

INTRODUCCION AL MEJORAMIENTO GENETICO

GUÍA DIDÁCTICA PARA CLASES TEÓRICAS

Clase 8 - 2019

VARIETADES HÍBRIDAS

DEFINICIÓN: *Primera generación descendiente del cruzamiento entre líneas parentales endocriadas con diferente genotipo (Sleper y Poehlman, 2006)*

OBJETIVO: Aprovechar la heterosis.

Tipos de variedades híbridas:

Híbridos simples (HS)

P: (A) x (B)

HS: (A B)

Híbridos tres vías (HTV)

P: (A) x (B)

(AB) x (C)

HTV: (ABC)

Híbridos dobles (HD)

P: (A) x (B) (C) x (D)

(AB) x (CD)

HD: (ABCD)



Aprovechamiento
de la heterosis.

Uniformidad
genética y

fenotípica.

TEMAS RELACIONADOS:

- DEPRESION POR ENDOCRÍA
- HETEROSIS

TEORÍAS EXPLICATIVAS DOMINANCIA
 SOBREDOMINANCIA
 EPISTASIS

- HETEROSIS BIOLOGICA Y HETEROSIS PRACTICA
- HERENCIA CITOPLASMATICA

Androesterilidad

citoplásmica

génica

citoplásmica -génica

-APLICACIÓN DE METODOS CONVENCIONALES: Ej RETROCRUZA en la mejora de líneas endocriadas (LE) o incorporación de adroesterilidad; método del PEDIGREE mejoramiento de LE, etc.

-APLICACIÓN DE TÉCNICAS BIOTECNOLOGICAS Ej. obtención de doble haploides , transgénesis, MARCADORES MOLECULARES Ej. selección asistida en retrocruza, detección de GRUPOS HETEROTICOS, etc.

La depresión por **endocría**, aunque en grado variable, es un fenómeno exclusivo de las alógamas. La **heterosis no**, también se extiende a las autógamas. El aprovechamiento de la heterosis a nivel de variedades híbridas en autógamas está cada vez más extendido y con un impacto económico significativo. El ejemplo más contundente a nivel de cultivos extensivos se observa en el arroz cuyas variedades híbridas se introdujeron rápidamente en el mercado internacional debido a los elevados rendimientos logrados con el aprovechamiento de la heterosis. **En especies de reproducción agámica no sólo se aprovecha la heterosis sino que se la fija mediante la clonación de los genotipos destacados y seleccionados por su vigor**

La historia del aprovechamiento de la heterosis está ligada al maíz:

- 1909 Schull, basado en los resultados de sus estudios en maíz, fue el 1º en clarificar sobre la base científica de la heterosis, aunque la aplicación al desarrollo

comercial ocurrió mucho más tarde (comienza en la década del 30). La causa en la demora en la adopción fue que al principio se intentó la producción de híbridos simples para las siembras comerciales. El problema fue la muy elevada depresión por endocria que presentaban las líneas endocriadas usadas como parentales que se manifestaba en su bajo rendimiento de semilla. Debido a esto se necesitaban enormes extensiones de terreno para que los criaderos pudieran producir semilla a escala comercial. Así, la semilla que debían comprar los productores resultaba extremadamente por su alto costo de producción. Si bien estaba demostrado el significativo mayor rendimiento de los híbridos, el elevado precio de la semilla híbrida fue un real obstáculo para su adopción por los productores.

-1918 Jones propone la producción de híbridos dobles (HD) a partir del cruzamiento de HS como parentales. De esta forma los parentales del HD presentan heterosis a diferencia de las LE del híbrido simple que presentaban depresión por endocria. Así la semilla de los híbridos dobles resultó ser más barata que la de los híbridos simples (HS) y esto facilitó su adopción. No obstante debemos considerar que el máximo potencial de rendimiento se logra con los (HS) debido a que maximizan la expresión de heterosis..

La factibilidad del desarrollo comercial de variedades híbridas depende de:

-Importancia (valor económico) de la producción de la especie (peso relativo del costo del insumo semilla).

