



**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**Universidad Nacional de La Plata**



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# **INTRODUCCION AL MEJORAMIENTO GENETICO**

**CURSO 2019**

**GUIA DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS**

**Material de circulación interna, elaborado por los docentes del Curso de Introducción al  
Mejoramiento Genético, con fines exclusivamente didácticos**

## Información sobre el Curso

**Carga horaria:** 48 hs (12 semanas de 4hs semanales)

**Parciales:** 2

**Recuperatorios:** 1 para cada parcial + 1 recuperatorio flotante para 1º o 2º Parcial.

El recuperatorio flotante del 1er parcial se rendirá antes del 2do parcial

El recuperatorio flotante del 2do parcial se rendirá antes del receso de invierno

**El curso completo (teoría y práctica) se desarrollará los días jueves en dos turnos opcionales:**

**Turno mañana:** de 8.30 hs a 12.30 hs.

**Turno tarde:** de 14.00 hs a 18.00 hs.

### **Ver en Aula Virtual:**

- Normas para el desarrollo del curso
- Cronograma de clases
- Cronograma de evaluaciones
- Aulas destinadas a las clases y evaluaciones
- Horarios de los docentes para consultas
- Resultados de las evaluaciones
- Noticias/anuncios de utilidad

### **Equipo docente:**

- Ing. Agr. Rodolfo Bezus (Profesor Adjunto Interino)
- Dra. Ing. Agr. Vanesa Ixtaina (Jefe de Trabajos Práctico Ordinario)
- Ing. Agr. María Laura Bravo (Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario)
- Ing. Agr. Lisandro Entio (Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario)
- Ing. Agr. María Isabel Lissarrague (Ayudante Diplomado Interino)
- Ing. Agr. Yanina Yalungo (Ayudante Diplomado Ordinario)

## **NORMAS GENERALES PARA EL CICLO ACADÉMICO 2019**

El curso Introducción al Mejoramiento Genético, obligatorio para los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica, pertenece al cuarto año, según los planes de Estudio vigentes, identificado como "Plan 7, Plan 8 y Plan 8i". El mismo se desarrolla en el primer cuatrimestre con una carga horaria total de 48 hs., dictándose durante 12 semanas (10 semanas con dictado de clases y 2 con evaluaciones parciales) y una carga horaria semanal de 4 hs.

Cada actividad semanal consta de cuatro (4) hs totales y obligatorias, por lo tanto, la ausencia en alguna de las dos instancias, Teoría o Práctica implicará un ausente total en la actividad de esa semana. Si se retira durante el desarrollo de la clase no podrá acreditar la actividad (por considerarse ausente).

En este curso se considera como fuente de comunicación principal el Aula Virtual cuya clave se pondrá a disposición de los alumnos en el momento de la inscripción. Por lo tanto se sugiere la visita frecuente para bajar material didáctico, cronograma de clases y de evaluaciones y conocer sobre las novedades en cuanto al desarrollo del curso y los resultados de las evaluaciones.

### **EN RELACION A LA ASISTENCIA A LAS CLASES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

Para el ingreso a las clases se tendrá una tolerancia máxima de quince (15) minutos, transcurrido dicho lapso se considerará ausente. Se deberá permanecer durante todo el tiempo que dure la actividad (4 horas).

Las inasistencias por problemas de salud o por fuerza mayor se justificarán en la semana siguiente. Para un correcto aprovechamiento de las clases, se sugiere la lectura previa de las guías, material didáctico y bibliografía correspondiente a cada clase.

### **EVALUACIONES PARCIALES**

Durante la cursada se realizarán dos (2) Evaluaciones Parciales, con sus respectivos recuperatorios, y recuperatorio flotante. Su aprobación es obligatoria para acreditar la cursada. Para justificar las inasistencias a las evaluaciones parciales o a sus distintos recuperatorios si ésta se produce por causa de salud o fuerza mayor, deberá ser justificada y fehacientemente comprobada **la semana siguiente de haberse producido (sin excepción)**. Si la causa de la inasistencia se debiera a problemas de salud, la justificación se realizará mediante certificación de la Dirección de Sanidad de la Universidad, la cual se presentará a la brevedad en alguno de los horarios de atención a alumnos. Cualquier otro comprobante médico no será aceptado. El Parcial Flotante que corresponda a la Evaluación Parcial I se rendirá antes de la Evaluación Parcial II (ver cronograma).

