

INTRODUCCION AL MEJORAMIENTO GENETICO
GUÍA DIDÁCTICA 6 (clases teóricas)
METODOS BASICOS DE MEJORAMIENTO GENETICO DE PLANTAS

MEJORAMIENTO DE AUTOGAMAS

Los **Mecanismos que favorecen la autogamia son:**

-**cleistogamia** (la fecundación ocurre con la flor cerrada) impide la fecundación cruzada favoreciendo la autogamia.

-**sincronización** polen (viabilidad) - estigma (receptividad)

-**disposición espacial** de anteras y estigma. En tomate se tiene el estigma inserto y anteras intorsas

Existe una influencia del ambiente en el grado de autogamia: en tomate con temperatura tropical o invernáculo calefaccionado presenta estilo exerto y anteras extrorsas llegando la fecundación cruzada a valores de un 20 %.

En trigo con temperaturas frescas y HR normales se presenta un 1% de fecundación cruzada, pero con clima cálido y seco un 14%

Fallas en el sistema de autogamia generan pérdida de homocigosis en el procedimiento de mejora e impurificación varietal.

Son varias las autógamias de importancia agronómica: Cebada, avena, arroz, trigo, soja, poroto, arveja, garbanzo, trébol de carretilla, trébol frutilla, trébol subterráneo, citrus, lino, pimiento, tomate, tabaco, etc.

Parcialmente autógamias: algodón y sorgo (>10% de cruzamientos)

Características de las especies autógamias

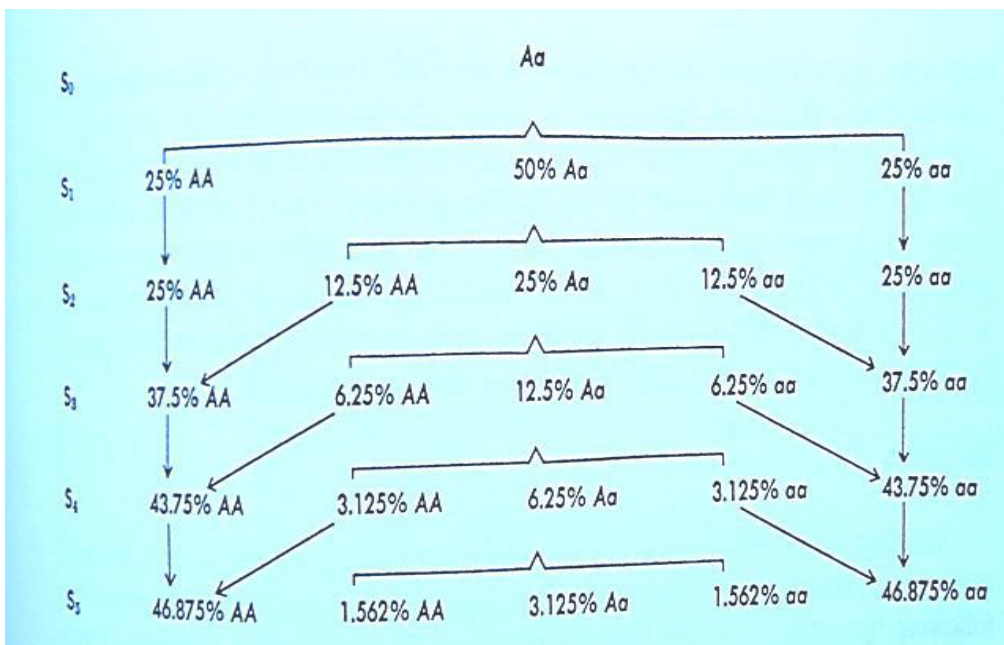
- Se reproducen naturalmente por autofecundación
- La autogamia favorece la consanguinidad y ésta conduce a la homocigosis
- Las poblaciones naturales están constituidas por un **conjunto de líneas puras**, por lo tanto, existe **variabilidad genética entre y dentro de poblaciones**, siendo frecuentemente mayor entre poblaciones
- La presencia de genotipos heterocigotas puede deberse a:

- polinización cruzada entre genotipos distintos
- -mutación
- -mezcla de semillas

- Cada generación de autofecundación reduce en un 50% la proporción de heterocigotas con respecto a la generación anterior. En F5 se alcanza el 90% de homocigosis a lo que se denomina **homocigosis práctica**.