-Magnitud de la heterosis práctica

-Facilidad en el control de la polinización Actualmente, se integran la mejora genética convencional y la biotecnológica en la obtención de variedades híbridas transgénicas de maíz. Esto ocurre en un contexto mundial en el que se verifica un elevado crecimiento de la superficie cultivada con variedades transgénicas de cultivos extensivos.

El maíz ocupa el 2do lugar después de la soja en la superficie mundial ocupada con cultivos transgénicos, mientras que presenta un grado de adopción tecnológica del 30% (3er lugar después del algodón y la soja).

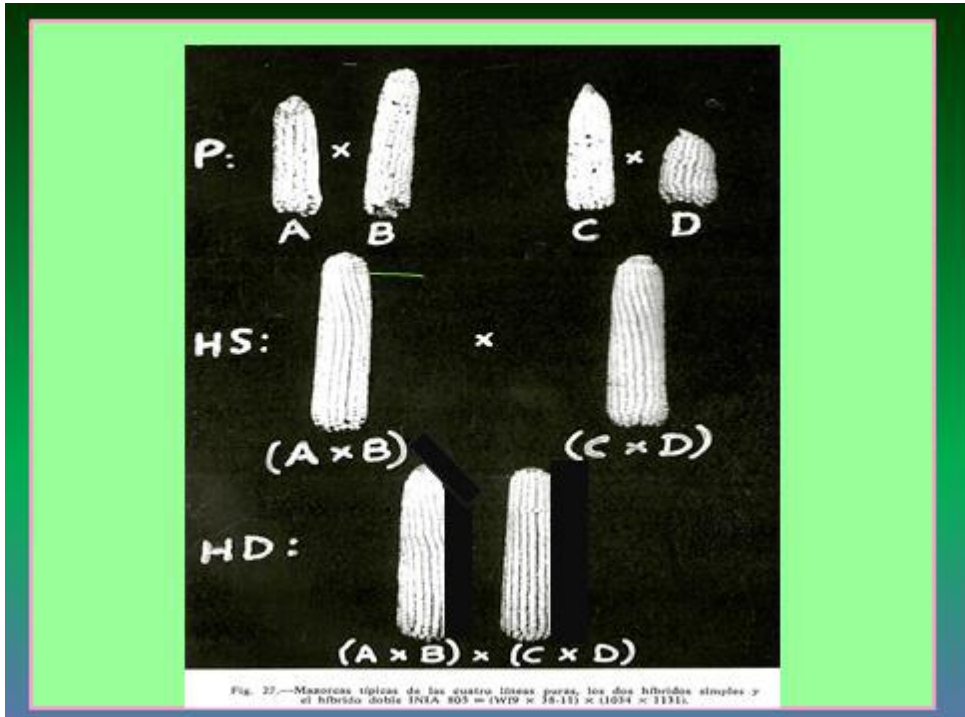
Se destaca que en Argentina la adopción de variedades transgénicas de maíz actualmente supera el 90 También las nuevas variedades transgénicas de maíz se suman a la última generación de variedades transgénicas que son las derivadas de los llamados "eventos apilados" que implican la transgénesis de 2 o más genes. Así, el maíz VT Triple PRO reúne en una misma planta: la segunda generación de eventos para el control de insectos lepidópteros aéreos, el primer evento para el control de ciertos insectos coleópteros subterráneos y el de tolerancia a glifosato Como ya se señaló la historia del aprovechamiento de la heterosis está ligada al

maíz: La siguiente figura muestra la evolución del rendimiento promedio de maíz en los EEUU como consecuencia del aprovechamiento de la heterosis%



La obtención de híbridos dobles (ID) permitió superar el problema de costos que implicaba la muy baja producción de las líneas endocriadas (depresión por endocria). En la producción de semilla de ID se aprovecha la heterosis de los IS lo cual abarata el costo, aunque es sabido que los HD < aprovechamiento de la heterosis (< rendimiento).

Posteriormente, mediante selección se ha logrado disminuir el grado de depresión por endocria en las líneas parentales, lo que hizo económicamente viable la obtención de HS. Los híbridos simples maximizan el aprovechamiento de la heterosis. Actualmente, se consolida en forma acelerada la producción y uso de HS de maíz.



