

INTRODUCCION AL MEJORAMIENTO GENETICO

GUÍA DIDÁCTICA PARA CLASES TEÓRICAS

Clase 6- 2019

Método SSD o de descendientes de semilla única

Fue ideado para soja y es aplicable a las autógamias que se adaptan a la conducción en invernáculo durante las primeras generaciones segregantes.

Este método mantiene la variabilidad hasta la etapa final mediante la colecta de 1 semilla de cada planta en cada generación (de F2 a F4) que son cultivadas en **invernáculo**. En la práctica se colectan 2-3 semillas por planta.

El cultivo en invernáculo permite obtener al menos **2 generaciones por año** lo que implica un **acortamiento** significativo del plazo para obtener una nueva variedad.

La F5 se siembra en el campo en forma **espaciada y se seleccionan plantas superiores** (según los caracteres de interés).

F6: evaluación y selección de líneas derivadas de cada selecta F5

F7: evaluación en **ensayos preliminares y selección de líneas**

F8-F10: **ECR en distintos años y localidades** para elegir la línea de mejor comportamiento que será la nueva variedad

En este método el **papel de la selección natural es mínimo**, ya que el tipo de cosecha tiende a igualar el W de los genotipos participantes mediante la cosecha de 2-3 semillas de cada planta para asegurar un único descendiente de cada planta en la generación siguiente, o sea que todas las plantas participantes aportan con igual número de descendientes a la generación siguiente.

Ventajas

- Mantiene variabilidad hasta el final (minimiza pérdidas de genotipos valiosos)
- Adaptado a invernáculo (2 generaciones por año)

Desventajas

- Selección natural ausente o mínima, no hay eliminación automática de genotipos indeseables, sólo quedarían eliminados los que no llegan a producir ni una semilla viable

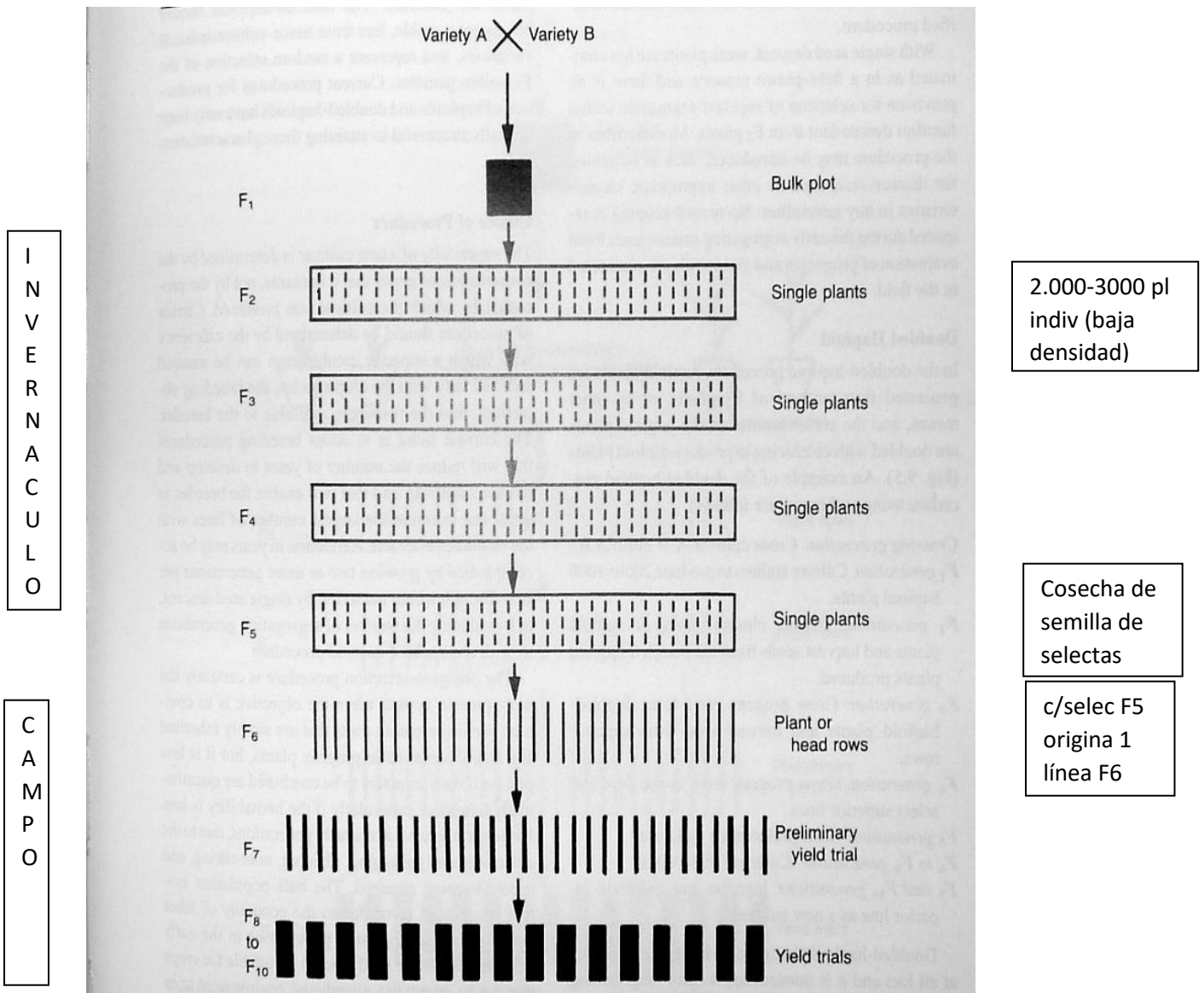
- La eliminación de genotipos indeseables que sobreviven para producir al menos 1 semilla viable depende de la selección artificial (-).

-No se adapta a todas las especies aunque en soja se ha utilizado muy exitosamente

¿Para una especie de cultivo extensivo sería apropiado realizar todo el procedimiento hasta obtener el cv LP en invernáculo? No. Fundamentar

Esquema de pasos básicos del método SSD o de descendientes de semilla única.

Fuente: Breeding field crops. Sleper y Poehlman. 2006.



