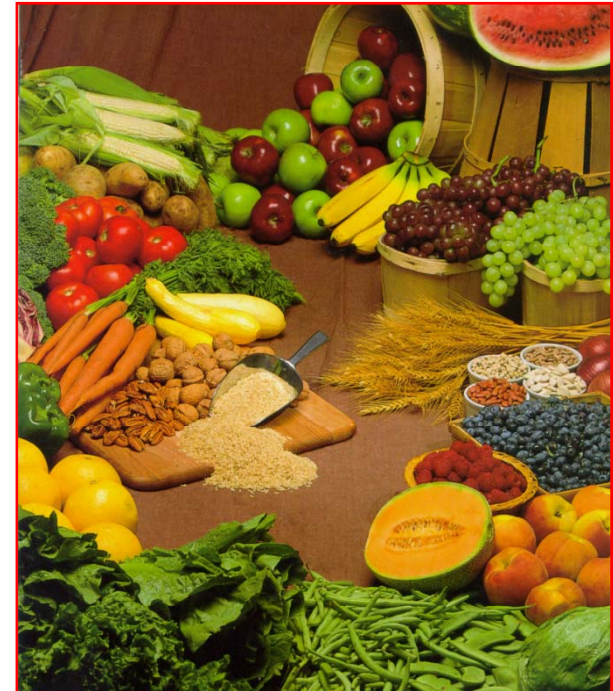


MEJORAMIENTO GENÉTICO: LA BASE DEL DESARROLLO AGRÍCOLA

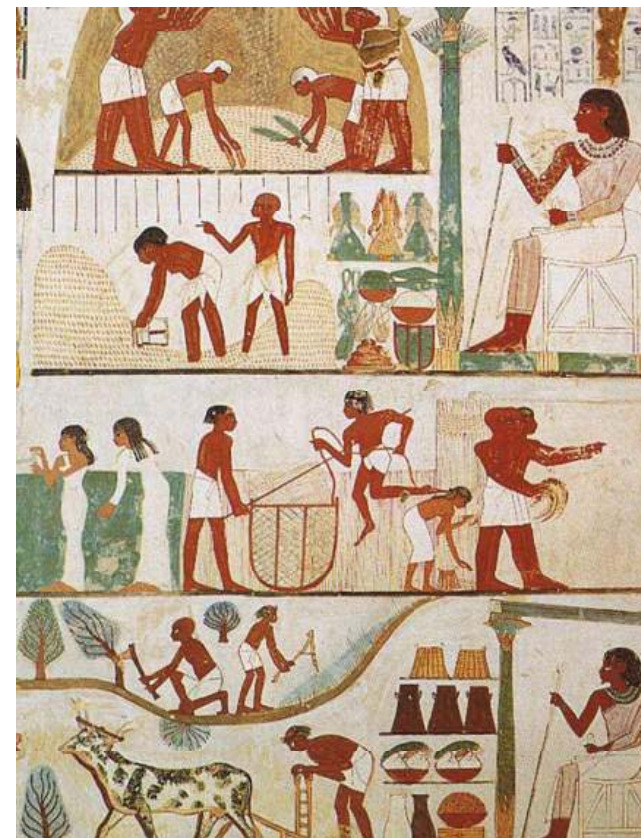
Carlos Muñoz Schick
Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.



EL ORIGEN DE LA AGRICULTURA



- El hombre evoluciona de recolector, a cultivador de las especies que le dan sustento.
- Ello ocurre 10.000 a 12.000 años atrás en torno a los asentamientos poblados.
- Fueron las culturas más avanzadas de la antigüedad, ubicadas en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, África y América, las que iniciaron la agricultura.



DOMESTICACIÓN



- Del latín *domesticus* que viene de *domus* = casa.
- Proceso mediante el cual animales salvajes o plantas silvestres son sometidos al dominio del hombre con el objeto de transformarlos en útiles.
- Las especies se domesticaron para:
 - Producir alimentos (cereales, legumbres, frutas, verduras, carne, leche, huevo).
 - Producir Materias primas (lana, algodón, seda).
 - Tener animales de trabajo (Tracción, transporte, investigación científica o disfrute).
 - Disponer de plantas ornamentales; y,
 - ... muchos otros usos.
 - Es un proceso que continúa hasta nuestros días.



ÉPOCA DE DOMESTICACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES CULTIVADAS



ESPECIE	ORIGEN	ÉPOCA
Higuera	Oeste de Asia	9.000 años AC
Arroz	Sudeste asiático	9.000 años AC
Papas	Sudamérica	8.000 años AC
Maíz	Centroamérica	7.000 años AC
Trigo	Oeste de Asia	6.000 años AC
Palto	Centroamérica	5.000 años AC
Olivo	Oeste de Asia	4.000 años AC
Maravilla	Norteamérica	2.000 años AC
Berenjenas	Asia	100 años DC
Arándanos	Norteamérica	1900 años DC
Kiwi	China	1950 años DC



NÚMERO DE ESPECIES DOMESTICADAS

- De las más de 300.000 especies de plantas vasculares existentes en la tierra, sólo unas 300 han sido domesticadas y menos de 30 constituyen la base alimentaria de la humanidad.
- Sólo un 12% de las familias de plantas contienen especies domesticadas.
- Unas pocas familias (*Graminae*, *Leguminosae*, *Solanaceae*, *Rosaceae*) aportan el grueso de las especies de interés agrícola.



IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DOMESTICADAS

- Sólo unos 30 cultivos aportan el 95 % de la energía (calorías) y las proteínas de la dieta humana.
- Sólo el trigo, el arroz y el maíz proporcionan más del 50% de la ingesta energética mundial.
- Otros 6 cultivos (el sorgo, el mijo, las papas, el camote, la soya, la caña de azúcar), llevan la ingesta energética a un 75% del total.

Estas cifras demuestran de manera contundente el enorme potencial que existe para domesticar nuevas especies para uso por el hombre.

DEFINICIÓN DE MEJORAMIENTO GENÉTICO



- El **mejoramiento genético** es la aceleración del proceso evolutivo natural de las especies, con el objeto de crear nuevas variedades que tengan ventajas para el cultivo, uso y consumo del hombre y de los animales domésticos.
- Esta aceleración de la evolución se logra aplicando las leyes de la **genética**, de la **evolución** y de la **probabilística**.
- Cuando el mejoramiento genético se aplica a plantas, se habla de **fitomejoramiento**.