- Homocigosis práctica (F5 ≈ 90 % de homocigosis)

Proporción de genotipos homocigotas y heterocigotas luego de sucesivas generaciones de autofecundación. Fuente: Pehelman (2006)



Las poblaciones naturales de autógamias se componen de diferentes **genotipos homocigotas** lo que implica la existencia de variabilidad genética intrapoblacional, generalmente moderada

La **variabilidad genética** presente en las poblaciones determina **flexibilidad genética** y ésta genera **homeostasis poblacional** (estabilidad en el comportamiento de las poblaciones en caracteres cuantitativos frente a cambios ambientales)

Las variedades modernas de autógamias mayoritariamente se componen de una LP (un genotipo) = máxima uniformidad genética por lo tanto no se puede esperar homeostasis poblacional. ¿Entonces, una LP no puede presentar alguna estabilidad en el rendimiento?

Si, una línea pura puede estabilizar el valor de sus caracteres cuantitativos (ej. El rendimiento) por vía de la **plasticidad de los componentes** (ej n° de semillas y

peso de las semillas). Este mecanismo de estabilidad del comportamiento se denomina **homeostasis individual**

Las especies autóгамas **no presentan depresión por endocria.**

Pueden presentar heterosis

Métodos básicos de MG de autóгамas

Métodos de Selección sin cruzamiento (hibridación):

- Selección masal
- Selección individual (planta a línea)
- Selección Estratificada

Métodos con hibridación y conducción de segregantes

- Método genealógico o del pedigree
- Método de conducción masal
- Método de descendientes de semilla única (SSD)
- Obtención de doble haploides

Manejo de genes cualitativos. Retrocruza.

- transferencia de un alelo dominante
- transferencia de un alelo recesivo

Otros métodos especiales

- cruzamientos convergentes
- variedades multilínea
- variedades "blend"

Métodos de Selección sin cruzamiento (sin hibridación)

El/los genotipos buscados preexisten en la fuente de variabilidad (FV), los métodos de selección que se aplican son herramientas para identificarlos, aislarlos y **multiplicarlos.**

Selección masal en autóгамas

Se obtiene una variedad-población (VP) conformada por un conjunto de genotipos homocigotas es decir un conjunto de líneas puras (LP).

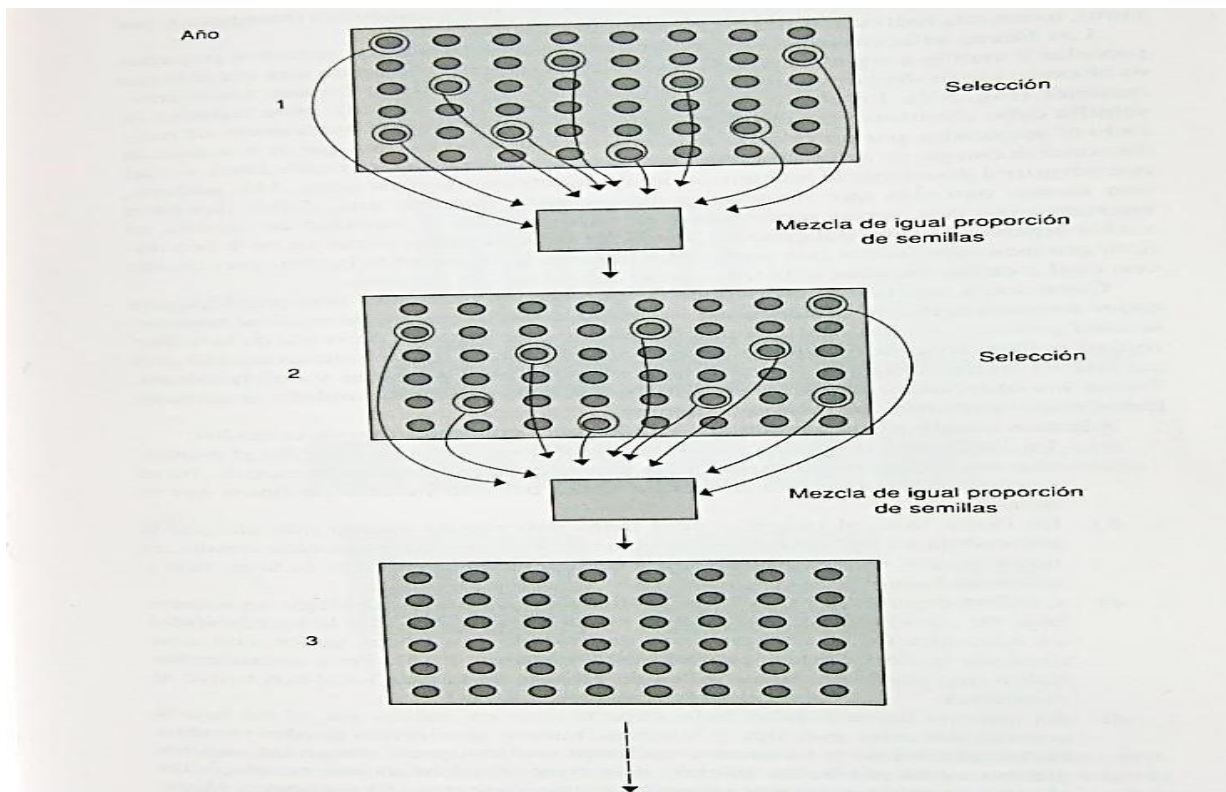
Con este método no se aprovecha el máximo potencial de la fuente de variabilidad (FV) ya que la variedad que se obtiene no es el mejor genotipo sino un conjunto de los 3,4,5 mejores genotipos.)