Método de obtención de doble haploides

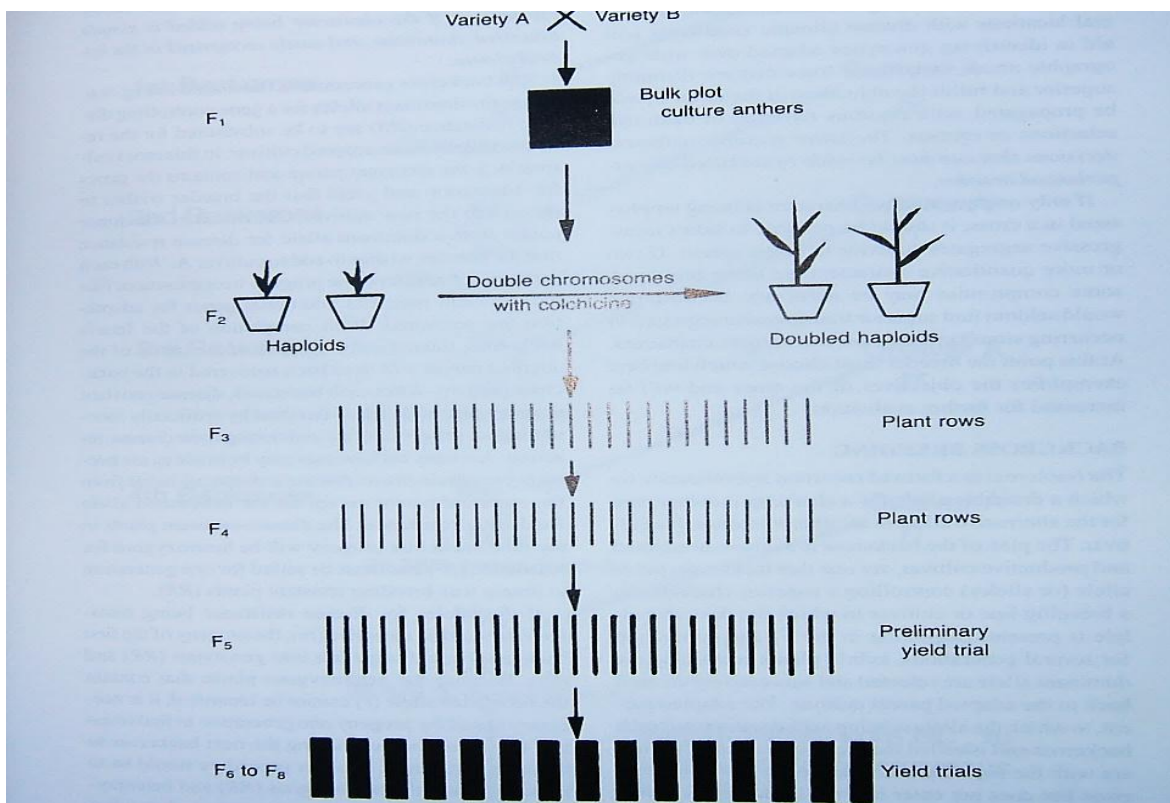
Combina técnicas biotecnológicas (cultivo de anteras y duplicación cromosómica) con técnicas convencionales (evaluación y selección de líneas, que son **líneas puras (LPs) desde F3**).

Se utiliza la F1 como 1ª generación **gamética segregante**, se cultivan los granos de polen para obtener plantas haploides, se duplica el n° cromosómico y se obtienen LPs perfectas

De F3 a F5 se evalúan las LP y se seleccionan las superiores. En F5 se utiliza la información de ensayos preliminares. ECR

Esquema de pasos básicos del método de obtención de doble haploides. Fuente: Breeding field crops.

Sleper y Poehlman. 2006.



Ventajas:

-Rápida obtención de LPs

- Acortamiento del plazo para llegar al mercado
- Buen potencial de aplicación a futuro

Desventajas

- Las primeras generaciones no se someten al estrés del campo
- El éxito depende del ajuste de las técnicas biotecnológicas
- Es caro y requiere infraestructura de laboratorio y de invernáculo
- La variación somaclonal puede complicar

Especies en las que se aplica: colza, cebada, maíz, trigo

En maíz puede ser aplicado a la obtención de LP parentales para producir variedades híbridas

Método de la retrocruza

Se utiliza para **sustituir un alelo desfavorable por otro favorable en una variedad de buen comportamiento agronómico** pero con una característica perjudicial.

Se aplica a la mejora de **caracteres cualitativos, preferentemente monogénicos**.

Implica una **primera hibridación para transferir el alelo favorable** desde una variedad sin valor agronómico (parental donante del alelo beneficioso) a otra agronómicamente valiosa, pero con un defecto, determinado por la presencia de un alelo desfavorable.

Luego, se prosigue con la **hibridación recurrente (sucesivas retrocruzas)** con la **variedad adaptada y productiva (progenitor recurrente)** para recuperar sus buenas características agronómicas (rendimiento, calidad, adaptación, etc.) conservando el alelo favorable transferido.

El alelo de interés se transfiere del donante al recurrente en el 1er cruzamiento y luego debe ser conservado en cada retrocruza hasta el final.

El número mínimo de retrocruzas recomendado es 4 - 5

Con cada retrocruza aumenta la homocigosis y el parecido de la progenie con el parental recurrente.

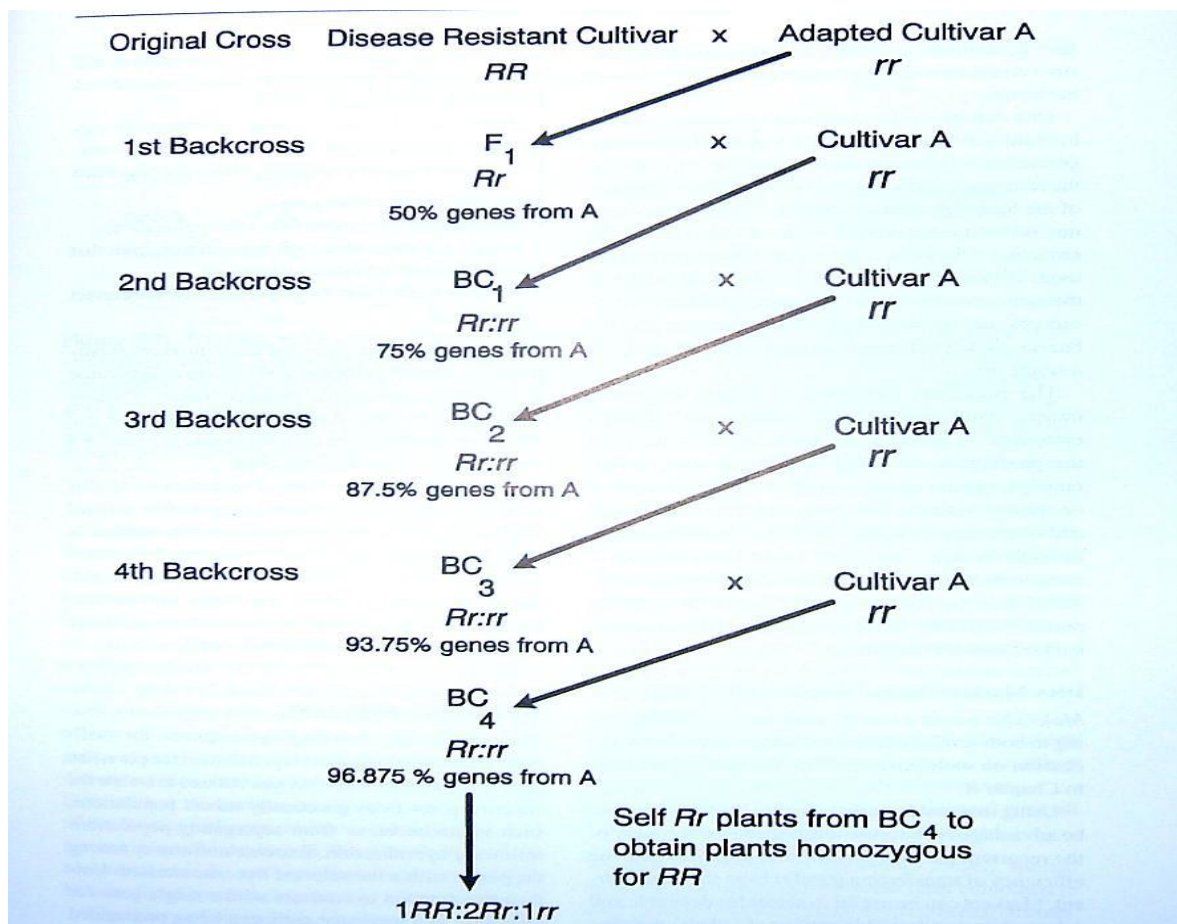
Las sucesivas retrocruzas son para recuperar el genotipo del parental recurrente y así conservar todos los caracteres superiores más el alelo favorable en la nueva variedad (LP).

