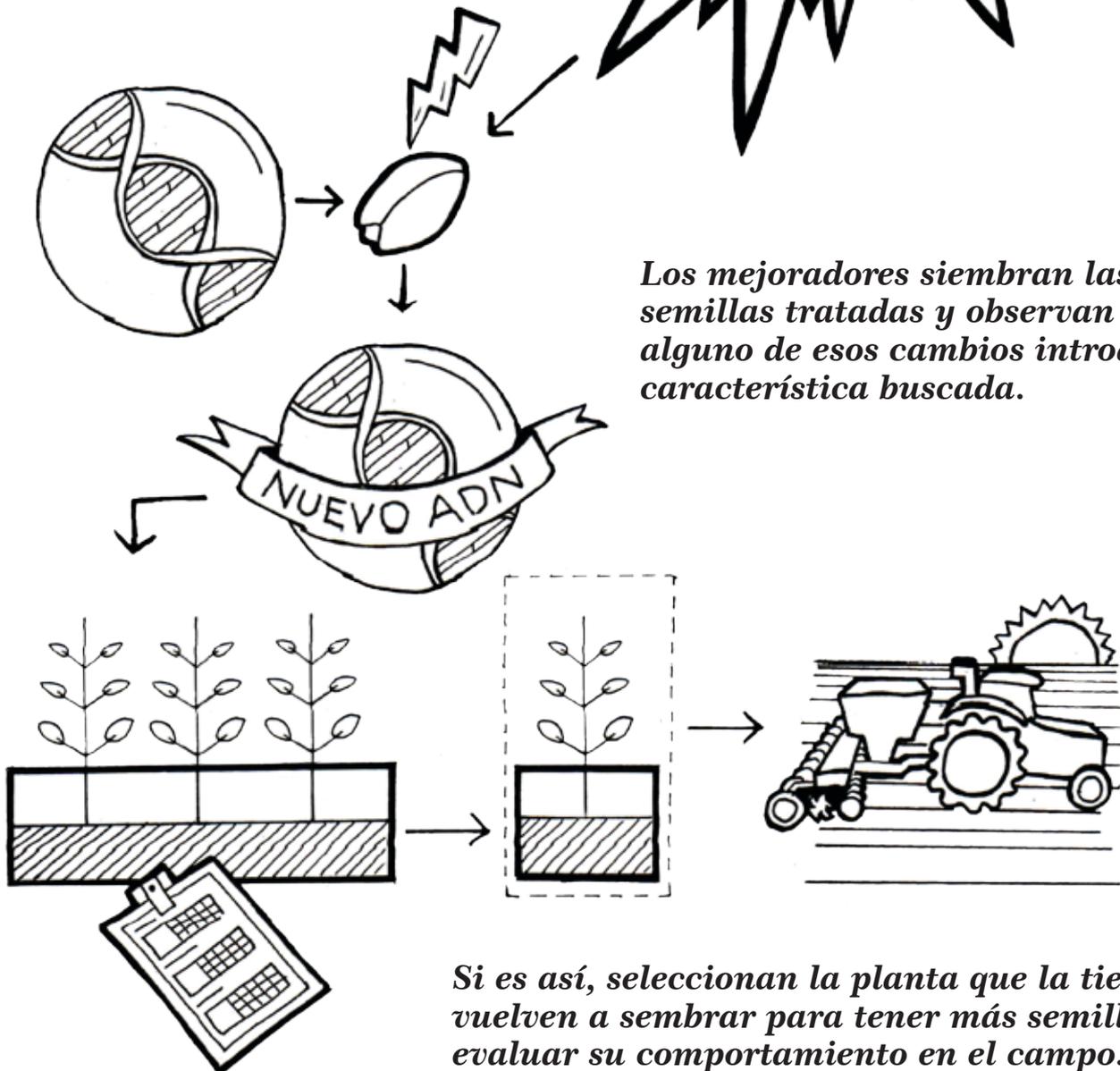
Para incorporar la característica que les falta a esas plantas *élite* (por ejemplo la resistencia a alguna enfermedad), primero la buscan en plantas de la misma especie (o especies muy parecidas). Si la encuentran, hacen cruzamientos entre las plantas *élite* y la planta que lleva la característica deseada. A los hijos obtenidos se los vuelve a cruzar con las plantas *élite* y así sucesivamente por cuatro o cinco años para lograr una planta muy parecida a la planta *élite* de la que se partió el mejoramiento pero con la nueva característica incorporada.

Si la característica deseada no está presente en los parientes de las plantas élite, prueban con otra estrategia, por ejemplo exponiendo las semillas a ciertos agentes físicos o químicos para provocar mutaciones.

Durante este proceso se producen muchos cambios en el ADN y algunos de ellos pueden dar buenos resultados.

