

TECNICAS PARA EL MANEJO Y USO DE RECURSOS GENETICOS VEGETALES



EDITORES: RAUL CASTILLO, JAIME ESTRELLA Y CESAR TAPIA

UTILIZACION DE GERMOPLASMA EN LOS PROCESOS DE MEJORAMIENTO

Eduardo Peralta I.

Programa Leguminosas, Estación Experimental Santa Catalina - INIAP
Casilla 340, Quito - Ecuador

En la formación y obtención de plantas de importancia económica, la evolución natural ha jugado un papel preponderante, pero de lento desarrollo. En los albores de la civilización, el hombre primitivo tuvo el acierto de domesticar las plantas; después el hombre agricultor, las conservó y mejoró lentamente, pero el hombre de ciencia (fitomejorador) en los últimos siglos ha acelerado la evolución, obteniendo plantas con características superiores en menor tiempo, pero a la vez ha tenido tremendos fracasos cuando no ha seguido las leyes naturales; pues en su afán de acelerar la evolución trata de no imitar a la naturaleza (Reyes, 1985).

La planeación y formación de nuevos tipos de plantas por acción del hombre, han sido el resultado de una serie de conocimientos aplicados al mejoramiento. El conocimiento de la sexualidad y la reproducción sexual de las plantas contribuyó al desarrollo de las técnicas de hibridación, siendo después una modalidad del mejoramiento; las leyes de la herencia contribuyeron a hacer más aplicable esta técnica y permitió un mayor alcance del mejoramiento; y, cuando se empezó a aplicar la estadística a estos trabajos biológicos fue posible la evaluación de la variación observada en la población y permitió entender al efecto genético, ambiental y su interacción.

Los modernos métodos de la fitogenotecnia o fitomejoramiento tienen como base la introducción de plantas, la recolección y conservación en los bancos conocidos como Bancos de Germoplasma, en donde, bajo el control de la temperatura y la humedad, se conservan las semillas por períodos largos de tiempo.

Antecedentes importantes sobre germoplasma son los trabajos de Alfonso de Candolle en 1855 y 1883, en los cuales se hace conocer la forma ancestral, región de adaptación e historia de las plantas cultivadas. En 1926, Vavilov publicó los resultados del trabajo de una colección mundial de plantas, en donde se resalta la importancia de la colección de plantas para el mejoramiento vegetal de especies nativas de un lugar y en la adaptación de nuevas especies; a esto se sumó la

Utilización de germoplasma en mejoramiento

definición de los ocho centros de origen de las plantas cultivadas.

Los fitogenetistas o mejoradores de plantas practican la selección y el cruzamiento o hibridación, para obtener variedades mejoradas. Las primeras observaciones y técnicas condujeron a obtener variedades y razas de plantas altamente productivas, pero el proceso fue muy lento; cuando se aplicó la ciencia, se mejoró las técnicas y se desarrolló nuevos métodos y los resultados han sido sorprendentes.

Para entender mejor el papel que juega el germoplasma en un programa de mejoramiento, veremos qué finalidad normalmente se persigue con el mismo:

FINALIDADES DE MEJORAMIENTO

1. Incrementar la producción y la productividad.

Para esto se debe considerar:

- El mejoramiento de los componentes del rendimiento.
- Incrementar la eficiencia fisiológica.
- El mejoramiento de la adaptación.
- El mejoramiento de caracteres agronómicos.
- Obtención de mayor resistencia a plagas y enfermedades.

2. Mejoramiento de la calidad.

Generalmente el incremento de la producción por unidad de superficie ha originado un aumento de la producción global en los países que desarrollan programas de mejoramiento genético, ya que mayores producciones unitarias estimulan a un mayor número de agricultores a sembrar mayores superficies.

Planteadas las finalidades u objetivos del mejoramiento, es necesario preguntarse qué se necesita para mejorar las plantas y qué factores influyen en la organización de un programa de mejora genética de cualquier planta o especie. Las

Utilización de germoplasma en mejoramiento

respuestas no son muy sencillas, pero pueden citarse entre las más relevantes las siguientes:

1. Recursos genéticos (Germoplasma).
2. Recursos humanos.
3. Recursos económicos.
4. Conocimiento de las plantas.

RECURSOS GENÉTICOS (GERMOPLASMA)

Germoplasma

Normalmente se define como el conjunto de material genético de una especie e inclusive de varias especies, razas, grupos individuales o en general, la colección más completa de la variabilidad genética en las poblaciones para construir "Bancos Genéticos" que servirían de fuente de materiales en fitogenotecnia o mejoramiento de plantas.

Etimológicamente, *germoplasma* viene de una raíz latina y griega respectivamente: *germo*, de germen, que significa principio rudimental de un nuevo ser orgánico y *plasma*, la formación o la materia no definida; es decir, *germoplasma* es la materia donde se encuentra un principio que puede crecer y desarrollarse.