Aplicaciones:

-Recomendado para la obtención rápida de un cultivar para una región marginal. La variedad población (VP) obtenida presenta < potencial genético que una LP pero > flexibilidad genética (estabilidad poblacional del rendimiento)

- Se aplica para la depuración de variedades.

Selección masal en autógamias Fuente: J. I. Cubero (2003)



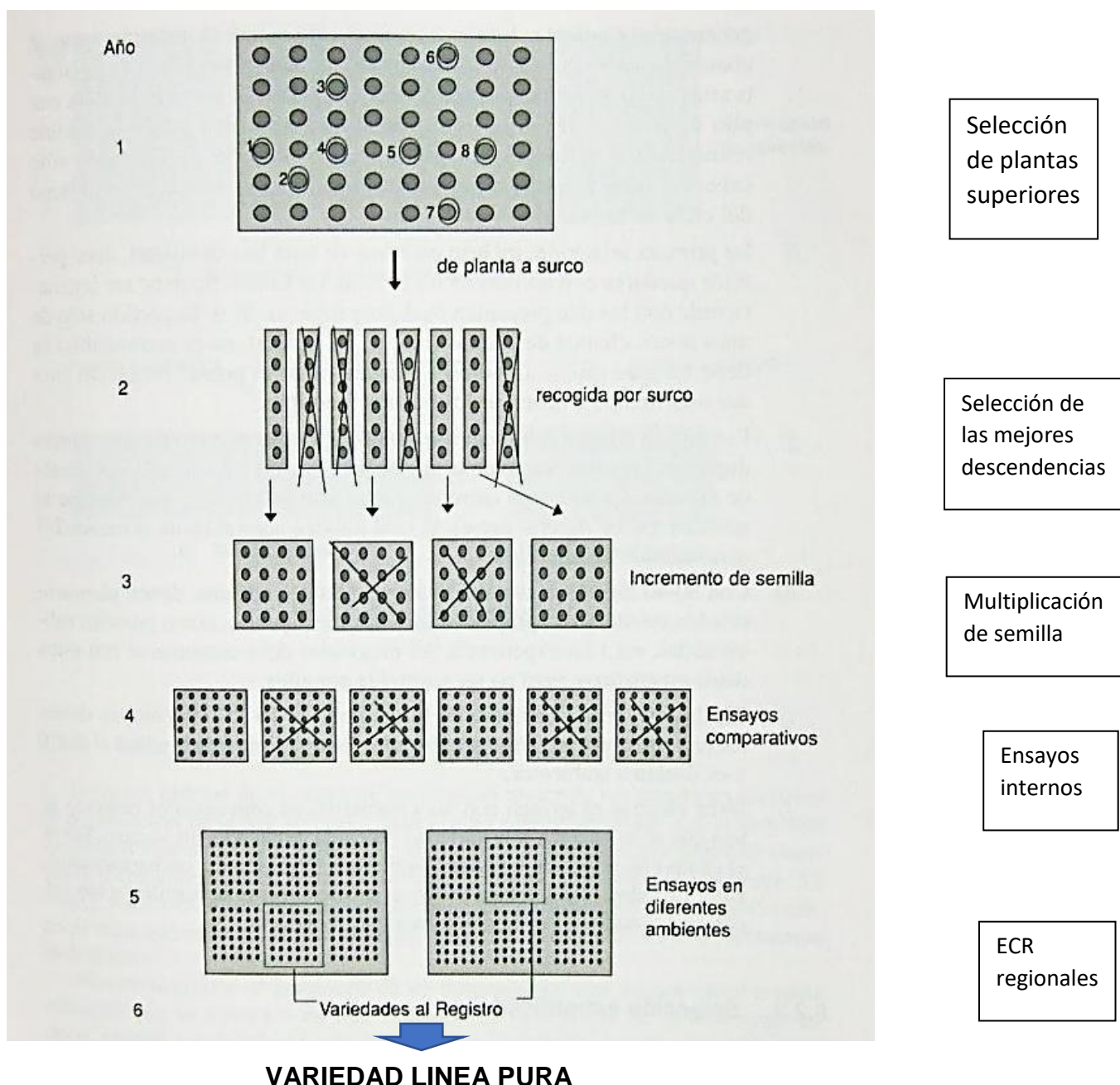
Variedad población compuesta por varias LP