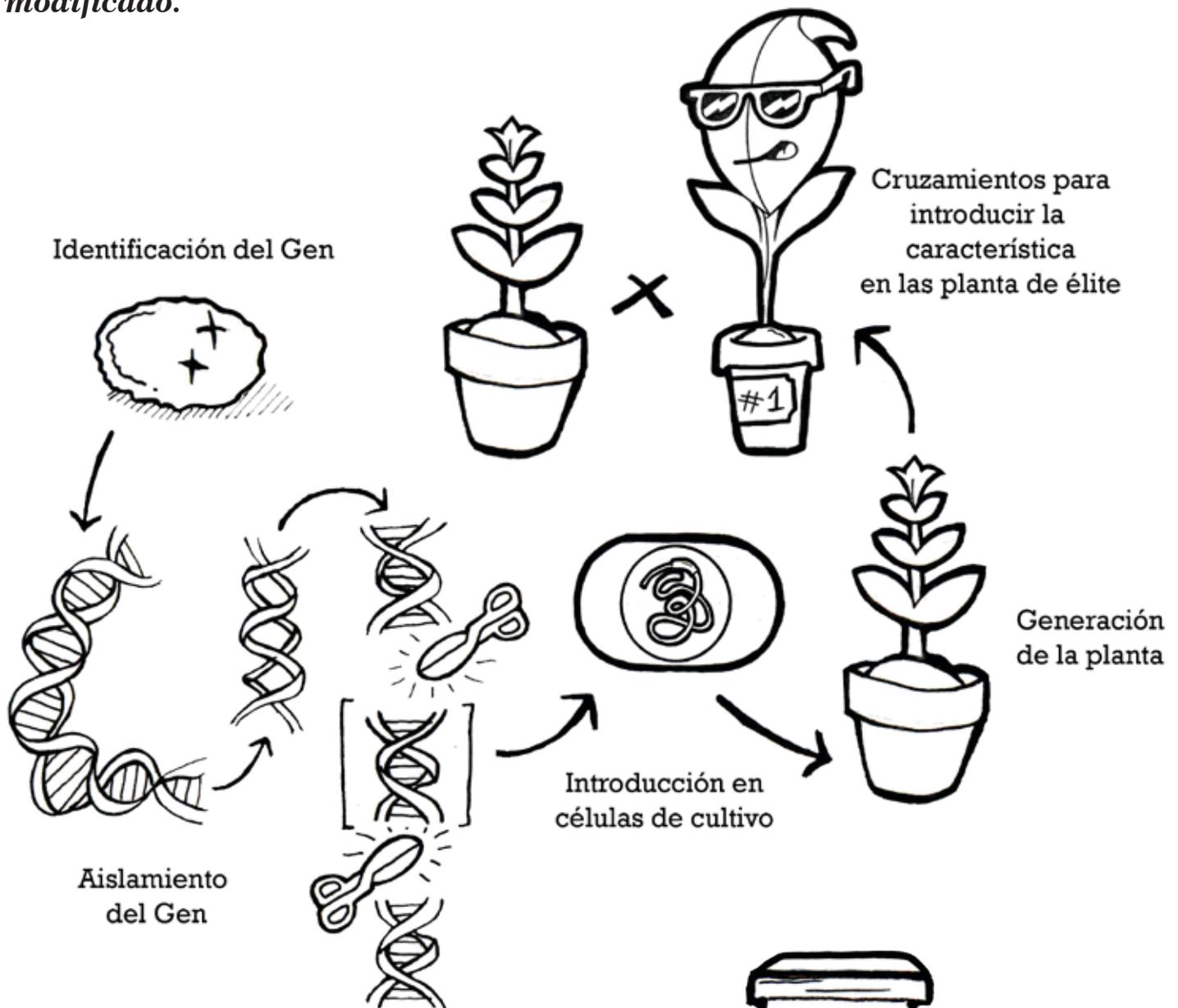


Los mejoradores siembran las semillas tratadas y observan si alguno de esos cambios introdujo la característica buscada.



Si es así, seleccionan la planta que la tiene y la vuelven a sembrar para tener más semillas y evaluar su comportamiento en el campo.

En el caso que la característica deseada no se encuentre en los parientes de las plantas élite ni pueda generarse por mutaciones, los mejoradores pueden investigar si el gen que la produce se encuentra en algún otro organismo (planta, animal, bacteria). Si es así, pueden transferirlo mediante ingeniería genética y crear un cultivo genéticamente modificado.



Tener cultivos mejorados es un proceso que lleva tiempo, ya que la mayoría de ellos puede sembrarse solo una vez al año. Por eso, las semillas de las plantas seleccionadas un año se siembran al siguiente para seleccionar otra vez las mejores y así sucesivamente. Así, tener una nueva variedad mejorada lleva entre 7 y 14 años de trabajo.



Hay herramientas que permiten acortar este proceso. Una de ellas es realizar el cultivo en “contra estación”, es decir, si los mejoradores están trabajando con un cultivo de verano en el hemisferio sur, llevan la semilla cosechada al hemisferio norte y la siembran allá.



De esta manera pueden sembrar dos veces al año y reducen el tiempo de mejoramiento a la mitad.



Otras herramientas muy valiosas son los marcadores moleculares (generalmente segmentos de ADN) que se asocian con la característica de interés y pueden ser fácilmente detectados en el laboratorio. De esta manera pueden seleccionarse las plantas deseadas en etapas muy tempranas de su desarrollo (semilla o plántula) y solo llevar al campo las que son de interés ahorrando espacio, tiempo y recursos.





Asociación Semilleros Argentinos

Las empresas de la industria semillera que forman parte de la Asociación Semilleros Argentinos (ASA) experimentan, cada año, con numerosas combinaciones genéticas para lograr variedades adaptadas a cada región del país.