HISTORIA DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO

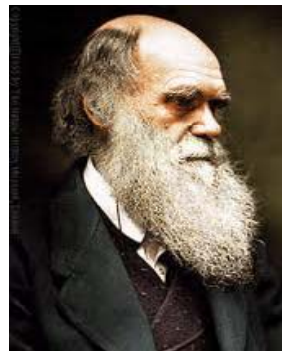
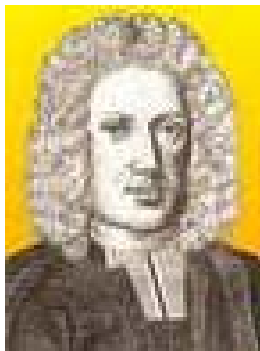


- Inicialmente, el mejoramiento genético fue intuitivo.
- El hombre primitivo se limitó a seleccionar las mejores plantas desde donde crecían naturalmente.
- Este sistema de mejoramiento se utilizó por prácticamente 10.000 años, mientras se domesticaron la mayoría de las especies cultivadas.
- Sólo a fines del siglo XIX, cuando se descubre la sexualidad en las plantas, se inicia el mejoramiento genético moderno.

ALGUNOS HITOS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO



- 1694** **Camerarius** descubre la existencia de plantas con sexos separados (monoicas) y sugiere el cruzamiento para obtener híbridos.
- 1714** **Mather** observó cruzamientos naturales en maíz.
- 1765** **Kohlreuter** demostró que la descendencia de los híbridos mostraban características de ambos padres. Desarrolló de los primeros híbridos en tabaco.
- 1859** **Darwin** publica en “El Origen de las Especies” donde postula sus teorías sobre la selección natural y la evolución.
- 1866** **Mendel** hace los primeros experimentos científicos mediante hibridación, a partir de los cuales posteriormente se formulan las “Leyes de Mendel”.
- 1970** **Borlaug** recibe el Premio Nobel de la Paz por la Revolución Verde



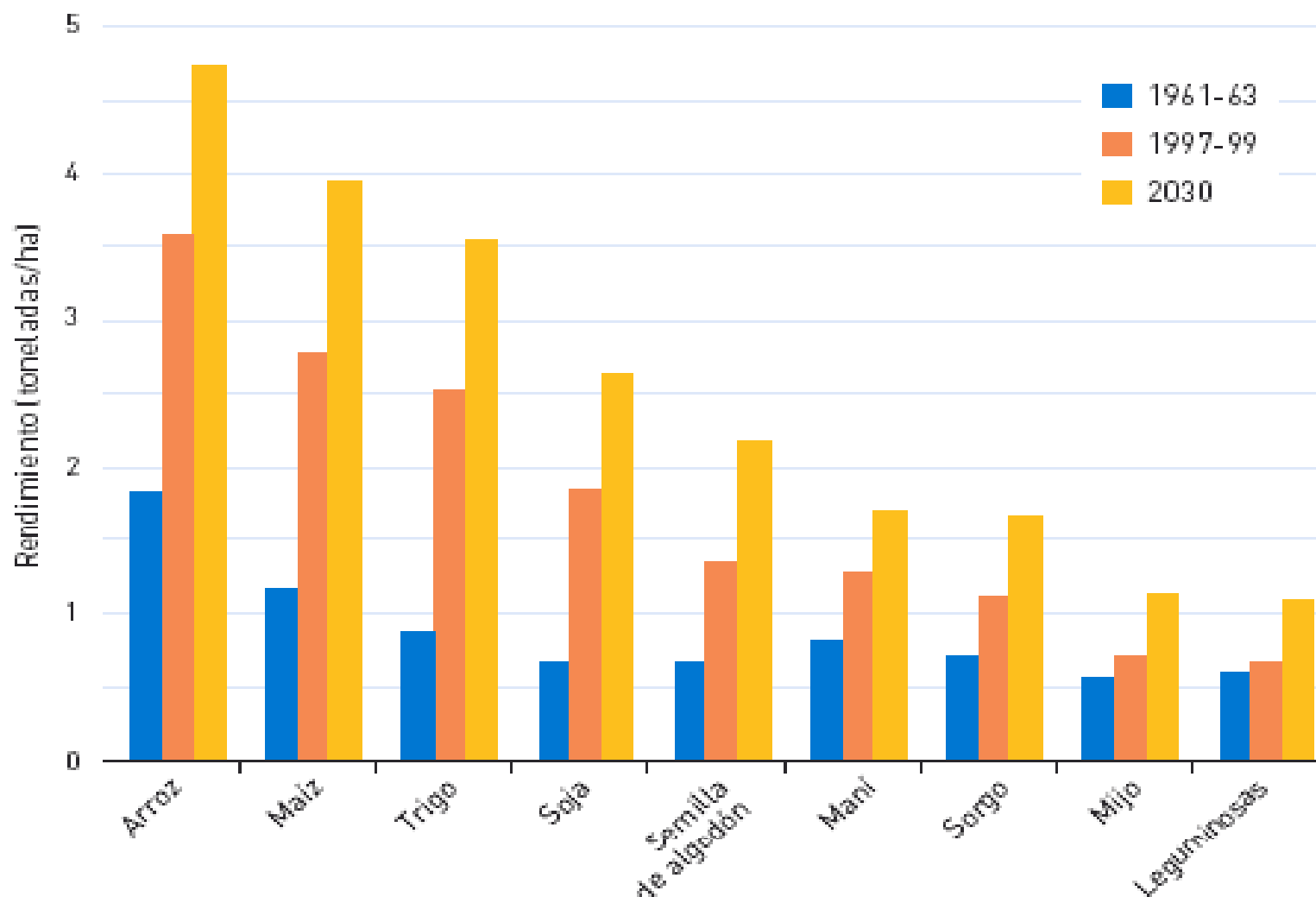
CARACTERES MÁS COMÚNMENTE MANIPULADOS EN MEJORAMIENTO GENÉTICO



- **Caracteres de interés para los agricultores**
 - Resistencia a enfermedades y plagas
 - Aprovechamiento del agua y los fertilizantes
 - Adaptación a condiciones de clima y suelo
- **Caracteres de interés para los consumidores**
 - Forma, tamaño, color y sabor
 - Composición de alimentos
 - Contenidos de proteínas, grasas, azúcares, etc.
 - Contenidos de vitaminas u otros factores asociados a la salud de las personas
- **Usos no alimentarios de los productos agrícolas**
 - Biocombustibles
 - Bioremediación
 - Fármacos y otras moléculas de alto valor