Fuente: Adaptado de Sanchez-Monge E. 1974. Fitogenética. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. España.

La factibilidad del desarrollo comercial de variedades híbridas depende de:

- Importancia (valor económico) de la producción de la especie (peso relativo del costo del insumo semilla).
- Magnitud de la heterosis práctica
- Facilidad en el control de la polinización.

ETAPAS EN LA OBTENCION DE VARIEDADES HÍBRIDAS DE MAIZ

1- Obtención y mejora de líneas endocriadas (LEs) de 1ª y 2ª generación 9

Caracteres favorables

2- Evaluación de líneas

Endocriadas (Les)

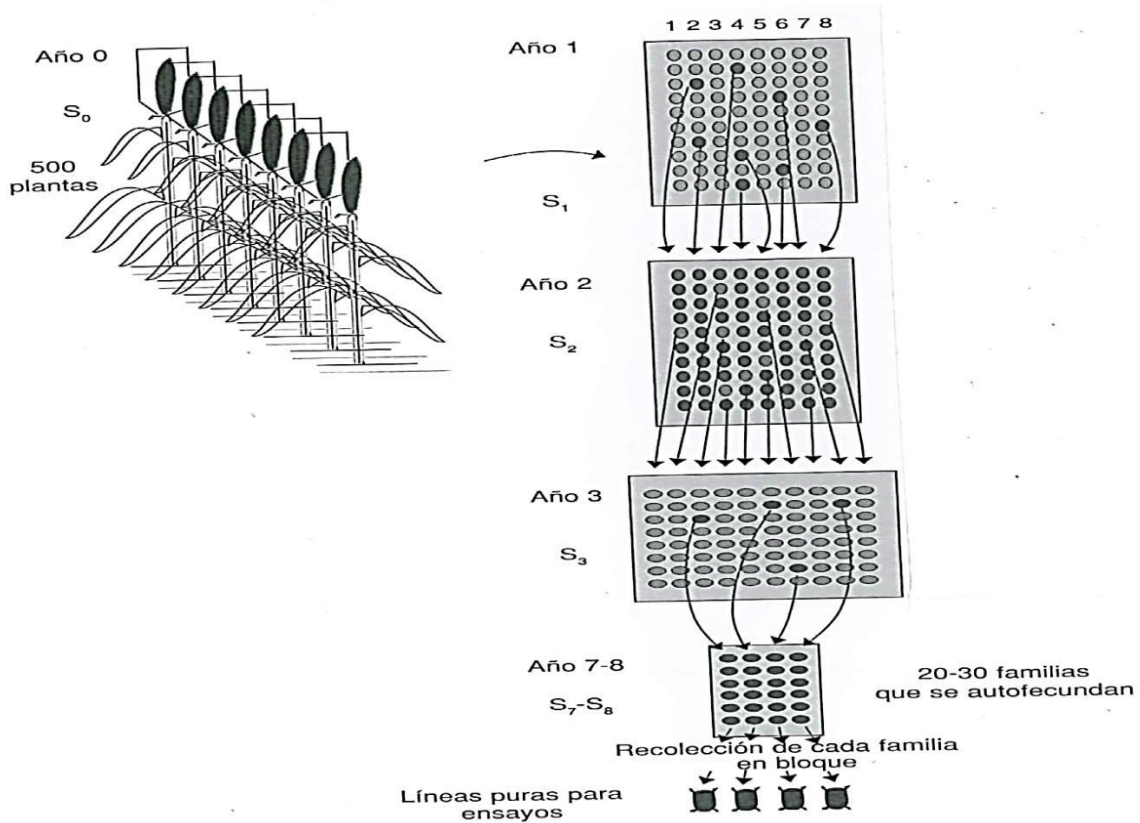
Aptitud combinatoria (AC)

Aptitud combinatoria general ACG

Aptitud combinatoria específica ACE

- 3- Obtención de variedades híbridas
- 4- Evaluación del comportamiento (ECR ≠ localidades y años)
- 5- Patentamiento y producción comercial de semilla
- 6- Conservación y multiplicación de las líneas parentales

Esquema de pasos en la obtención de LEs. Fuente: Cubero J.I. 2003.