Un ejemplo muy común es la transferencia de resistencia vertical (monogénica y dominante) a una buena variedad pero que es susceptible a esa enfermedad.

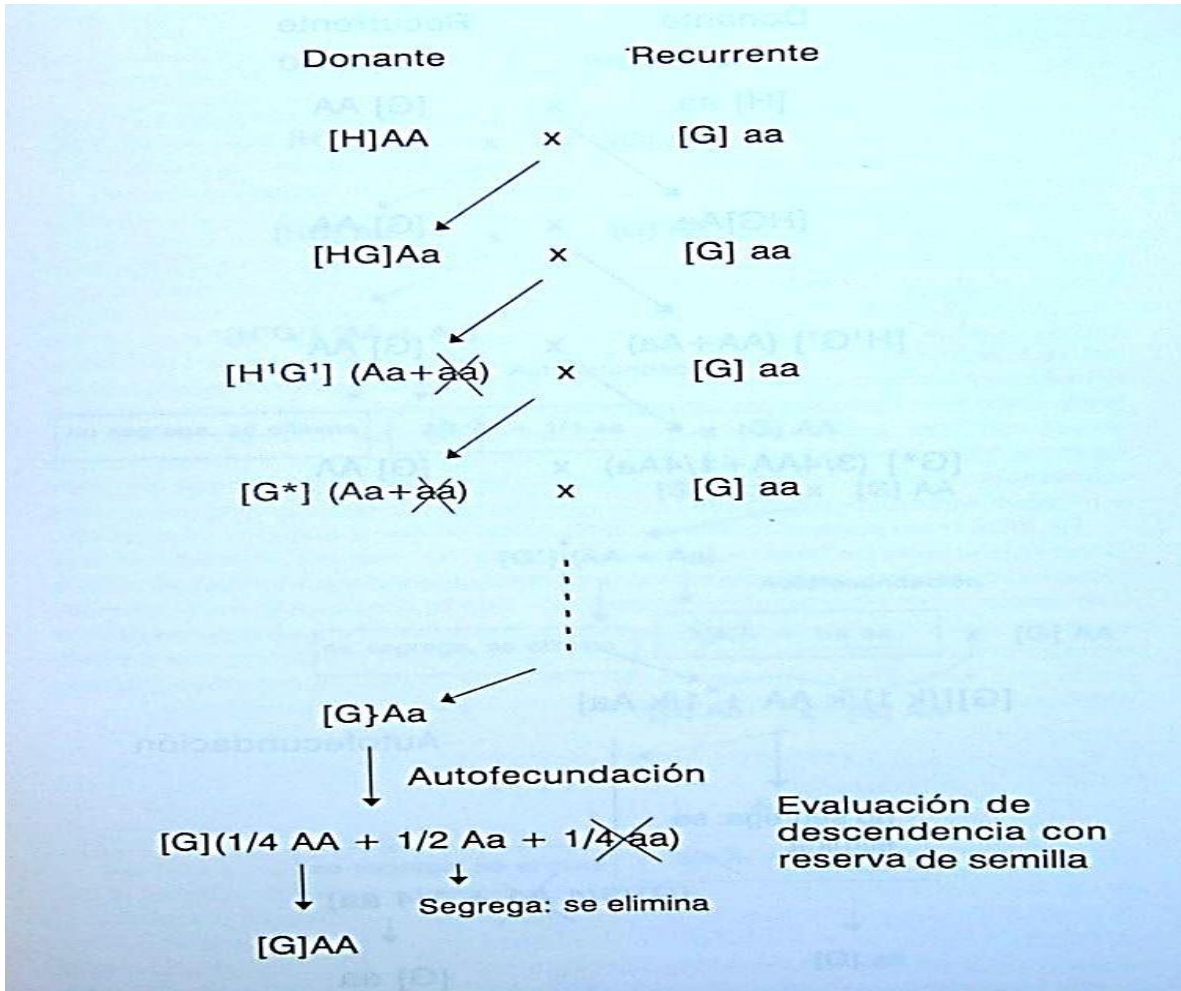
Se trabaja con poca semilla: < costo y posibilidad de operar fuera de estación (en invernáculo)

También se aplica en alógamas como en el caso de la incorporación de androesterilidad a líneas endocriadas para la obtención de variedades híbridas