RENDIMIENTO

EL MEJORAMIENTO GENÉTICO ES EL RESPONSABLE DE, POR LO MENOS, EL 50% DE AUMENTO EN LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS

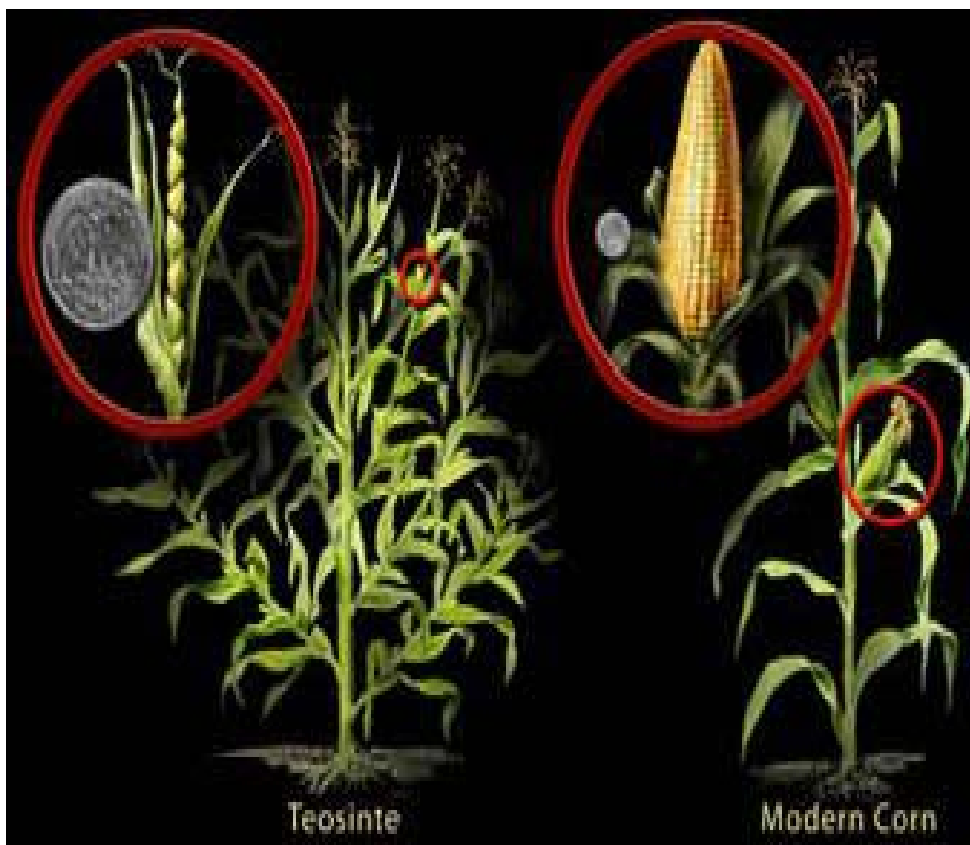


03/06/2011

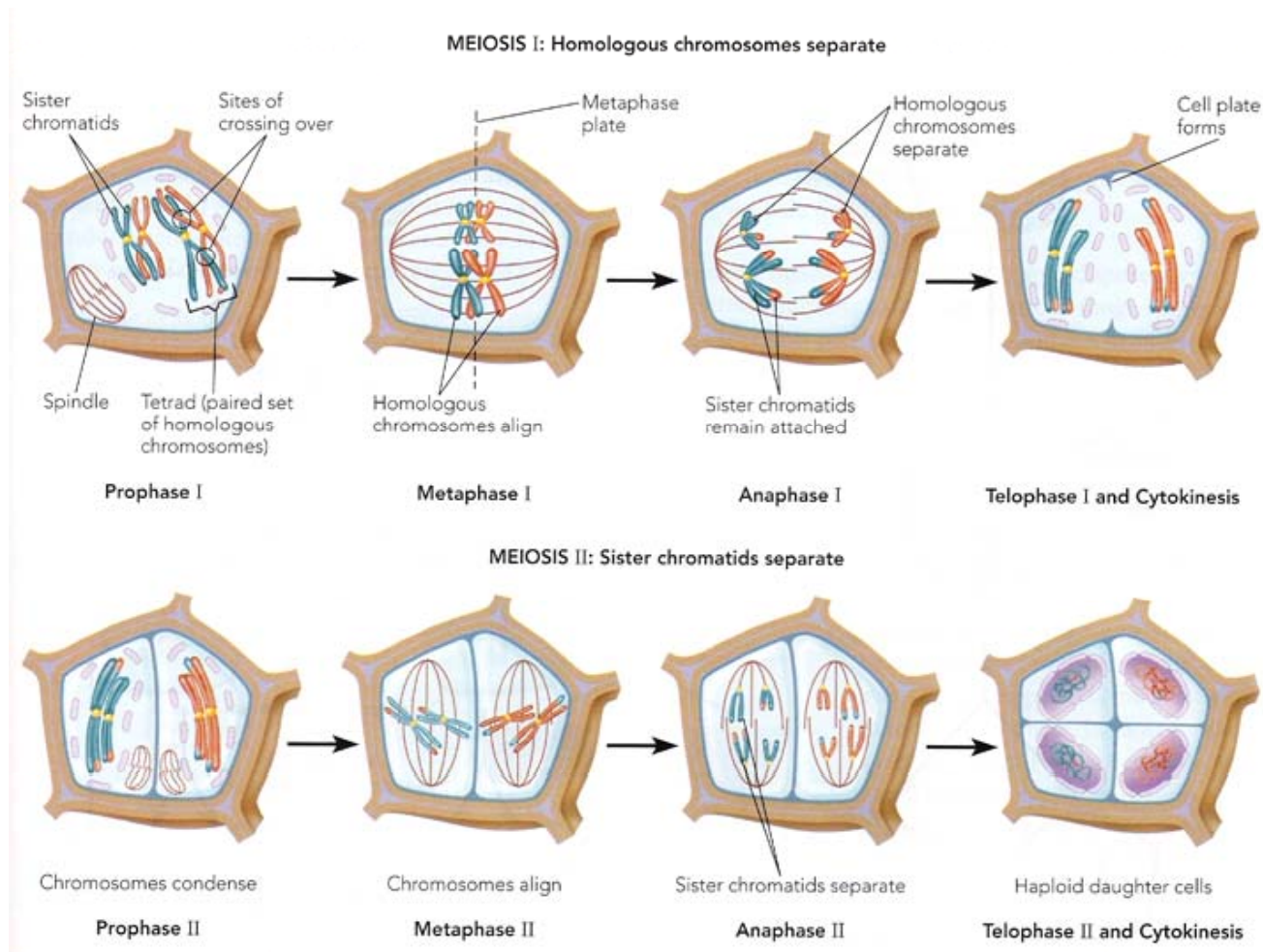
Fuente: FAO

Universidad de Chile – Facultad de Ciencias Agronómicas
Seminario “Mejoramiento Genético, Derechos del Obtentor y Derechos del Agricultor”

ASÍ SE VE EL AVANCE LOGRADO EN MAÍZ



BASES TEÓRICAS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO



METODOLOGÍA PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO

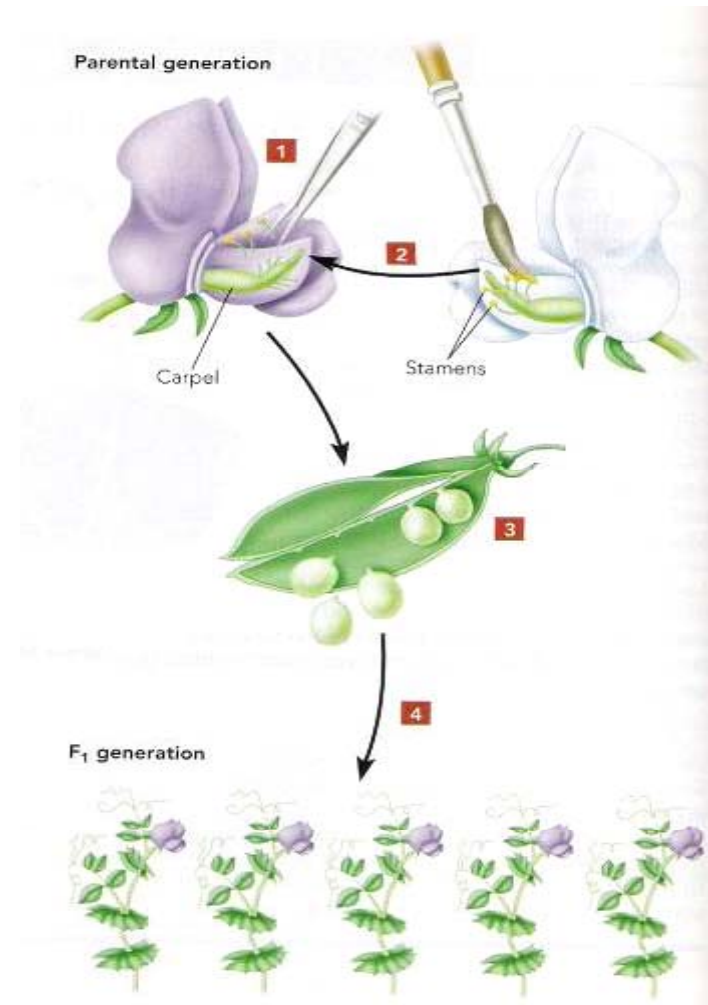


- Descubrimiento (y creación) de variabilidad genética
 - Bancos de germoplasma
 - Mutagénesis inducida
- Combinación de la variabilidad disponible
 - Cruzamientos entre especies
 - Cruzamientos interespecíficos
 - El rol de la Ley de las Probabilidades, de las Leyes de Mendel y de la Genética Cuantitativa
- Selección de los individuos con caracteres de interés
 - El rol de las leyes de selección natural (Darwin)
 - El rol de los diseños experimentales y la bioestadística
- Multiplicación de las variedades seleccionadas
 - La multiplicación de semillas y sus tecnologías
 - La clonación (injertación, enraizamiento de estacas, etc.)
- Distribución y comercialización de las variedades que se creen
 - El nuevo rol de los Derechos de Propiedad Intelectual.