Recursos Genéticos

Se definirían como el bien o medio potencial en el que se encuentran los genes; es decir, la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y otras estructuras que contienen ADN.

Desarrollo de la agricultura moderna

Todos los países en vías de desarrollo tienden a aumentar la producción agrícola, para lo cual han tomado modelos tecnológicos de países más avanzados; para ello dan una serie de pasos, que resumidos son:

- Mecanización de la agricultura.
- Incremento de insumos.

Utilización de germoplasma en mejoramiento

- Control de químicos para plagas, enfermedades y malezas.
- Uso de semilla de variedades mejoradas.

A este grupo de prácticas, se denomina "paquete tecnológico", el mismo que para ser funcional debe manejarse simultáneamente; pues no es dependiente de otros.

En la agricultura moderna al mecanizar los cultivos, se hace necesario disponer de variedades uniformes; para esto es imprescindible un programa de mejoramiento que haga cruzamientos o selección para generar variedades genéticamente homogéneas.

El mejoramiento moderno usa material genético de tres tipos:

- Variedades mejoradas.
- Variedades tradicionales.
- Material silvestre.

La semilla moderna o mejorada, desplaza a la semilla tradicional.

TIPOS DE RECURSOS FITOGENETICOS

La clasificación típica de la Botánica Económica es en base al uso de los recursos y pueden ser:

1. Alimenticios

- Granos
- Tubérculos
- Raíces
- Verduras
- Frutos

2. Condimentos

3. Estimulantes

4. Textiles

Utilización de germoplasma en mejoramiento

5. Forrajeros
6. Medicinales
7. Otros

La clasificación que se hace en países industrializados en el área de recursos genéticos, se basa en el nivel de tecnología aplicada sobre la muestra bajo estudio y se clasifica en especies convencionales y no convencionales.

PLANTAS CONVENCIONALES

- Amplio rango de utilización.
- Evaluadas botánica y agronómicamente.
- El mejorador manipula para calidad y cantidad.
- Poseen reglas y normas para producción mejoramiento.
- Generan el mayor volumen de producción.
- Existen planes definidos de mejoramiento.

ALGUNAS ESPECIES ALIMENTICIAS CONVENCIONALES EN ECUADOR

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Trigo	<i>Triticum vulgare</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Arroz	<i>Oriza sativa</i>
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>
Haba	<i>Vicia faba</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>
Lenteja	<i>Lens culinaris</i>

Utilización de germoplasma en mejoramiento

PLANTAS NO CONVENCIONALES

- No constan en la lista oficial de mejoramiento, producción y comercialización.
- Generalmente son especies nativas.
- No tienen apoyo estatal de investigación y desarrollo.

ALGUNAS ESPECIES ALIMENTICIAS NO CONVENCIONALES EN ECUADOR

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTIFICO
Chocho	<i>Lupinus mutabilis</i>
Amaranto	<i>Amaranthus</i> spp.
Melloco	<i>Ullucus tuberosus</i>
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>
Zanahoria blanca	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Jicama	<i>Polymnia sonchifolia</i>
Pallar	<i>Phaseolus lunatus</i>
Achira	<i>Canna edulis</i>
Papa china	<i>Colocasia esculenta</i>
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>
Mashua	<i>Tropaeolum tuberosum</i>
Zapallo	<i>Cucurbita pepo</i>
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>
Taxo	<i>Passiflora mollissima</i>
Capulí	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>
Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>
Ají	<i>Capsicum</i> spp.

PARA QUE SE MEJORA?

Generalmente el mejoramiento de plantas está dirigido a incrementar los rendimientos y la calidad de los cultivos. Para lograr esto el fitotecnista tiene que lograr genotipos superiores.

En este proceso juegan un papel muy importante los materiales silvestres y cultivados. Mientras mayor sea la variabilidad de la especie a mejorar, mayor es la probabilidad de lograr genotipos de mayor potencial.

Utilización de germoplasma en mejoramiento

En esta época mucho énfasis se ha puesto para mejorar plantas con resistencia a insectos y enfermedades, con el objeto de disminuir el uso excesivo de agroquímicos. Otros trabajos están dirigidos a obtener plantas con tolerancia al calor y al frío, con resistencia a la sequía, contaminantes atmosféricos, a la toxicidad, deficiencia de elementos, salinidad, etc.

Grandes han sido los logros alcanzados en los últimos años, pues no se puede ignorar el papel que han jugado los híbridos de maíz, girasol, sorgo, arroz, etc., en la producción mundial, como tampoco se puede dejar de citar el impacto que produjo la Revolución Verde con el mejoramiento del trigo, maíz y arroz.