El valor de una LE se basa en su contribución a la progenie híbrida cuando es cruzada con otra LE, **no por su potencial de producción per se** (por sí misma). Esta capacidad de transmitir heterosis a la descendencia determina fundamentalmente la viabilidad económica para la producción de semilla híbrida.

Las LE pueden ser de 1^a o 2^a generación según la fuente de variabilidad (FV) de la que se obtienen

LE 1^a generac

VP (FV) selecc → S1 → S2 S7-8 = (LE)

LE 2^a generac

P1 x P2 → F1 → F2 (FV)
 ↓
 S1
 ↓
 S2 ... S7-S8 = (LE)

Las LE de 2^a generación son las más utilizadas actualmente

Aptitud combinatoria (AC): es la aptitud o capacidad de una LE para transmitir un comportamiento superior a la progenie híbrida

Aptitud combinatoria general (ACG): es la capacidad media de una LE para transmitir heterosis a la progenie híbrida cuando es cruzada con un probador de amplia base genética, en comparación con otras LE cruzadas con el mismo probador.

Probador de amplia base genética puede ser: conjunto de genotipos de una variedad- población, conjunto de LE, conjunto de genotipos clonados, etc.)

LE x Probador implica que la progenie resulta de una serie de combinaciones de la línea con ≠ genotipos. Para que la evaluación de las LE sea comparable éstas deben ser cruzadas por el mismo probador. Las progenies resultantes están compuestas de medio-hermanos

Aptitud combinatoria específica (ACE): es la capacidad de una LE de transmitir heterosis a la progenie híbrida que resulta de un cruzamiento con otra LE específica, en comparación con otras combinaciones también específicas.

Las progenies resultantes están compuestas por hermanos completos Permite identificar la mejor combinación específica de dos líneas endocriadas para maximizar la expresión de heterosis en el híbrido.