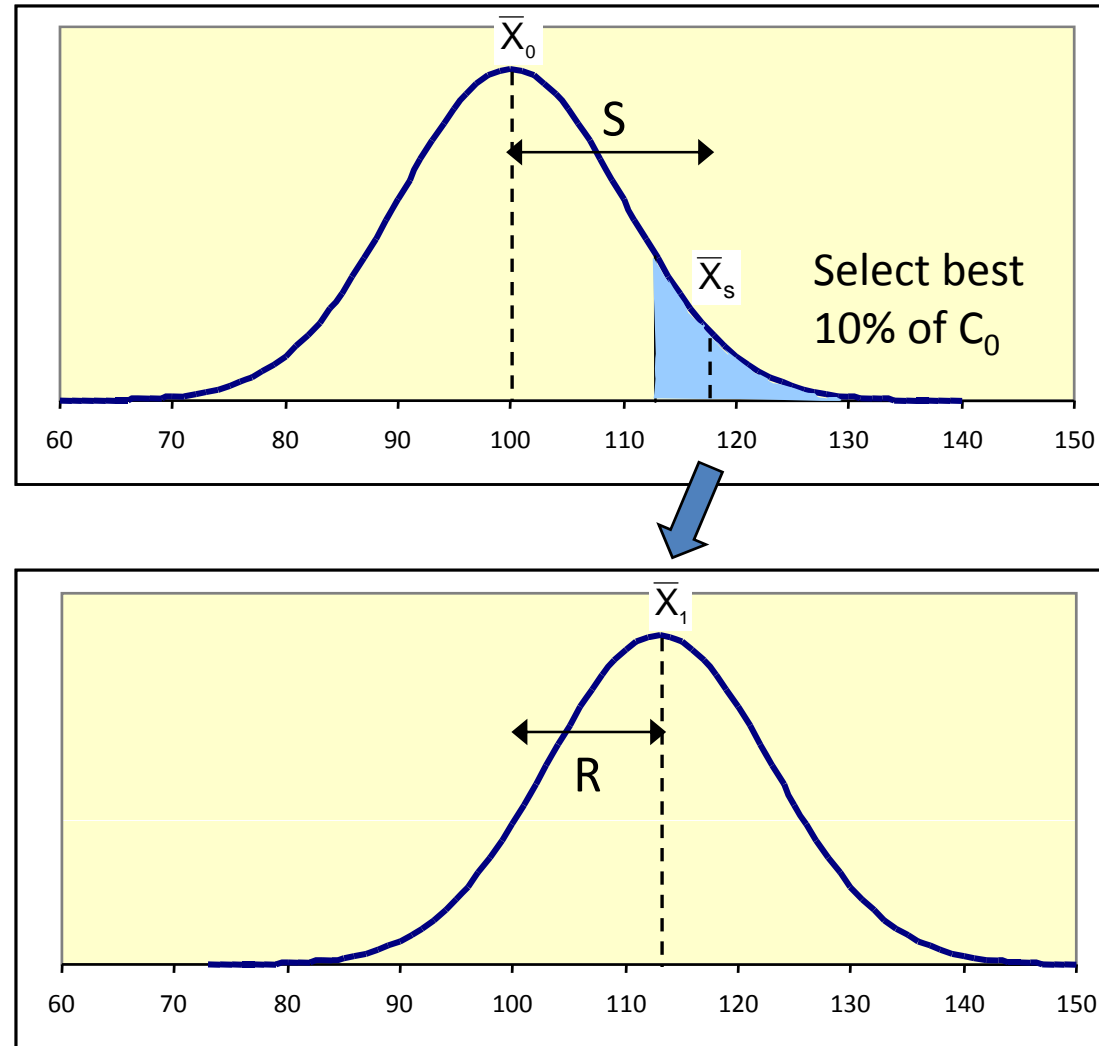
LOS CRUZAMIENTOS DIRIGIDOS

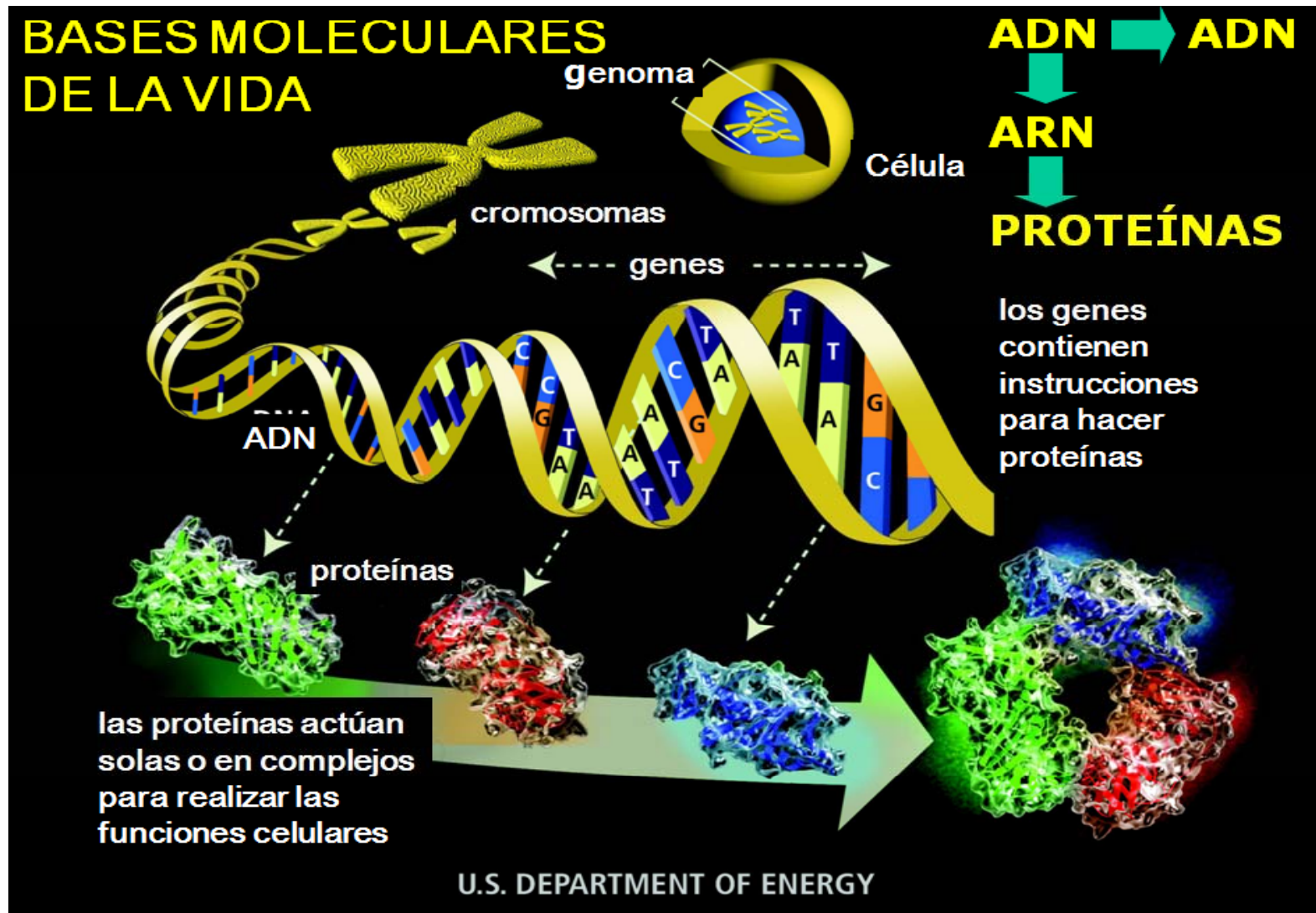


1. Se obtiene polen del padre.
2. Se deposita sobre el pistilo de la madre.
3. Se cosecha la semilla.
4. Se siembra la semilla para obtener segregantes.