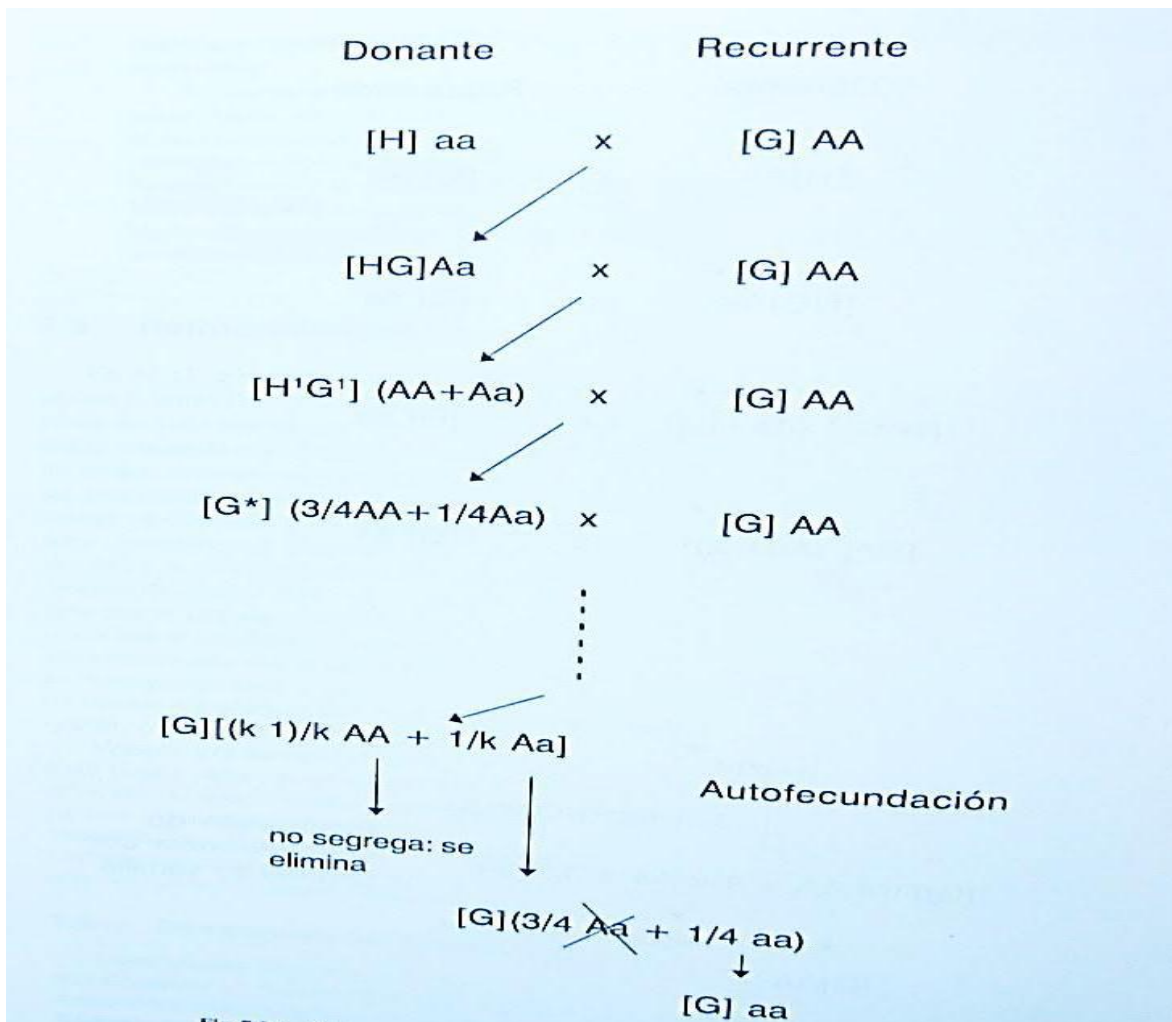
Esquema de pasos básicos del método de la retrocruza para la **transferencia de un alelo dominante**. Fuente: Breeding field crops. Sleper y Poehlman. 2006.



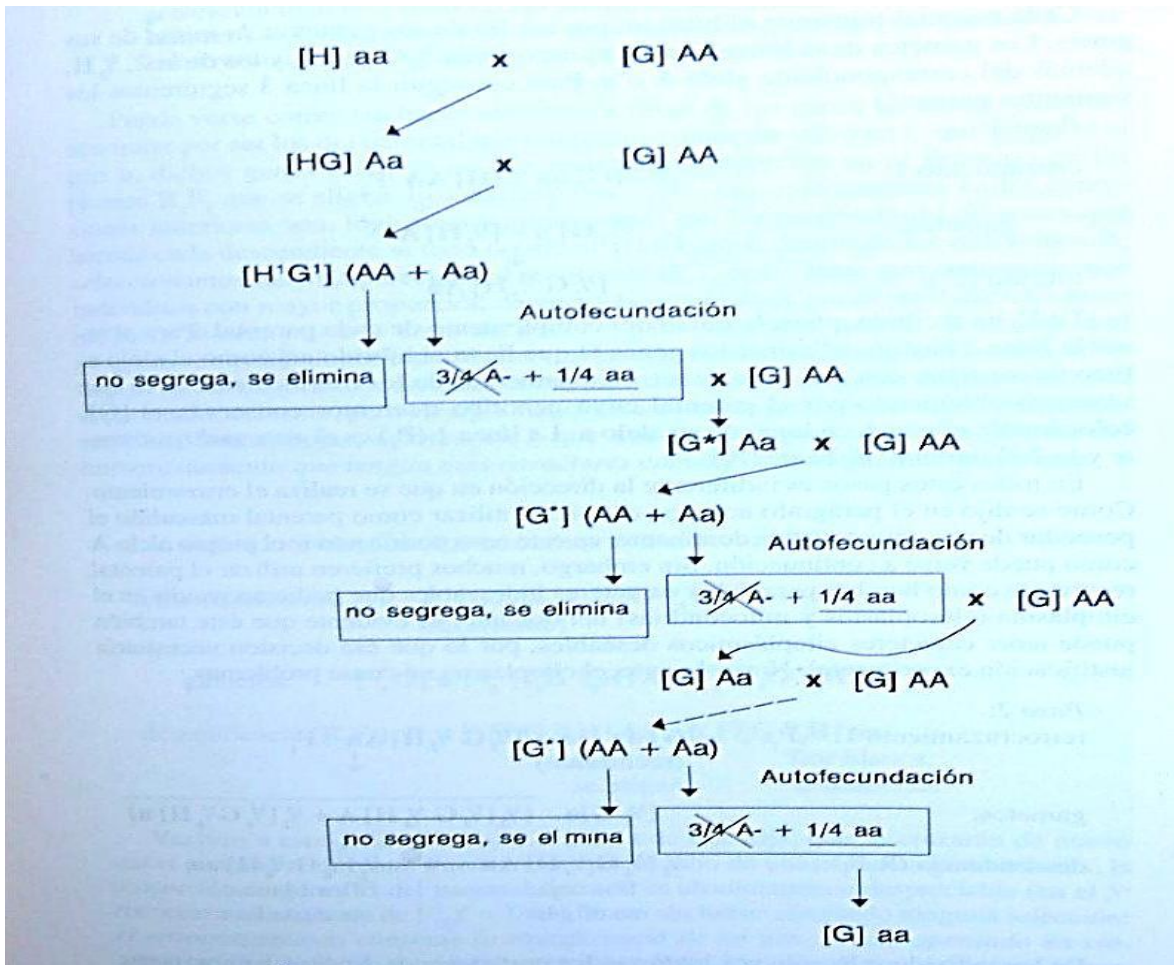
Esquema de pasos básicos (otra versión) del método de la retrocruza para la **transferencia de un alelo dominante**. Fuente: Cubero J.I. 2003.