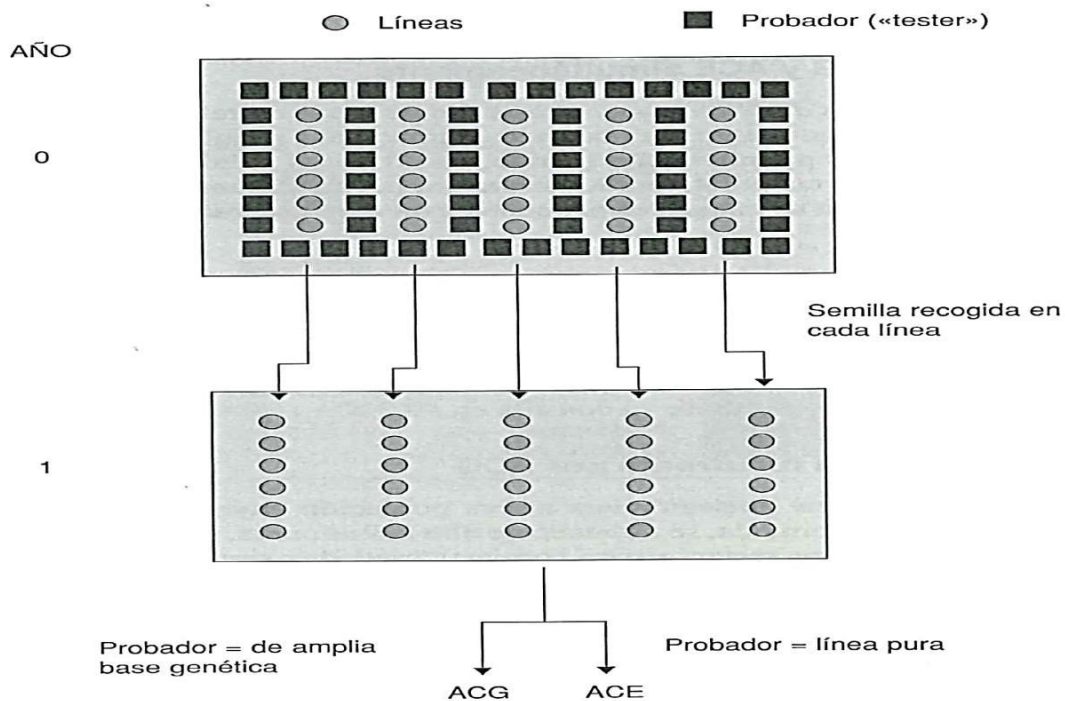
Métodos de evaluación de AC

- **ACG Top-cross** (LE x probador o tester, progenies halfsib (1/2 hermanos))
- **Policruzamiento o polycross** progenies halfsib (1/2 hermanos)
- **ACE Cruzamiento dialélico** $n(n-1)/2$ (sin considerar cruzamientos recíprocos)
Progenies full sib (hermanos completos)

La ACG evalúa efectos génicos aditivos mientras que la ACE evalúa efectos de dominancia y epistasia interacción génica) También es importante tener en cuenta que los distintos métodos de evaluación de ACG o ACE implican siempre la evaluación de o test de progenies al año siguiente de los cruzamientos. Por lo tanto la duración de estas pruebas e de 2 años.

METODO CRUZAMIENTO CON PROBADOR (TOP-CROSS)

Fuente: Adaptado de Cubero J.I. 2003.



Uso de androesterilidad citoplásmica-génica

La androesterilidad es un mecanismo determinado genéticamente que resulta en esterilidad masculina debido a alteraciones morfológicas y funcionales en los granos de polen. El tipo de androsterilidad más utilizado es el citoplásmico-génico que

resulta de la interacción de genes nucleares (Rf, rf) y genes citoplásmicos ubicados en el genoma mitocondrial (S, N). El fenotipo androestéril se expresa únicamente si el núcleo es rf rf y el citoplasma es S. Todas las demás combinaciones entre genes nucleares y citoplasma determinan el fenotipo androfértil.

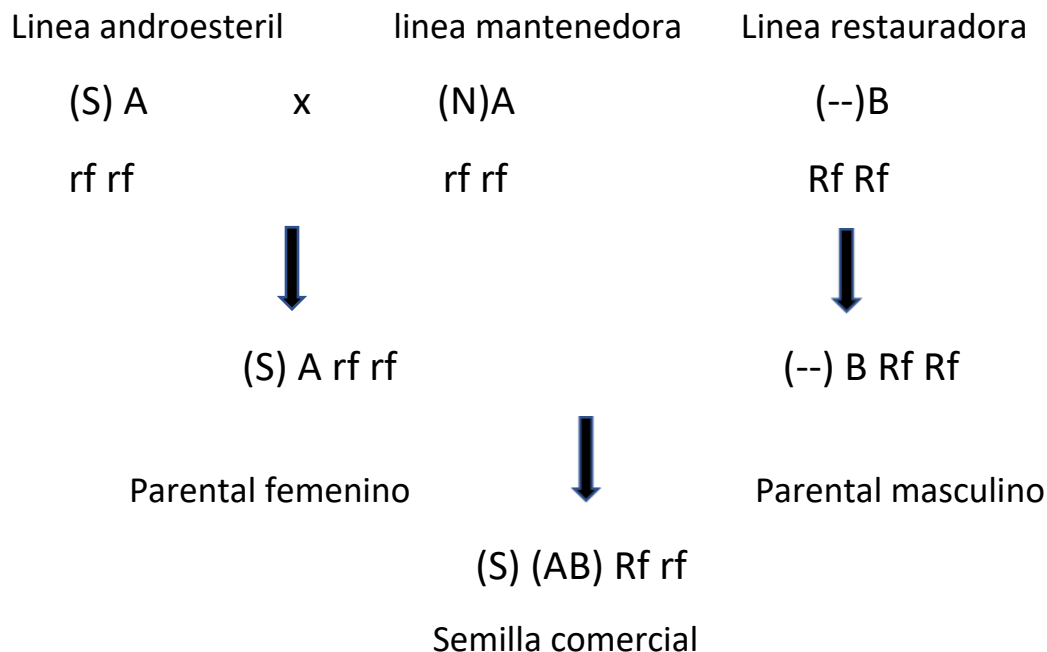
Citoplasma	Núcleo	Fenotipo
(S)	rf rf	Androestéril
(S)	Rf —	Fértil
(N)	— —	Fértil