CÓMO FUNCIONA LA SELECCIÓN RECURRENTE





LA IRRUPCIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA

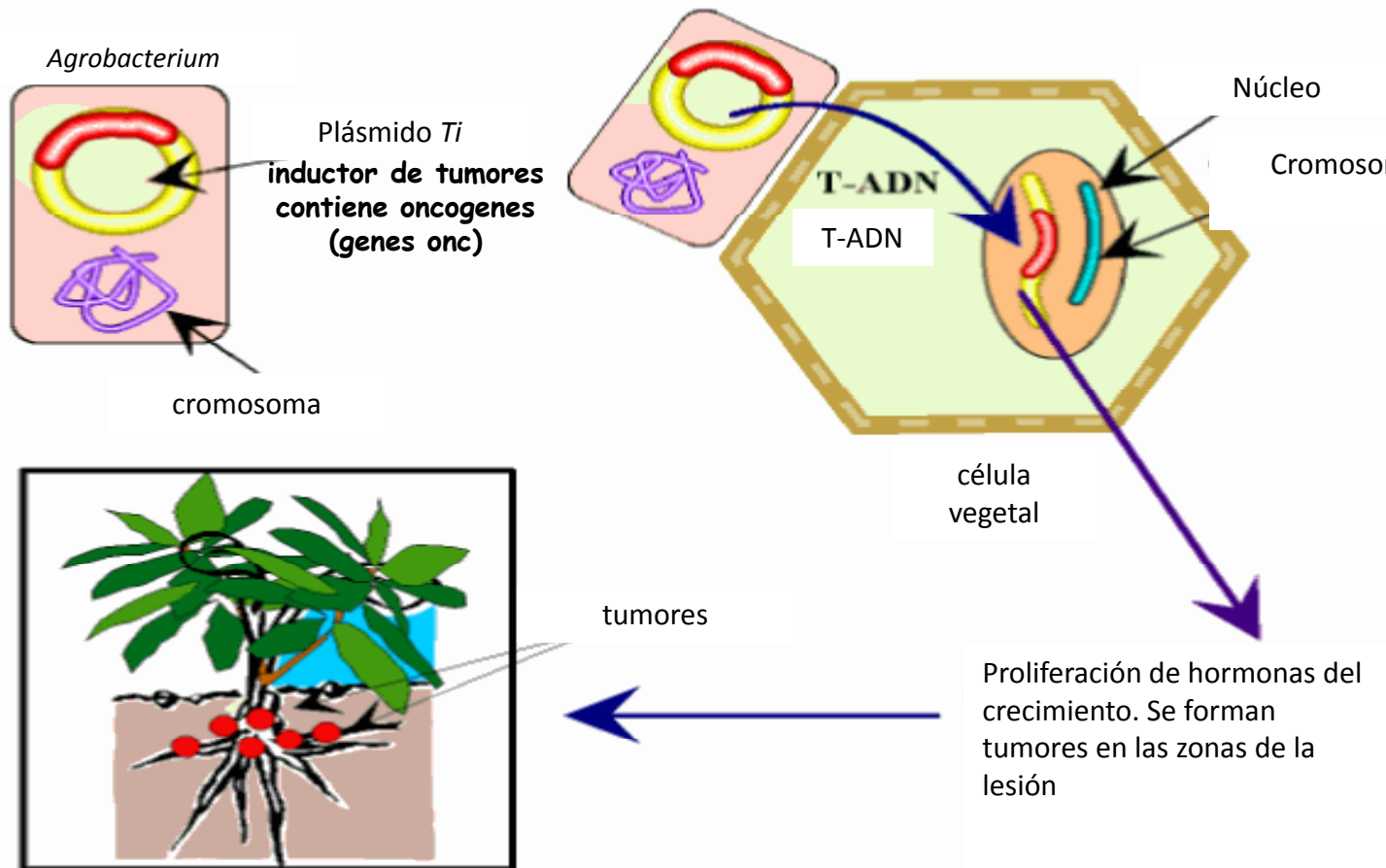


- Se rompen los límites para la transferencia de genes (**aparece la transgenia**).
- Aumenta significativamente la capacidad para hacer el mejoramiento genético más efectivo y eficiente (**aparecen los marcadores moleculares**).
- Aumenta la capacidad para identificar genes útiles (**aparece la genómica**).

En otras palabras, la biotecnología permite trabajar directamente con el genotipo, en tanto en mejoramiento genético convencional se trabaja con el fenotipo.

TRANSFORMACIÓN POR *Agrobacterium*

A. tumefaciens causa las agallas de cuello en las Dicotiledóneas. Posee un plásmido (*Ti*) que inserta parte de él en el cromosoma de la célula huésped.

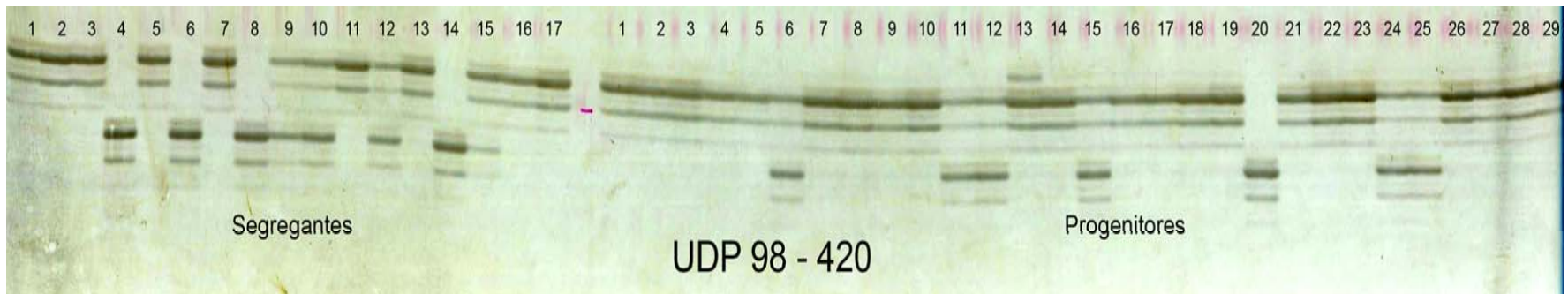
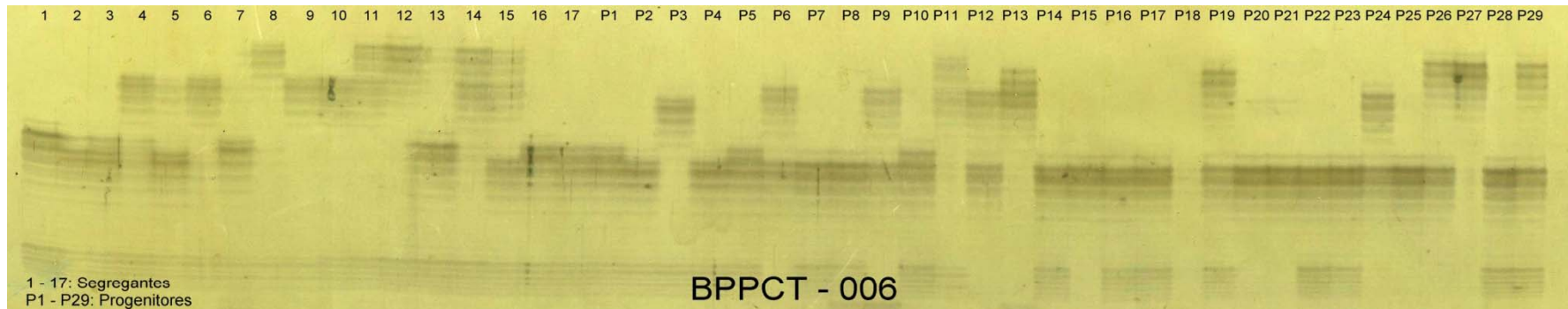