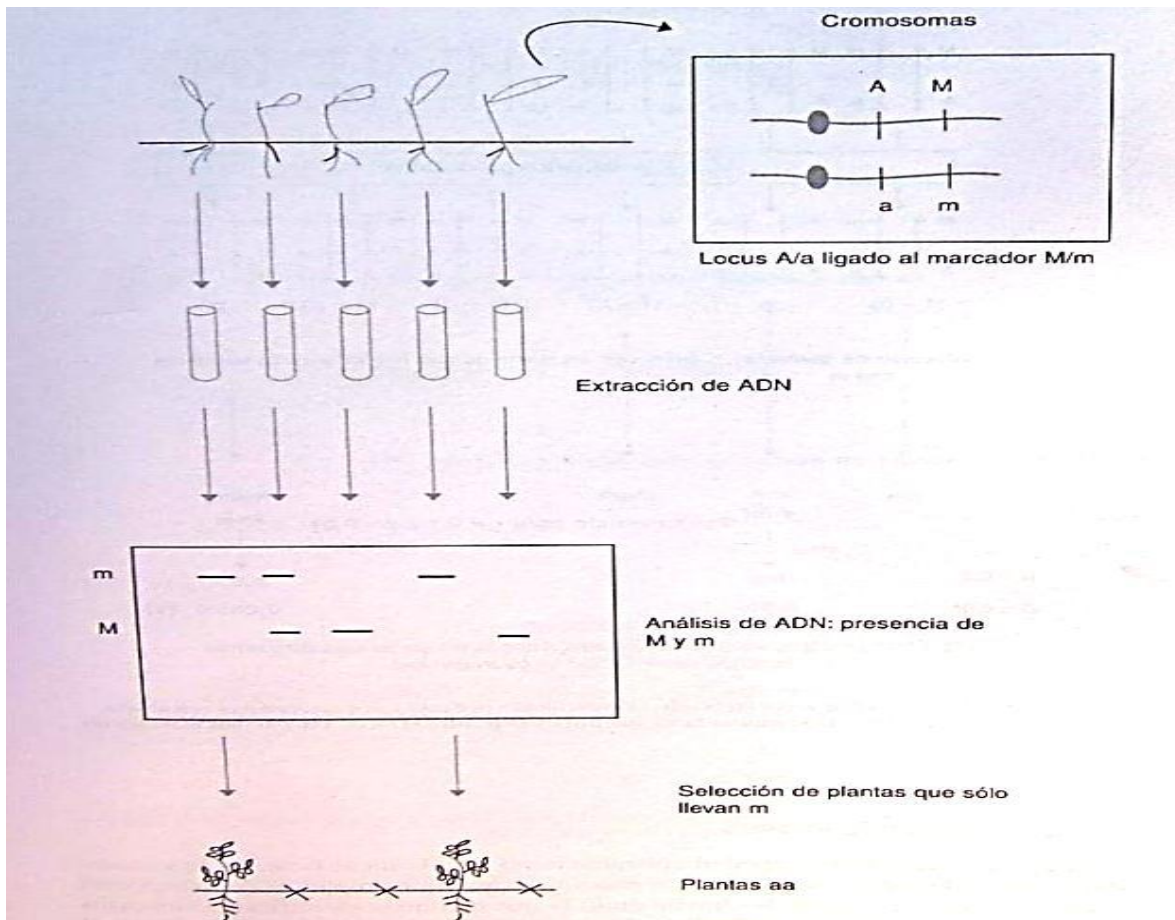
Esquema de pasos básicos del método de la retrocruza para la **transferencia de un alelo recesivo Alternativa (a)** Fuente: Cubero J.I. 2003.



Esquema de pasos básicos del método de la retrocruza para la **transferencia de un alelo recesivo. Alternativa (b)** Fuente: Cubero J.I. 2003.



El uso de marcadores moleculares facilita la selección en un programa de retrocruzamiento para transferir un alelo recesivo. Se puede distinguir el genotipo heterocigota (portador del alelo recesivo transferido) del homocigota dominante (que se elimina) y también se puede aplicar para poder identificar tempranamente el genotipo de las plántulas antes de que se exprese el carácter de interés y poder eliminar las plántulas que no corresponden antes de esperar a que sean adultas .



Aplicaciones más frecuentes del método de la retrocruza

- Transferencia de mutaciones beneficiosas (espontáneas o inducidas) para la mejora de caracteres cualitativos.
- Transferencia de alelos de “resistencia vertical” a enfermedades (generalmente monogénica y dominante)
- Obtención de variedades multilínea (transferencia a las “isolíneas” de los \neq alelos de resistencia a un patógeno)
- Transferencia de un transgen (biotecnología) desde una planta portadora a variedades de buen comportamiento agronómico obtenidas por MG convencional para obtener nuevas variedades transgénicas
- Transferencia de genes de androesterilidad para facilitar la obtención de variedades híbridas.

Variedades multilínea

Es un **conjunto de líneas** (4-5) genéticamente **muy similares (isolíneas)**. Estas isolíneas **difieren en los alelos de un gen de resistencia** a diferentes razas de un patógeno.

Entonces una variedad multilínea es uniforme para diversos caracteres agronómicos y sólo presenta diversidad genética para resistencia monogénica (tipo vertical) a diferentes razas de un patógeno.

Una variedad LP implica uniformidad genética. Esto expone a la caída de la resistencia monogénica o vertical en áreas amplias donde el patógeno está muy extendido debido a la aparición de nuevas razas

Como ya sabemos: Uniformidad genética = vulnerabilidad

Una solución a esta problemática desde la MG son las variedades multilínea que presentan resistencia vertical a distintas razas de patógeno (diversidad genética para el gen de resistencia).

Los alelos del gen que otorga resistencia a las distintas razas del patógeno son **incorporados por retrocruza** con el Cultivar LP recurrente para generar c/u de las isolíneas.

Debido a su trabajosa y costosa obtención sólo se justifica su uso en áreas de alto riesgo fitosanitario (endemias).

Variedades "blend"

Es un **cultivar compuesto**, producido por la mezcla de semillas de **2 o más cultivares** estratégicamente seleccionados por su complementación de caracteres y sobre todo por su **efecto compensador o regulador** sobre el comportamiento de la variedad "blend" frente a cambios en el ambiente.

Las distintas variedades que las componen tienen interacción genotipo x ambiente, por lo tanto éstas serán más estables que los cultivares LP frente a variaciones ambientales y en ambientes marginales.

Las variedades blend no están compuestas por isolíneas si no por diferentes cultivares o variedades.