Para rendir la Evaluación Parcial II es condición necesaria estar incorporado a la lista oficial de Legajo de Alumnos, para lo cual deben tener aprobadas las correlativas del curso. El cronograma de evaluaciones no será modificado salvo por razones institucionales.

### **APROBACIÓN DE LA CURSADA**

#### **a) Curso normal con examen final**

**Para aprobar la cursada se deberán reunir las siguientes condiciones:**

- 1° Haber asistido a 6 clases, que equivalen al 60% del total.
- 2° Haber aprobado las dos (2) instancias de evaluación, en alguna de sus oportunidades (original o recuperatorios) con una calificación igual o superior a cuatro (4) puntos

#### **b) Curso por promoción sin examen final:**

**Para aprobar el Curso por promoción sin examen final se deberán reunir las siguientes condiciones:**

- 1° Haber asistido a 8 clases, que equivalen al 80% del total.
- 2° Haber aprobado las dos (2) instancias de evaluación, en alguna de sus oportunidades  
Con una calificación igual o superior a siete (7) puntos.

Se generará una nota conceptual considerando la participación en clases teóricas y prácticas, la resolución de cuestionarios y la presentación de informe de actividades en las clases prácticas y teórico prácticas. Esta nota conceptual se tomará en cuenta para definir la calificación final del curso.

# 1. RECURSOS FITOGENETICOS

## 1.1 Material didáctico: “Guía Conceptual sobre Conservación de Recursos Fitogenéticos”

(ver en Aula Virtual)

## 1.2 Actividades:

Leer, analizar, discutir y sintetizar el material didáctico indicado para resolver el siguiente cuestionario-guía:

- 1) Definir recurso fitogenético. Ejemplificar.
- 2) Definir erosión genética (ver teoría).
- 3) Indicar **V** o **F** según corresponda. Fundamentar.
  - ( ) La conservación *in-situ* y *ex-situ* son alternativas excluyentes.
  - ( ) La conservación *ex-situ* es dinámica.
  - ( ) La conservación *in-situ* implica la conservación del ambiente abiótico, biótico y cultural.
  - ( ) Un banco de germoplasma es una forma de conservación *in-situ*.
  - ( ) La conservación en granjas o fincas es una forma de conservación *ex-situ*.
  - ( ) En la colección base los recursos genéticos se conservan a largo plazo.
  - ( ) En la colección núcleo se conserva la > variabilidad con el > n° de muestras.
  - ( ) La colección activa es de mediano-corto plazo y permite el intercambio.
  - ( ) Las “colecciones de trabajo” son las que obtiene el fitomejorador para usar como fuente de variabilidad en su programa de mejoramiento genético.
- 4) Indicar, además de semillas, qué otros materiales pueden ser conservados *ex situ*.
- 5) Enumerar y definir los distintos tipos de colecciones de recursos genéticos.
- 6) En qué se distinguen las semillas “ortodoxas” de las “recalcitrantes”. Indicar ejemplos.
- 7) En el caso de las colecciones de largo plazo, ¿sería apropiada la conservación en heladeras (0-4 °C)?.

- 8)** Con respecto a la regeneración de las colecciones: ¿presentan la misma dificultad las autógamias que las alógamas? Fundamentar.
- 9)** ¿Qué son los descriptores, por qué son importantes y cuáles son los distintos tipos de datos que los componen?
- 10)** ¿Una de las funciones de los “bancos base” es el intercambio germoplasma?
- 11)** ¿Qué son las “razas locales”, con qué modalidad de conservación se asocian y qué implica su pérdida?