En todo este proceso juega un papel preponderante el germoplasma vegetal, pues cuando la vulnerabilidad llega al material mejorado, el fitotecnista recurre nuevamente a las fuentes de genes almacenadas en Bancos de Germoplasma o conservados *in situ*.

LA NUEVA REVOLUCION VERDE

Los más optimistas ya ven venir una segunda Revolución Verde, que promete ser superior a la anterior aunque así mismo será motivo de controversia ideológica, económica y social.

Las "superplantas" son el ideotipo de muchos laboratorios, principalmente de los Estados Unidos, en base a la Ingeniería Genética. No estamos lejos de que el hombre logre producir una planta que se autofertilice, resista a plagas y enfermedades, soporte la salinidad, sea altamente nutritiva y rendidora.

Ya se escucha o lee nombres de plantas como: "Habichuela-Girasol", cruce de habichuela y girasol; "Papa-Tomate", que produciría tomates en la parte aérea y papas bajo tierra; y un poco más allá, existen visionarios que piensan que los científicos del futuro diseñarán plantas cuyas raíces fijen N_2 , los tallos puedan generar fibras comestibles, produzcan semillas de alta calidad y tubérculos muy nutritivos; aunque parezca fantasía muchos autores sostienen que esto está por suceder.

Los científicos están buscando maneras de simplificar y abreviar las técnicas genéticas tradicionales de cultivo en campo que hicieron caminar a la agricultura hasta este siglo. Así como los genetistas o mejoradores tradicionales hablan de hibridación, polinización

Utilización de germoplasma en mejoramiento

cruzada y retrocruzadas selectivas. Los términos de los nuevos genetistas son "Cultivo de Tejidos", "Cultivo de Células", ADN recombinante, etc. El investigador actual en vez de trabajar con toda la planta en campo, lo está haciendo a nivel celular, molecular, adaptando las nuevas prácticas de cultivos de células y la recombinación genética para aumentar la variación genética celular, y finalmente tratar de eliminar barreras que impiden el cruce de especies diferentes. En conclusión, el mundo está entrando a una era completamente nueva de la genética vegetal, en donde aquel que disponga de los recursos genéticos y sepa utilizarlos eficientemente será quien fije las nuevas directrices de la agricultura moderna.

MÉTODOS DE MEJORAMIENTO

Autógamas:

- Selección intravarietal simple (surco/planta).
- Selección intravarietal simple (mezcla y selección o ensayo de líneas).
- Método genealógico (cruza de líneas puras y seleccionadas).
- Cruzas y retrocruzadas (transferencia de genes).
- Método masivo (*Bulk*) (cruza, mezcla-selección).
- Cruzas y retrocruzadas (transferencia de genes).
- Método masivo (*Bulk*) (cruza, mezcla-selección).
- Cruzas múltiples (transferencia de genes, > 4 variedades).
- Variedades múltiples (compuestos balanceados).
- Cruzas interespecíficas e intergenéricas.
- Mutaciones.

Alógamas

- Selección.
- Selección masal estratificada.
- Selección combinada familiar e individual.
- Selección mazorca/surco.
- Selección masal convergente-divergente.
- Selección entre familias de hermanos completos.
- Selección entre líneas S₁.
- Selección recurrente.
- Retrocruzadas.
- Cruzas intervarietales, interraciales, interespecíficas e intergenéricas.
- Formación de híbridos simples o dobles.
- Uso de esterilidad citoplásmica.