Cruzamientos convergentes

Resultan del cruzamiento de varios pares de parentales, las F1 y sucesivas generaciones según el n° de parentales involucrados.

$$\begin{array}{cccc} A \times B & C \times D & E \times F & G \times H \\ (AB) \times (CD) & (EF) \times (GH) & & \\ (ABCD) & \times & (EFGH) & \\ & (ABCDEFGH) & & \end{array}$$

Se intenta producir muchas combinaciones favorables mediante la elección de parentales.

Su aplicación es factible en los grandes criaderos para crear fuentes de variabilidad estratégica que se irá utilizando luego en distintos métodos de mejora.

Mejoramiento de alógamas

Existen varios mecanismos naturales de control de la polinización para favorecer la alogamia. Estos pueden ser: Dioecia, Monoecia, Protandría, Protoginia, Estilos exertos, Autoincompatibilidad, Membrana estigmática, Androesterilidad.

Principales características de las poblaciones alógamas

* Conformadas por **individuos heterocigotas en distinto grado**. La heterocigosis es la norma.

Una alta heterocigosis implica el **mantenimiento de recesivos** no expuestos a la selección (variabilidad oculta). Entre estos recesivos los deletéreos o sea con efecto letal (carga genética) desfavorables serán eliminados por SN o selección (-) o favorables destinados a selección (+). Si cae la alogamia se incrementa la homocigosis y hay mayor expresión de la carga genética con **depresión por endocría**

* Baja constancia del fenotipo (importantes diferencias entre individuos)
poblaciones con alta heterogeneidad fenotípica y genotípica

* Elevada manifestación de **heterosis**

* **Baja especialización en la adaptación** a nichos ecológicos específicos

* Buena adaptabilidad a distintos ambientes

Adaptación: conjunto de cualidades de un organismo que le permiten la sobrevivencia en un ambiente específico (factores climáticos, edáficos, bióticos).

Adaptabilidad: flexibilidad de una población frente a cambios o fluctuaciones del ambiente

Así como la adaptación especializada es característica de las poblaciones autóгамas, la buena adaptabilidad a distintos ambientes es característica de las alógamas

La adaptabilidad implica en:

* **Evolución:** la conquista de nuevos hábitats.

* **Agronomía:** cultivos con amplia difusión debido a su comportamiento estable en una amplia gama de ambientes

Estabilidad del rendimiento en alógamas

Tiene 2 componentes:

Homeostasis individual (plasticidad de los componentes del rendimiento)

Homeostasis poblacional (variabilidad genética = flexibilidad genética)

En alógamas la flexibilidad genética determina fuertemente la estabilidad del rendimiento, aunque también puede sumarse la plasticidad de caracteres componentes del rendimiento.

Pautas a tener en cuenta en el MG de alógamas

- trabajar con **alto nº de individuos** para evitar efectos de la depresión por endocria y deriva genética

- el aprovechamiento de la heterosis implica la búsqueda de genotipos parentales adecuados para **maximizar la expresión de heterosis en la descendencia (ACG y ACE)**

- los procedimientos de mejora y mantenimiento de variedades exigen **condiciones estrictas de aislamiento**

- la producción anual de semilla de variedades híbridas requiere de la **conservación de parentales.**

Métodos básicos de mejoramiento de alógamas

Mejoramiento de poblaciones

-Selección masal.

-estratificada

-antes de la floración

-con prueba de descendencia

-Selección recurrente

-fenotípica

- con prueba de descendencia

Variedades - población

- recíproca (mejoramiento de ACG Y ACE)

Aprovechamiento de la heterosis

Variedades híbridas (HS, HTV, HD)

Variedades sintéticas (variedad-población)

Selección masal

Es más usada en alógamas que en autógamas

Implica: la selección de plantas superiores por los caracteres de interés. La cosecha de semillas de las plantas selectas y mezcla de semillas para la siembra y selección de plantas superiores al año siguiente y sucesivamente mientras haya variabilidad y necesidad de lograr un mayor ΔG

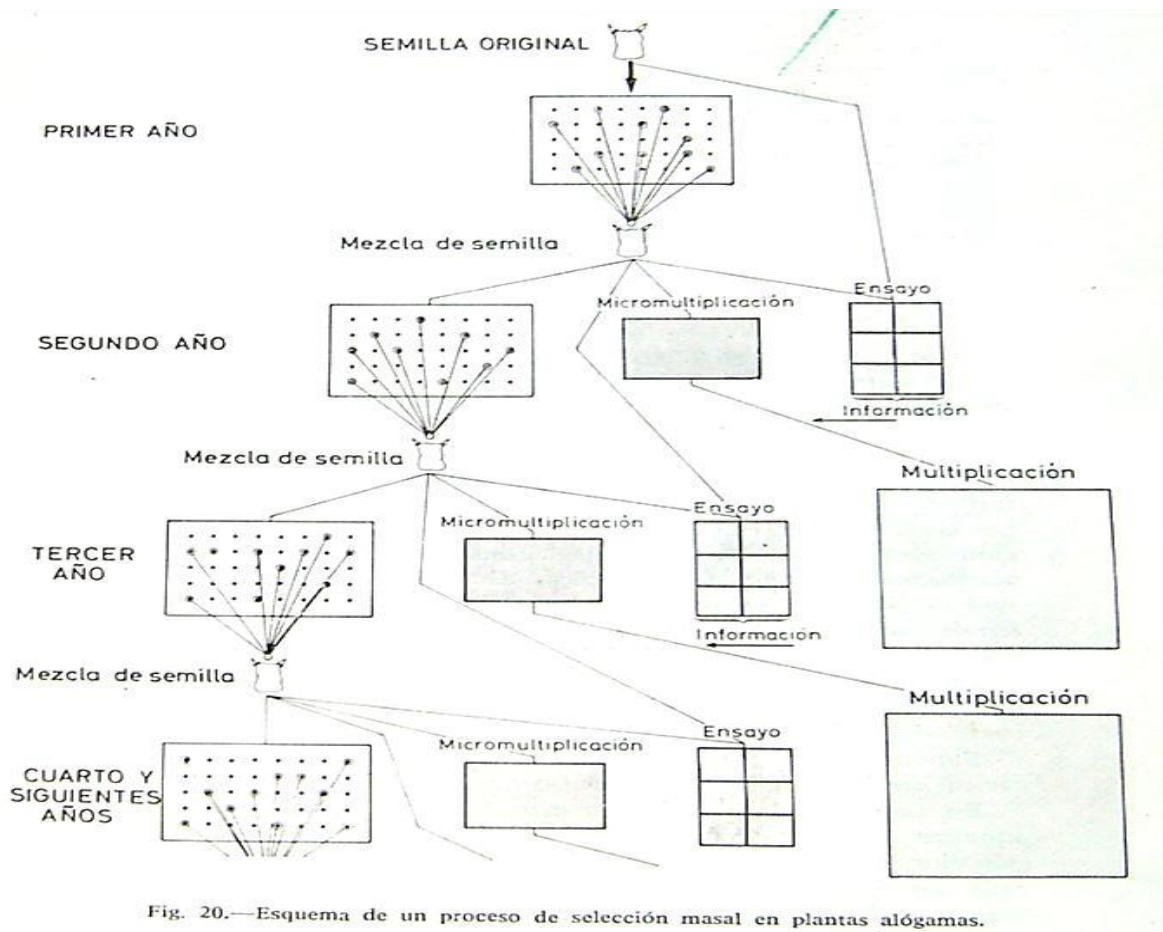


Fig. 20.—Esquema de un proceso de selección masal en plantas alógamas.