S = citoplasma androestéril

rfrf = androesterilidad nuclear

Obtención de un híbrido simple de maíz mediante el uso de androesterilidad

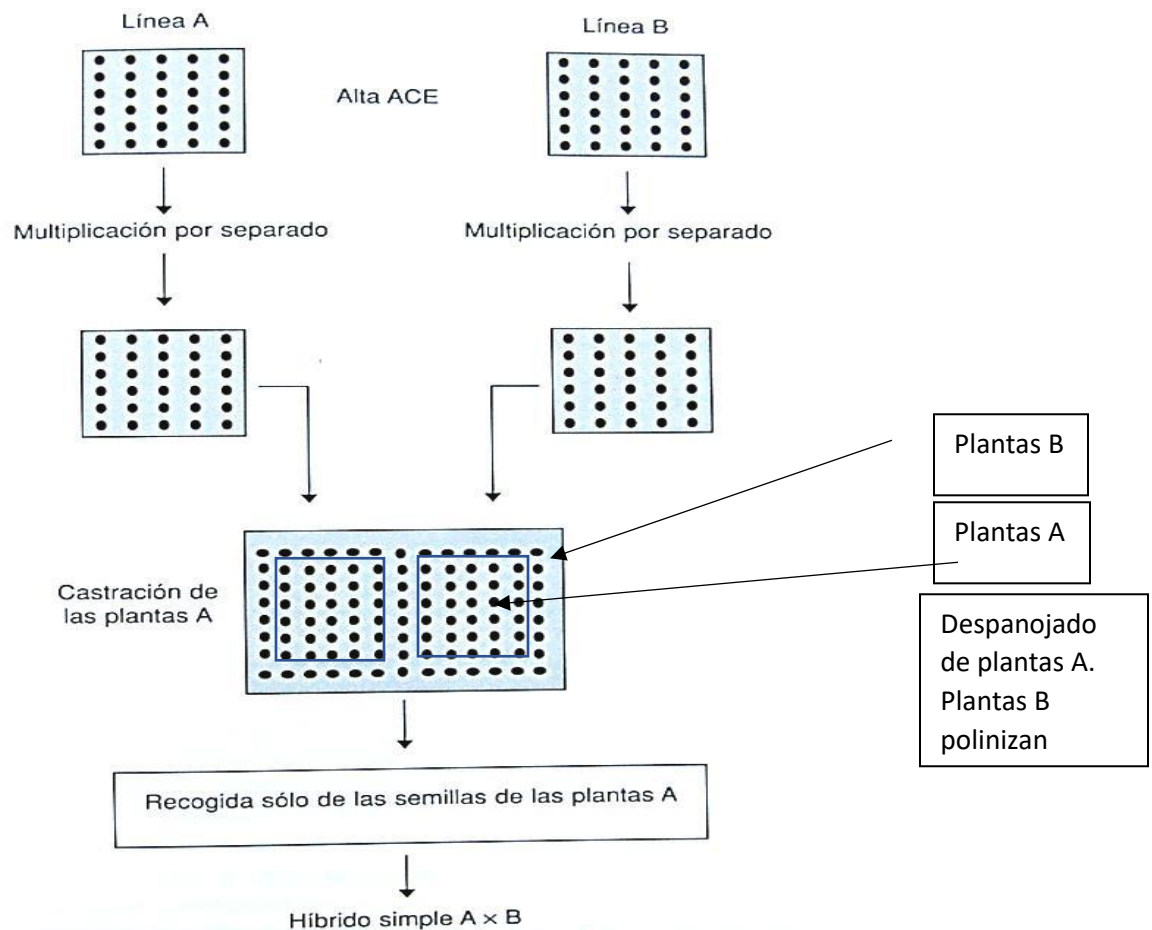
Esquema general de la producción de semilla de un híbrido simple con el uso de androesterilidad,