Utilización de germoplasma en mejoramiento

ALGUNAS VARIETADES MEJORADAS, ENTREGADAS POR EL INIAP-ECUADOR

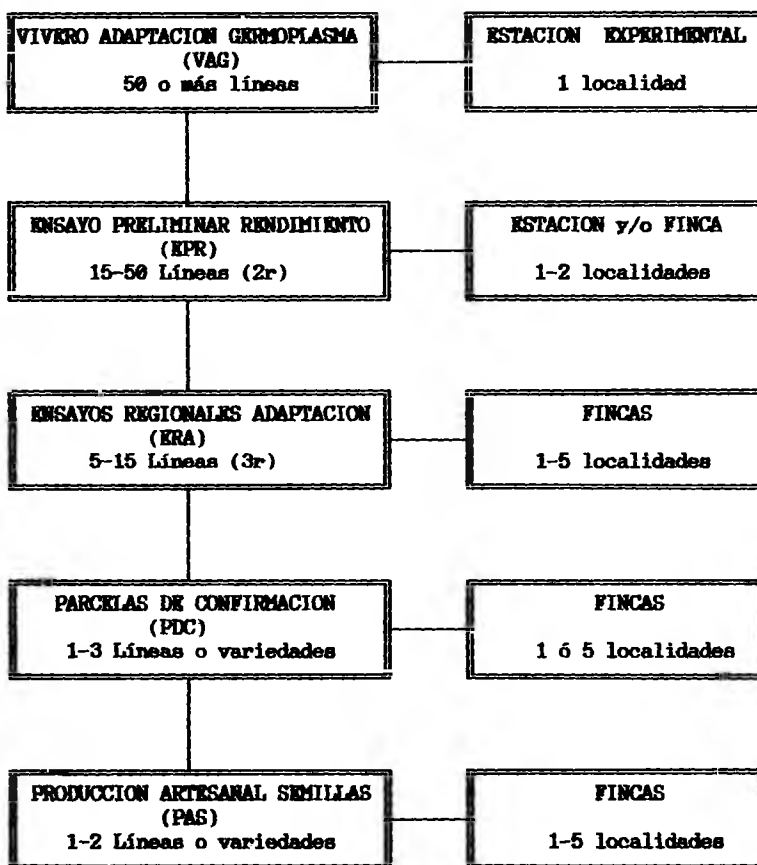
Aprox. 111 Variedades en 25 años. $\bar{X} = 4/\text{año}$.

CULTIVO	No. DE VARIETADES	NOMBRE COMERCIAL
ARROZ	4	INIAP-6 INIAP-7 INIAP-10 INIAP-415
AVENA	6	S.C. 82 INIAP-82 MOJANDA-90
CEBADA	4	DORADA DUCHICELA TERAN SHYRI 89
MAIZ (Sierra)	4	INIAP-101 INIAP-130 INIAP-176 INIAP-180
MAIZ (Costa)	6	INIAP-515 PICHIL. 513 PICHIL. 504 INIAP-526 HIBRIDO 550 INIAP-527
SORGO	1	INIAP-201
TRIGO (1959 a 1988)	14	INIAP ALTAR 82 INIAP TUNGURAHUA 82 INIAP COTOPAXI 82
TRITICALE	2	INIAP MANA INIAP PROMESA
QUINUA	2	INIAP IMBAYA INIAP COCHASQUI
FREJOL	4	INIAP-400 INIAP-402 INIAP-403 INIAP-404 INIAP-411

Utilización de germoplasma en mejoramiento

ESQUEMA DE MEJORAMIENTO

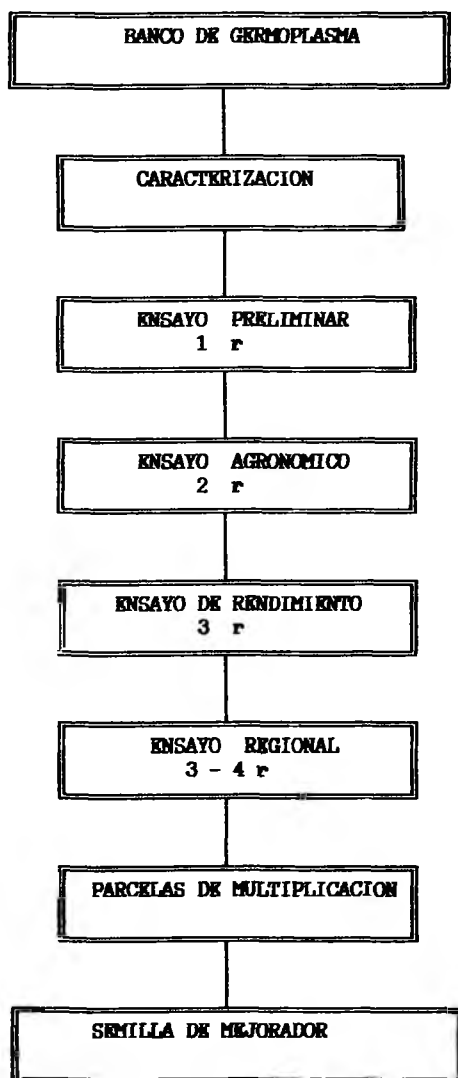
LEGUMINOSAS
Fréjol, Arveja, Haba, Lenteja



Utilización de germoplasma en mejoramiento

ESQUEMA DE MEJORAMIENTO:

**EN QUINUA
EST. EXP. SANTA CATALINA**



Utilización de germoplasma en mejoramiento

BIBLIOGRAFIA

- Braver, O.** 1980. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa. México. 518 p.
- Christiansen, M. y Leurs, C.** 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Editorial Limusa. México. 534 p.
- Maxwell, F. y Jennings, P.** 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Editorial Limusa. México. 696 p.
- Querol, D.** 1988. Recursos Genéticos, nuestro tesoro olvidado. Industrial Gráfica S.A. Lima. 218 p.
- Reyes, C. P.** 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. Editorial AGT. México. 460 p.