Fuente: Sanchez-Monge E. 1974. Fitogenética.

Alternativas para mejorar la eficiencia de la selección masal

-A) Selección antes de la floración:

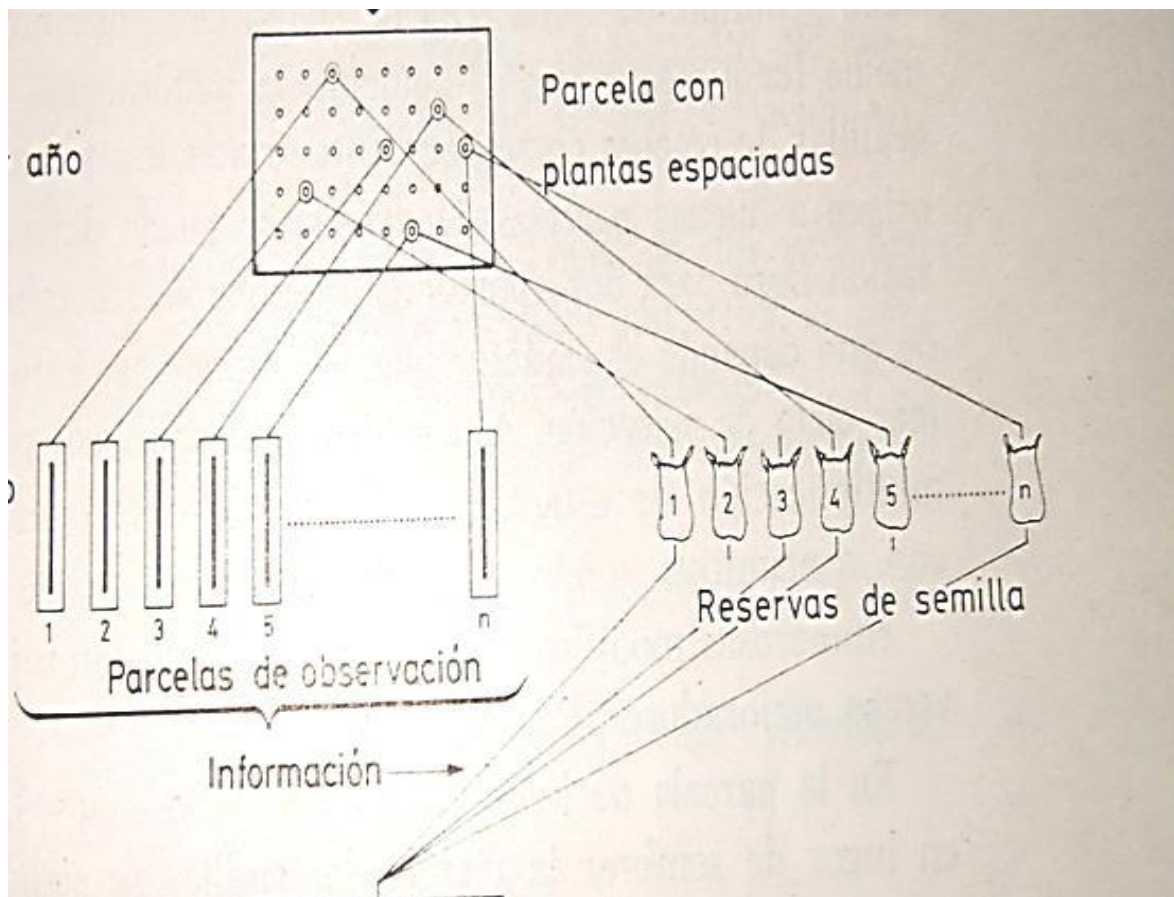
Cuando se trata de caracteres que se manifiestan antes de la floración es posible identificar plantas superiores y eliminar las no seleccionadas, de esta forma ocurrirá el entrecruzamiento sólo entre los selectos (ambos parentales son selectos), la respuesta a la selección será:

$$\Delta G = K S h^2$$

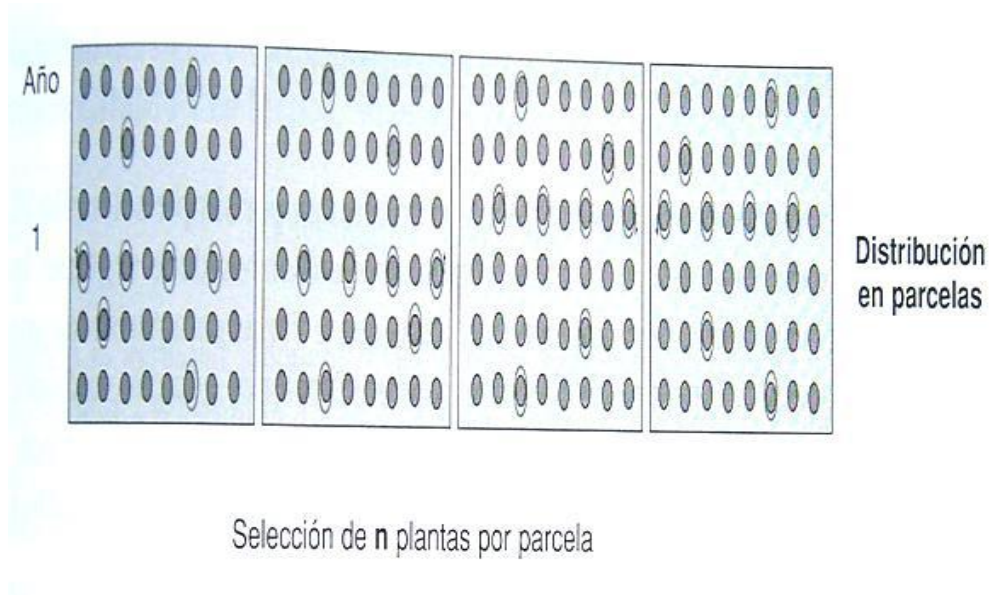
Si el carácter de interés se manifiesta después de la floración es posible que los selectos reciban polen del resto de la población. Así la selección se limita a un solo parental, la madre. Como consecuencia la respuesta a la selección será:

$$\Delta G = \frac{1}{2} K S h^2$$

B) Con prueba de descendencia



C) Selección estratificada:



Selección recurrente

Un objetivo principal en la MG es aumentar la **frecuencia de alelos favorables** para mejorar el valor de los caracteres cuantitativos como por ejemplo el rendimiento. Esto implica:

- selección de plantas superiores (con o sin pruebas de descendencia)
- fijación de alelos favorables (por ej. por autofecundación)

Si además de la **selección y fijación** se promueve la **recombinación** en las plantas selectas se aumentará el grado de acumulación de alelos favorables.