El procedimiento implica el uso de líneas mantenedoras de la androesterilidad las que son androfértiles (N rrf) que transmiten rf a la descendencia y no transmiten genes citoplásmicos porque son las que aportan gametas masculinas (polen) y líneas restauradoras o recuperadoras de androfertilidad ($_ RfRf$) que son androfértiles y que transmiten sólo genes nucleares RF por lo cual sus descendencias serán androfértiles, independientemente del citoplasma que reciban .

Actualmente el uso de la androesterilidad está siendo reemplazado por el despanojado mecánico con modernas máquinas de alta precisión.

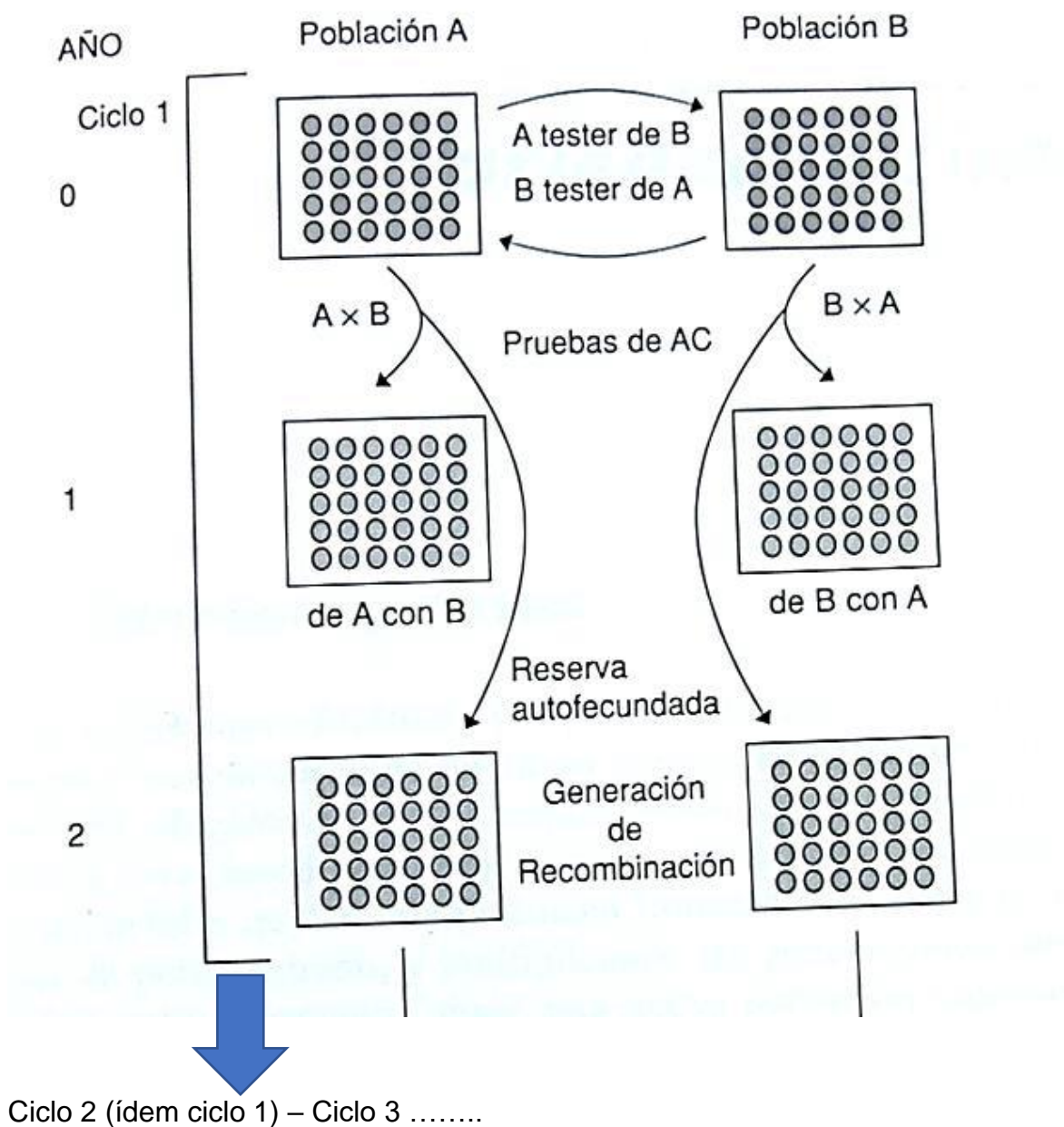
Esquema general de la producción de semilla de un híbrido simple con el uso de despanojado mecánico.