Selección de planta a línea

Se obtiene una variedad LP, por lo tanto, tiene máxima uniformidad genética a diferencia de una VP. Una LP es la descendencia por autofecundación de una planta homocigota. Este método se limita a la identificación y selección del mejor genotipo existente en la FV

La selección se basa en el comportamiento de las progenies de las selectas en la generación anterior

Fuente: adaptado de J. I. Cubero (2003).



Ventajas:

- Es un método rápido, Simple y muy barato.
- La FV puede ser una variedad antigua, por ej. Una "land race"
- La variedad obtenida presenta alta uniformidad genética.

Desventajas

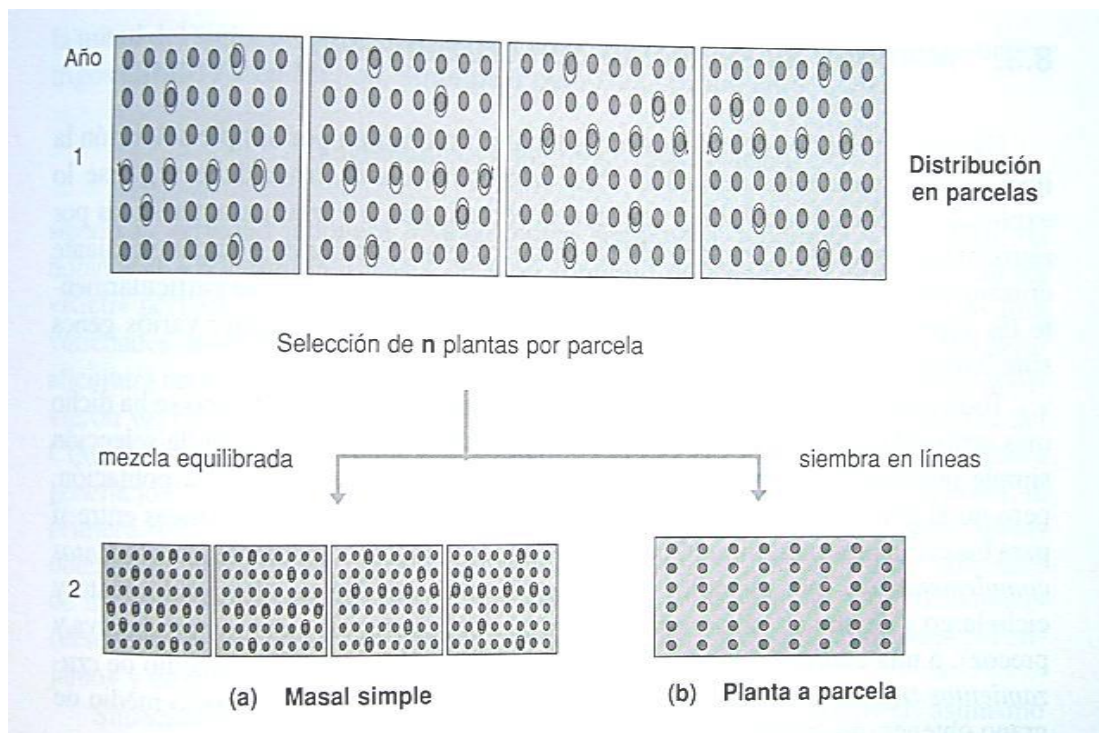
- Su estrecha base genética lo hace más vulnerable a cambios ambientales (**sólo homeostasis individual**), es menos apta para ambientes marginales que una VP obtenida por selección masal.
- No se crea un nuevo genotipo sólo se identifica uno existente (< expectativa de MG)