El método de selección recurrente y sus variantes se basa en sucesivos ciclos de selección y recombinación. Cada ciclo implica:

- **Selección** de plantas superiores. **Autofecundación** de selectos (fijación de alelos favorables)
- **Recombinación** (polinización cruzada entre los selectos en aislamiento) para promover la aparición de nuevas combinaciones superiores que continúen aumentando el valor del carácter.

Tipos de selección recurrente

- selección recurrente fenotípica o simple
- selección recurrente con prueba de descendencia
- selección recurrente recíproca

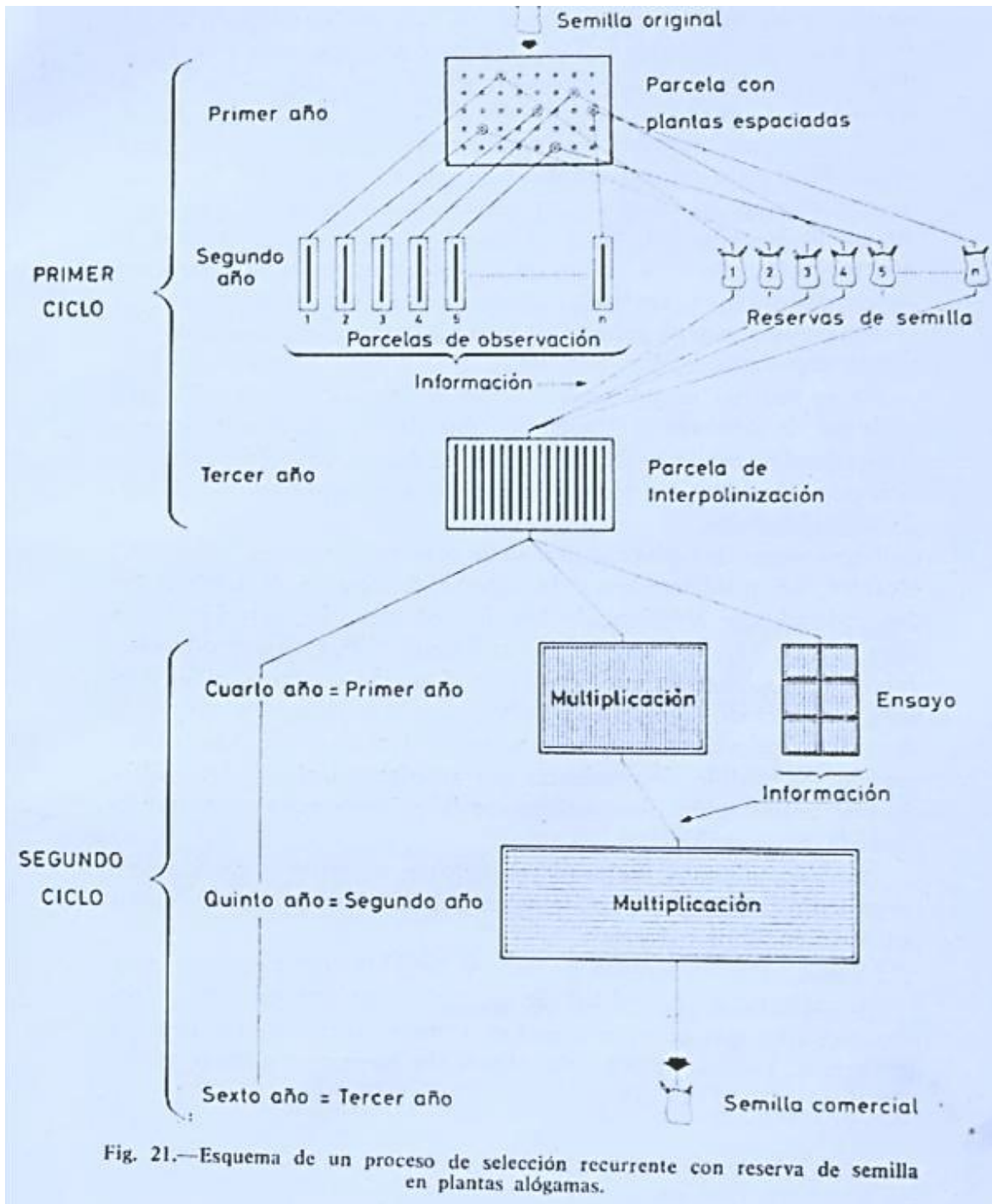


Fig. 21.—Esquema de un proceso de selección recurrente con reserva de semilla en plantas alógamas.

Selección recurrente fenotípica o simple: cada ciclo dura 2 años. En el 1er año se **seleccionan plantas superiores y se autofecundan** (etapa de selección), en el 2do año se establece con la semilla de las selectas un lote de **recombinación** en aislamiento (etapa de recombinación).

Selección recurrente con prueba de descendencia: cada ciclo dura 3 años. En cada ciclo, al año siguiente de la selección se realiza la prueba de descendencia con semilla de polinización libre no de autofecundación (¿por qué?)

Porque la progenie de autofecundación manifestará depresión por endocría y alterará la evaluación del rendimiento.

Con los resultados de la prueba de descendencia se realiza la selección definitiva recurriendo a la reserva de semilla y se establece al 3er año la parcela de recombinación en aislamiento

Bibliografía

- 1- Allard, R. W.. 1999. Principles of Plant Breeding. 2da edición. Ed. John Wiley & Sons, Inc..New York, USA. ISBN 0-471-002309-4. 254 pp
- 2- ISBN 9974645547
- 3- Cubero, J.I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. 2da edición. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. ISBN 84-8476-0995. 649 pp.
- 4- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. 1a edición. Ed. Macmillian Publishing Company, Iowa, USA. ISBN 0-07-020345-8. 536 pp
- 5- Mayo, O. . 1987. The theory of plant breeding. 2da edición. Ed. Clarendon Press. Oxford, New Cork, USA. ISBN 0-19-854172-4. 334 pp.
- 6- Sleper, D.A. y J.M. Pohelman. 2006. Breeding field crops. 5ta edición. Ed. Blackwell Publishing. Iowa, USA. ISBN 978-0-8138-2428. 424 pp.
- 7- Sanchez-Monge E. 1974. Fitogenética. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. España. ISBN 84-500-1087-X. 456 pp.