

Advanced Genetic Improvement in allogamous/autogamous species

En especies alógamas la estrategia se centra en explotar la heterocigosidad y la heterosis mediante selección recurrente y producción de híbridos; mientras que en especies autóгамas el objetivo es fijar combinaciones génicas favorables mediante selección y obtención de líneas puras altamente homocigotas. Esta diferencia determina prácticamente todos los métodos de mejora utilizados en la agricultura moderna.

In allogamous species, the strategy focuses on exploiting heterozygosity and heterosis through recurrent selection and hybrid production; whereas in autogamous species, the goal is to fix favorable gene combinations through selection and the development of highly homozygous inbred lines. This difference determines virtually all the breeding methods used in modern agriculture.

I. Mejora genética avanzada de plantas alógamas I. Advanced genetic improvement in allogamous species

Métodos convencionales de mejoramiento

1. Selección recurrente

Busca incrementar la frecuencia de alelos favorables manteniendo variabilidad genética.

Tipos

- Selección recurrente fenotípica.
- Selección recurrente para aptitud combinatoria general (ACG).
- Selección recurrente para aptitud combinatoria específica (ACE).
- Selección recurrente recíproca.

Ventaja: Permite mejora continua sin perder diversidad.

Conventional Breeding Methods

1. Recurrent Selection

Aims to increase the frequency of favorable alleles while maintaining genetic variability.

Types

- Phenotypic recurrent selection.
- Recurrent selection for general combinatorial ability (GCA).
- Recurrent selection for specific combinatorial ability (SCA).
- Reciprocal recurrent selection.

Advantage: It allows for continuous improvement without losing diversity.

2. Mejoramiento poblacional

Se trabaja sobre poblaciones amplias.

Métodos:

- Familias de medios hermanos.
- Familias de hermanos completos.
- Familias S1 y S2.
- Progenies de prueba.

Fundamento:

$$R=i \cdot h^2 \cdot \sigma_p LR$$

donde:

- R = respuesta a la selección
- i = intensidad de selección
- h^2 = heredabilidad
- σ_p = desviación estándar fenotípica
- L = intervalo generacional

2. Population Improvement

This approach works with large populations.

Methods:

- Half-sib families.
- Full-sib families.
- S1 and S2 families.
- Test progenies.

Rationale:

$$R = i \cdot h^2 \cdot \sigma_p \cdot LR$$

where:

- R = response to selection
- i = selection intensity
- h^2 = heritability
- σ_p = phenotypic standard deviation
- L = generation interval

3. Producción de híbridos

Es la estrategia más exitosa en maíz.

Etapas:

1. Desarrollo de líneas endogámicas.
2. Evaluación de ACG y ACE.
3. Cruzamientos experimentales.
4. Pruebas multilocales.
5. Liberación del híbrido comercial.

Tipos

- Simple.
- Triple.
- Doble.
- Topcross.

3. Hybrid Production

This is the most successful strategy for corn.

Stages:

1. Development of inbred lines.
2. Evaluation of ACG and ACE.
3. Experimental crosses.
4. Multi-location trials.
5. Release of the commercial hybrid.

Types

- Simple.
- Triple.
- Double.
- Topcross.

4. Selección genómica=Genomic selection

Utiliza miles de marcadores moleculares para predecir el valor genético. Sus principales ventajas, son: reduce tiempo de selección, permite selección temprana, aumenta ganancia genética por ciclo. La técnica se conoce como 'Mejoramiento asistido por marcadores (MAS)'. Existe una cantidad significativa de marcadores genómicos y citoplasmáticos conocidos como marcadores moleculares: SSR, SNP, AFLP, ISSR. Se usan para los objetivos del mejoramiento genético vegetal: resistencia a enfermedades, calidad nutricional y tolerancia a factores abióticos.

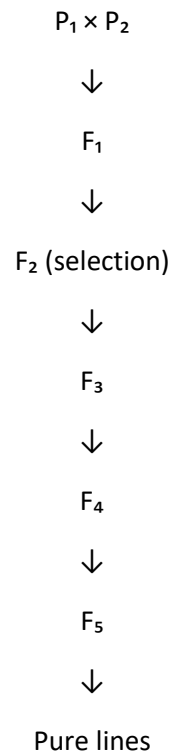
It uses thousands of molecular markers to predict genetic value. Its main advantages are: it reduces selection time, allows for early selection, and increases genetic gain per cycle. The technique is known as 'marker-assisted selection (MAS)'. There are a significant number of genomic and cytoplasmic markers known as molecular markers: SSR, SNP, AFLP, and ISSR. They are used for plant breeding objectives such as disease resistance, nutritional quality, and tolerance to abiotic factors.

II. Mejora genética avanzada de plantas autógamas=Advanced Improvement in autogamous species

Conventional Breeding methods

1. Genealogical method (Pedigree). The ancestry of each generation is recorded.

Process:



Advantages: Early selection, identification of superior recombinants.

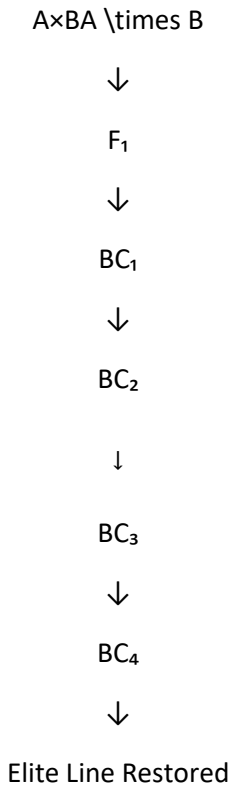
2. Mass selection method. Superior plants are selected and harvested together. This method is used when heritability is high and the trait is easy to observe.

3. Single Seed Descent (SSD). The goal is to accelerate the development of homozygous lines.

Advantages: saves space and time. Widely used in rice, wheat, and beans.

4. Selección asistida por marcadores. Permite seleccionar genes específicos sin evaluar el fenotipo. Ejemplos, genes de resistencia a: roya, tizón, virus nematodos.

5. Marker-Assisted Backcrossing
Diagram:



Objective: To transfer one or a few genes of interest.

III. Comparación estratégica entre especies alógamas y autóгамas

Característica	Alógamas	Autógamas
Sistema reproductivo	Cruzamiento	Autofecundación
Heterocigosidad	Alta	Baja
Variabilidad interna	Alta	Baja
Depresión endogámica	Alta	Muy baja
Heterosis	Alta	Limitada
Producto final frecuente	Híbridos y poblaciones sintéticas	Líneas puras
Método principal	Selección recurrente	Pedigrí y SSD
Aptitud combinatoria	Fundamental	Menor importancia
Ganancia genética	Rápida mediante híbridos	Acumulativa en líneas puras

IV. Tendencias actuales en fitomejoramiento avanzado.

Selección fenómica de alta precisión mediante el uso de drones, sensores multiespectrales, imágenes hiperespectrales, Inteligencia artificial.

Edición génica. A la fecha se tiene las tecnologías: CRISPR-Cas9, Cas12a, Prime Editing. Aplicaciones: resistencia a enfermedades, tolerancia a sequía, calidad nutricional.

Selección genómica. Permite predecir valores genéticos utilizando miles de SNPs distribuidos por todo el genoma. La Integración ómica incluye: Genómica, Transcriptómica, Proteómica, Metabolómica, Fenómica. Esta aproximación constituye actualmente la frontera del mejoramiento genético moderno.