Selección estratificada

Es una herramienta metodológica general que permite mejorar la eficiencia de la selección. Es aplicable a distintos métodos básicos. Especialmente indicada para disminuir el efecto de la heterogeneidad del suelo.

Premisa fundamental: aplicar la misma intensidad de selección a c/u de las subparcelas. Por ej. selecciono el 10% de plantas superiores de c/ subparcela

Fuente: Adaptado de J. I. Cubero (2003)



Métodos de Hibridación (cruzamiento) y conducción de segregantes

El éxito de la hibridación depende de:

- La selección correcta de parentales. Se busca la **complementación de caracteres**.
- La identificación de plantas superiores en las poblaciones segregantes: **recombinantes y segregantes** transgresivos (aquellos que superan el valor fenotípico de los progenitores).

Método genealógico o de pedigree

Pasos básicos del procedimiento:

- Elección de parentales para lograr la complementación de caracteres favorables (por ej. rendimiento de grano, calidad de la harina, comportamiento fitosanitario (tolerancia a plaga/enfermedad), etc.
- **Castración e hibridación**
- Siembra masal de F1, aunque no demasiado densa para identificar y eliminar los genotipos provenientes de autofecundación por errores en la castración
- F2: **siembra espaciada, selección individual** según los caracteres de interés e **inicio del registro genealógico**
- F3 a F5: siembra espaciada, **selección combinada** entre y dentro de familias (las mejores familias y dentro de ellas los mejores individuos)
- F6 a F7: siembra **espaciada entre líneas y densa dentro de líneas, selección de las mejores líneas** y comienza la micromultiplicación de semilla de las líneas superiores (estrategia para llegar antes al mercado)
- F8 a F10: **ECR (ensayos comparativos de rendimiento) de las LP promisorias. Estos ensayos se realizan** en en distintos ambientes (\neq años y \neq localidades). Se evalúa principalmente el comportamiento en rendimiento, calidad (análisis de muestras en laboratorios de calidad), comportamiento fitosanitario, caracteres fenológicos, etc.
- **La nueva variedad es la mejor LP de acuerdo con los objetivos del programa de mejoramiento diseñado por el fitomejorador.**
- Inscripción de la variedad, protección de la propiedad intelectual y multiplicación comercial de semilla.