MEJORAMIENTO GENÉTICO ASISTIDO POR MARCADORES



- Es el proceso mediante el cual un “marcador” morfológico, bioquímico, o de ADN es usado para seleccionar indirectamente un carácter de interés difícil o costoso de medir.
- Son particularmente útiles en caracteres que están controlados por muchos genes.
- Los más usados actualmente son los basados en una secuencia únicas de ADN, que están presentes cerca de los genes o locus de interés. Estas secuencias son identificables mediante distintas técnicas (RFLPs, RAPDs, AFLP, DAF, SCARs, SSR)

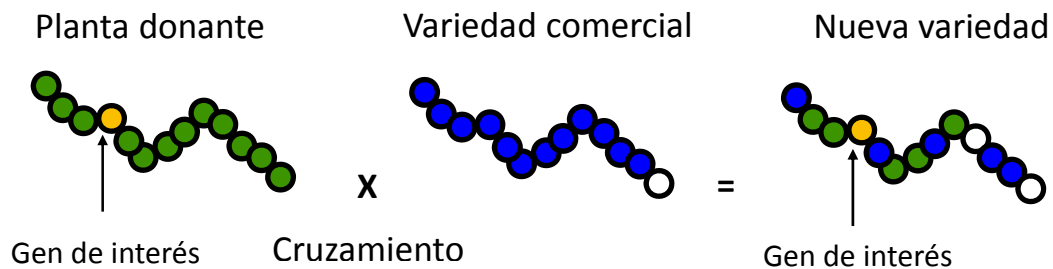
ASÍ SE VEN LOS MARCADORES MOLECULARES





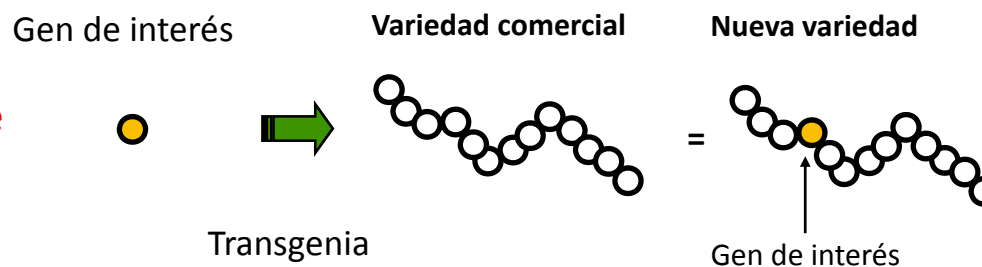
MEJORAMIENTO GENÉTICO CONVENCIONAL

El ADN es una cadena de genes que se combinan al azar



MEJORAMIENTO GENÉTICO POR TRANSGENIA

La biotecnología posibilita la agregación de genes específicos



COMPARACIÓN ENTRE TÉCNICAS

	MEJORAMIENTO CONVENCIONAL	MEJORAMIENTO POR TRANSGENIA
NIVEL	Organismo	Molécula
NÚMERO DE GENES	Miles de genes	Pocos genes
CERTEZA	No es necesario caracterizar el gen	Genes totalmente caracterizados
LÍMITES	Intercambio génico dentro de la especie	Sin límites al intercambio génico
PRECISIÓN	Muchos genes se recombinan	Sólo interesa el lugar de inserción

EL MEJORAMIENTO GENÉTICO EN CHILE



- Lo inician las culturas prehispánicas que cultivaron el mango (*Bromus mango*), el maíz, la papa, los porotos y otras especies.
- Luego los españoles introdujeron las plantas que se cultivaban en Europa.
- El mejoramiento genético se inicia en el siglo XIX, con la creación de instituciones como la **Quinta Normal de Agricultura** y la **Estación Experimental Agronómica** de la Sociedad Nacional de Agricultura.
- Luego el Estado de Chile crea el **Instituto Agronómico**, antecesor de la **Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile**.
- Finalmente se crea el **Ministerio de Agricultura**, a cuyo alero nace primero el **Departamento de Genética y Fitotecnia**, posteriormente el **Departamento de Investigaciones Agrícolas** y, finalmente, el año 1964 el **Instituto de Investigaciones Agropecuarias**.