Selección recurrente recíproca

Es un procedimiento diseñado para maíz con el objetivo de mejorar 2 poblaciones en ACG y ACE para la obtención de LEs con buena ACG y ACE para utilizar en el desarrollo de variedades híbridas.

Se parte de 2 poblaciones poco relacionadas genéticamente (se espera > heterosis en las progenies de cruzamientos entre genotipos de ambas poblaciones). La prueba de descendencia es un paso obligado. Cada población funciona como tester de la otra. Se realizan sucesivos ciclos de selección y c/ciclo incluye una etapa de selección con prueba de descendencia y otra de recombinación



(I): Generación de selección en A y en B. Se autofecundan las selectas de A y B (reserva de semilla) Se cruzan plantas seleccionadas de A por conjunto de plantas al azar de B y viceversa.

(II): Pruebas de descendencia: Se realizan 2 ensayos (1 con las descendencias de A y otro con las de B)

(III): Generación de recombinación para A y para B. Se siembra la semilla de autofecundación de A y B c/u en lotes de 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.

Cuestionario clase 8

- 1) Indicar los aspectos fundamentales el método de selec. recurrente e indicar en se basa.
- 2) Indicar las etapas de c/ciclo y el tiempo de c/ciclo en la variante con prueba de descendencia
- 3) Sobre variedades híbridas indicar: definición, objetivo y tipos de híbridos
- 4)Cuál fue la causa de la demora en la adopción de los HS?
- 5) Qué tipo de variedad híbrida maximiza el aprovechamiento de la heterosis?
- 6) Qué tipo de híbrido se espera que tenga un comportamiento más estable?. Fundamentar
- 7) Indicar las etapas en la obtención de variedades híbridas
- 8) Cuántas generaciones de @ se recomiendan para la obtención de LE. La selección para mejorar caracteres de importancia agronómica se realiza en esta etapa?
- 9) La mejora del rendimiento en forma directa en qué etapa se realiza? Fundamentar
- 10) En que se diferencian las líneas endocriadas de 1ª y 2ª generación
- 11) Importa el potencial de rendimiento de c/línea endocriada? Por qué?
- 12) Definir AC, ACG y ACE
- 13) Qué es un probador de amplia base genética? Podría ser una LE, un clon? Fundamentar
- 14) Describir las pruebas Top cross y polycross, su objetivo e indicar los pasos y la duración de c/u
- 15) Cuál es probador en una policruza? Qué condiciones se deben cumplir?
- 16) Qué es la prueba "cruzamiento dialélico", a qué líneas se aplica y cuál es el objetivo?.
- 17) Indicar los pasos y duración
- 18) La evaluación de 10 LE en un dialélico cuántos cruzamientos implica?
- 19) Indicar el tipo de progenies que se evalúa en las pruebas Top cross, Polycross y cruzam dialélico
- 20) Qué sistema de androesterilidad se utiliza en la obtención de VH de maíz?
- 21) Describir el fenotipo de los siguientes individuos: Srfrf, SRf_, N__
- 22) Plantear esquemáticamente la obtención de un HS con el uso de androesterilidad
- 23) Indicar objetivo y pasos de la selección recurrente recíproca
- 24) Cuál es el probador?
- 25) Es conveniente que las poblaciones a mejorar tengan un origen genético similar? Fundamentar
- 26) Es un método usado para obtener variedades? Fundamentar.