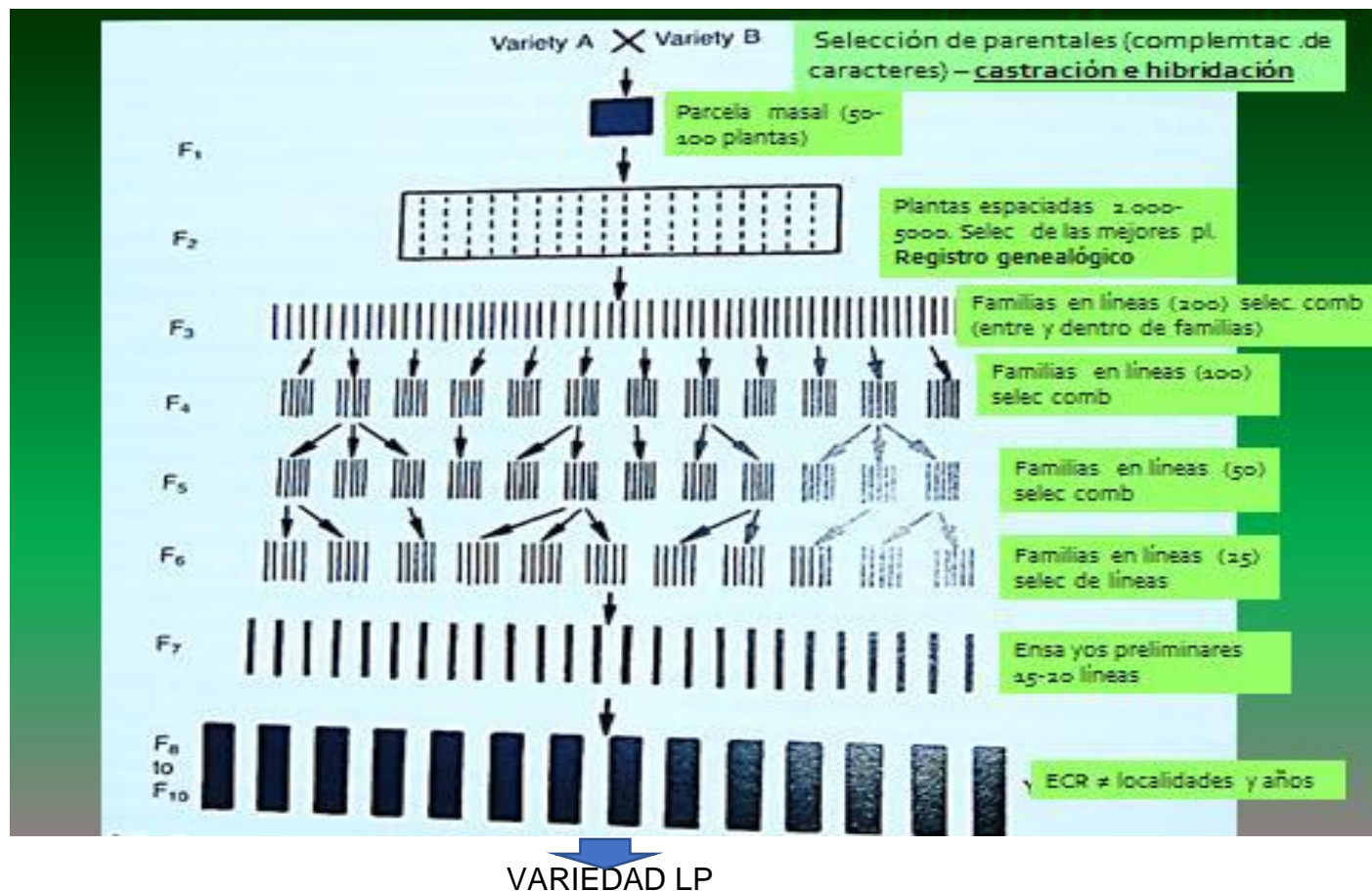
la nueva variedad debe ser **caracterizada y diferenciada** de otras variedades mediante la descripción comparativa de caracteres morfológicos (de herencia cualitativa como por ej presencia/ ausencia de pelos), fisiológicos, etc. diferenciales y estables = alta heredabilidad)

También es muy segura y confiable la identificación y diferenciación por caracterización molecular comparada con otra/otras variedades de referencia previamente inscritas.

Esta es una aplicación más de los marcadores moleculares en el MG. En Argentina, la inscripción de las variedades y protección de la propiedad se realiza en el INASE (Instituto Nac. de Semillas). 8

Estas consideraciones son aplicables a las variedades obtenidas por los distintos métodos. Así las mismas pueden ser incorporadas en el mercado legal de semillas (problemática que se analizará con mayor detalle en una futura clase). El desarrollo comercial de las nuevas variedades que son propiedad de organismos públicos, como la Universidades, se logra mediante convenios de vinculación tecnológica con empresas privadas de la industria semillera, quienes pagan las regalías acordadas según las ventas de semilla.