PRINCIPALES PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO EXISTENTES EN CHILE



CULTIVO	CULTIVO
Cereales Trigo Cebada Avena Arroz	Hortalizas Papas Cebollas Tomates Maíz Choclero Poroto verde y granado
Leguminosas de grano Poroto (<i>Phaseolusvulgaris</i>) Lentejas (<i>Lens culinaris</i>) Chícharo (<i>Lathyrussativus</i>) Lupino (<i>Lupinusalbus</i>)	Frutales Vides (mesa y para pasas) Frutales de Carozos (Cerezos, durazneros, damascos) Manzanos Frutales menores (Frambuesas, Arándanos)
Forrajeras Trébol Rosado (<i>Trifolium pratense</i>) Bromo (<i>Bromus spp</i>):	Especies nativas

ESFUERZOS POSITIVOS DE VALORACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS CHILENOS



- Especies nativas
 - La murtila (*Ugni molina*)
 - La frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*)
 - Copao (*Eulychnia acida*)
- Especies naturalizadas
 - El pepino dulce (*Solanum muricatum*)
 - El lúcumo (*Pouterialucuma*)



03/06/2011



LOS CASOS DE DESAPROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS GENÉTICOS

- *Las Alstroemerias*
- Las Solanáceas
- *La Calceolaria*

NECESIDAD DE CONTAR CON PROGRAMAS DE FITOMEJORAMIENTO EN CHILE



- Por la existencia de una marcada interacción entre el genotipo de una especie y el ambiente en la que ésta crece.
- Porque los caracteres que se quiere mejorar son específicos de cada ambiente.
- Porque las necesidades de los agricultores y los gustos de los consumidores no son estáticos y cambian en el tiempo.
- Porque actualmente tanto las tecnologías usadas para el mejoramiento como las nuevas variedades que se producen son apropiables, es decir, hay que pagar regalías por su uso.

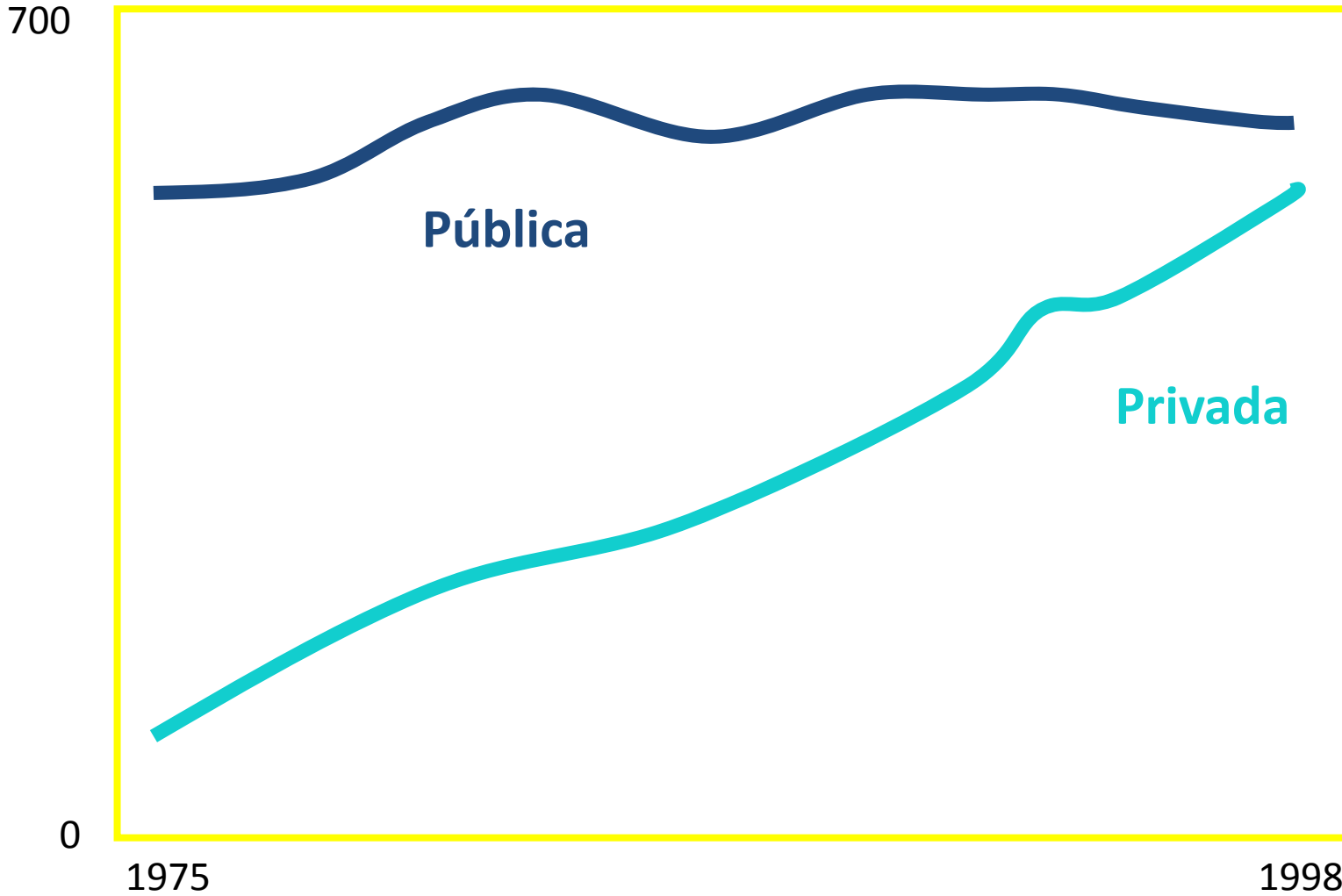
MEJORAMIENTO GENÉTICO, UNA TAREA CONTINUA Y PERMANENTE



- Porque hay que alimentar a una población creciente
- La agricultura va a tomar una importancia estratégica
- Hay que buscar nuevos usos a las especies ya domesticadas
- Hay que domesticar nuevas especies
- Tendencia mundial hacia la diversificación y diferenciación de productos, incluidos los alimentos
- La agricultura no sólo va a producir alimentos, sino que otro tipo de productos (medicinas, aceites, hidrocarburos, plásticos, etc.
- La tecnología permitirá hacer cosas impensadas haciendo uso del mejoramiento genético convencional.



LA INVERSIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO EN EUA (miles de dólares)



Fuente: Heisey et al. 2001.



MENSAJES RELEVANTES

- Sin **mejoramiento genético**, la agricultura no hubiera alcanzado el nivel de desarrollo actual.
- Sin **biotecnología**, el mejoramiento genético no podrá mantener las tasas actuales de incremento en rendimientos, calidad y adaptabilidad de los cultivos.
- Sin **incentivos apropiados** el mejoramiento genético no se desarrollará

FIN

¡Muchas Gracias!