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



Características más relevantes del método:

- Control riguroso de la descendencia (registro **genealógico**)
- Apropiado para caracteres de alta y **baja h²**
- **Selección combinada (entre y dentro de familias)**
- Siembra espaciada en F2 (selección individual)
- F3- F5 Siembra espaciada entre y dentro de líneas. Selección combinada: las mejores familias y dentro de ellas las mejores 3-5 plantas. **Cada selecta de c/generación origina una línea en la generación siguiente. En F5 fin de selección individual.** En F5 ya se alcanzó una alta homocigosis (alrededor de 90% = homocigosis práctica) la variación observada debe atribuirse fundamentalmente a causas ambientales. **A partir de F3 se descartan familias superiores del mismo origen (según registro genealógico).** Esto permite reducir sustancialmente la cantidad de familias sin peligro de pérdida de alguna valiosa
- F6-8 siembra espaciada entre líneas y densa entre plantas mientras **se alcanza muy alta homocigosis -Se obtiene una variedad de la más alta pureza genética**

Ventajas:

- **La eficiencia de la selección es muy alta**, especialmente en caracteres de baja h² (selección basada en la genealogía y el comportamiento de las progenies)
- Permite un máximo aprovechamiento de la fuente de variabilidad (F2).
- Permite reunir información genética de utilidad para otros estudios y aplicaciones.
- Permite llegar más rápido a una muy alta homocigosis, durante la selección individual las progenies derivan de una única planta selecta.
- Muy alta uniformidad genética en la nueva variedad

Es el mejor método de MG para cereales autógamos como trigo y arroz. También para soja, tabaco, tomate, etc.

Desventajas:

- Proceso muy largo (aproximadamente 12 años)
- Muy alto costo
- La selección no se realiza bajo densidad de cultivo, aun así, ha sido y es muy eficiente para obtener variedades de alto valor genético

Repasando.

1. Hibridación: problema de MG que se pretende resolver, objetivo y consecuencia genética
2. Consideraciones sobre los componentes de VF en la F1. Si hay errores en la castración qué consecuencias tiene en la F1. ¿Cómo se podría resolver?
3. ¿A partir de F1, qué sistema de reproducción ocurre? Consecuencias genéticas
4. F2 y siguientes, componentes de la VF. ¿Hasta cuándo se mantiene esta situación?
5. Por qué selección combinada? ¿Para qué seleccionar dentro de familias? ¿Hasta cuándo y por qué?
6. Qué ocurre en F5? Fundamental.
7. Qué beneficios tiene contar con el registro genealógico?
8. Componentes de VF en la nueva variedad
9. La variedad obtenida será más pura (> grado de homocigosis) que una variedad obtenida por el método "planta a línea". Fundamental

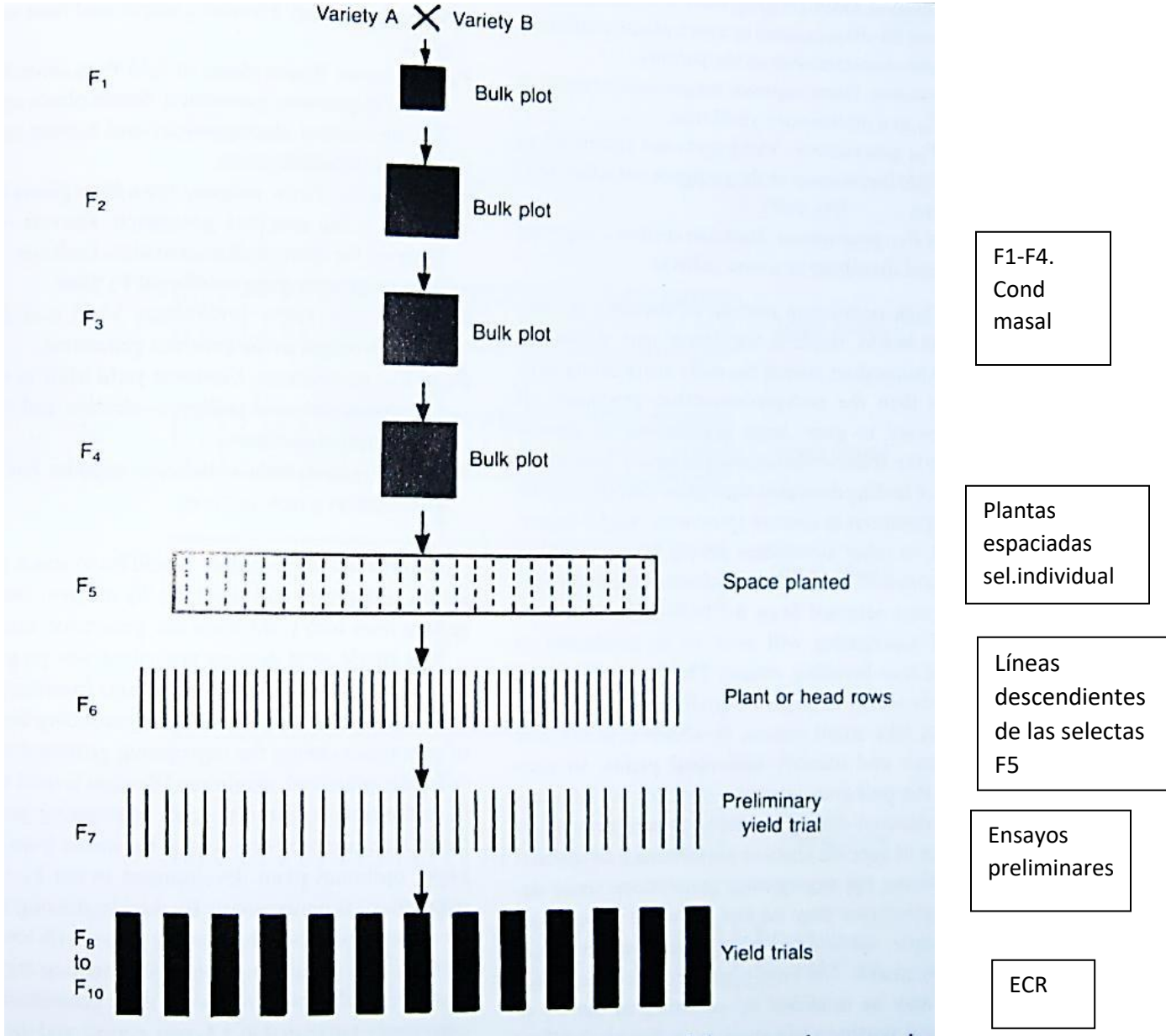
Método de Conducción masal de segregantes

Pasos básicos del procedimiento:

- Elección de parentales (complementación de caracteres favorables)
- Castración e hibridación
- F1 a F4: siembra masal de alta densidad (como en el cultivo), sólo selección natural y selecc. negativa
- F5: siembra espaciada, selección de las mejores plantas (ya se logró alta homocigosis)
- F6: selección de líneas superiores (entre las líneas descendientes de las selectas F5)
- F7: selección de las mejores líneas según resultados de ensayos preliminares y micromultiplicación de semilla de las selectas
- F8 a F10: evaluación de las LP promisorias en ECR (distintos años y localidades) y multiplicación de semilla
- Elección de la mejor LP que será la nueva variedad
- Protección de la propiedad intelectual y multiplicación comercial de semilla

Esquema básico del método de Conducción Masal de Segregantes

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



Características más relevantes:

- Fue ideado para mejorar resistencia al frío

- **Las 1as generaciones segregantes (F2-F5) se conducen masalmente (cosecha masal o conjunta) y siembra en densidad de cultivo (condiciones muy competitivas) = fuerte efecto de la selección natural resultando favorecidos los genotipos que otorgan > W.**

- La conducción masal se repite hasta alcanzar homocigosis (F5)

- En F5 selección de plantas individuales

- F6 cultivo en líneas de las progenies de c/selecta de F5

- Fuerte efecto del ambiente sobre la expresión del genotipo **SN a favor de los objetivos de mejora**

- Método recomendado para mejorar el potencial genético de **caracteres vinculados a la habilidad competitiva** como el vigor, la producción de semilla y también tolerancia a factores adversos (resistencia a frío, sequía, salinidad, encharcamiento, etc)

Ventajas

- Muy sencillo para conducir segregantes durante la endocría -Barato

- Permite poner la SN en función de apropiados objetivos de mejora como la relacionada con **caracteres vinculados a la habilidad competitiva** como el vigor, la producc. de semilla y también tolerancia a factores adversos como resistencia a frío, sequía, etc

Desventajas

- Limitado a caracteres relacionados con la habilidad competitiva, aunque en la última etapa se puede poner énfasis en otros caracteres

- No se obtiene información genética en las 1as generaciones.

- Durante las generaciones segregantes algunos genotipos valiosos se pueden pe

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

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.