## 2. ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE) (ver texto en pág. 8)

1) Responder:

- a- ¿Qué es el INASE? ¿A qué organismo del Estado pertenece?
- b- ¿Cuáles son las principales Direcciones que lo componen y sus principales funciones?
- c- ¿En qué Registro debe inscribirse una variedad para proteger su propiedad?
- d- ¿En qué Registro debe inscribirse una variedad para poder ser comercializada?

2) Indicar **V** o **F** según corresponda:

- ( ) la principal función del INASE es la comercialización de semillas
- ( ) una de las funciones del INASE es la fiscalización de las semillas
- ( ) para comercializar una variedad siempre es necesario proteger su propiedad
- ( ) el INASE funciona bajo la órbita de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca de la nación
- ( ) el INASE realiza controles de calidad de las semillas que se comercializan en el mercado interno

## **FUNCIONES DEL INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE)**

*Es el ORGANISMO DE APLICACIÓN DE LA LEY DE SEMILLAS Y CREACIONES FITOGENÉTICAS 20.247/73 y de su Decreto Reglamentario Nº 2183/91.*

*Desde su creación en el año 1991, el INASE desarrolló sus actividades como organismo descentralizado dentro de la órbita de la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.*

*En el año 2000, por el Decreto Nº 1.104 de fecha 24 de noviembre el INASE fue disuelto como organismo descentralizado, quitándole así las atribuciones del Directorio y sus recursos humanos, materiales y financieros se transfirieron a la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Con fecha 29 de diciembre del año 2000, por Decreto Nº 1.286 se dispuso que el INASE continuara con sus funciones hasta tanto se determinara su nueva estructura. Luego de tres años, a través de la Sanción de la Ley Nº 25.845 de fecha 4 de enero de 2003, se derogó el Decreto Nº 1.104 por el cual se disolvía al organismo y se ratificó la vigencia del Decreto 2.817/73, retomando de esta manera el INASE sus funciones, misiones y estructuras normadas por la Ley Nº 20.247/73, el Decreto Nº 2.183/91 y la Decisión Administrativa Nº 489/96. Actualmente funciona enmarcado en el Ministerio de Producción y Trabajo, dependiendo de la Secretaría de Agroindustria.*

### **Atribuciones y Obligaciones**

- ✓ Entender en la certificación nacional e internacional, observando los acuerdos firmados o a firmarse con relación a la calidad fisiológica, física y genética de todo órgano vegetal destinado o utilizado para siembra, plantación o propagación.
- ✓ Ejercer el poder de policía conferido por la Ley 20.247/73.
- ✓ Expedir la certificación de la calidad, nacional e internacional, de todo órgano vegetal destinado para la siembra, plantación o propagación, observando los acuerdos firmados o a firmarse en la materia.
- ✓ Proteger y registrar la propiedad intelectual de las semillas y creaciones fitogenéticas y biotecnológicas.
- ✓ Proponer la normativa referida a la identidad y a la calidad de la semilla y conducir su aplicación.

### **Función 1: Registro de Variedades**

#### **Responsabilidad primaria**

Entender en la propiedad intelectual de las nuevas variedades de plantas, conforme a las normas nacionales e internacionales en la materia.

#### **Acciones primarias**

- ✓ Conducir el Registro Nacional de Cultivares y el Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares.
- ✓ Efectuar el control y la observación de las parcelas de ensayo de nuevos cultivares presentados para su inscripción y de las parcelas de mantenimiento de pureza varietal.
- ✓ Mantener relaciones de intercambio técnico con la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y otras organizaciones de su tipo.
- ✓ Ejecutar los procedimientos y controles tendientes a otorgar los títulos de propiedad a las nuevas variedades vegetales.



## Algunas otras acciones

- ✓ Coordinar la red de Ensayos Comparativos de Variedades de Trigo (RET);
- ✓ Conducir el Listado Nacional de Organismos Vegetales Genéticamente Modificados;
- ✓ Elaboración técnica de descriptores varietales.

El INASE, a través de la del **Registro de Variedades**, verifica:

- ✓ Que se declare el origen de la variedad, imprescindible para obtener el título de propiedad.
- ✓ Que la variedad sea diferente, homogénea y estable.
- ✓ Que la denominación propuesta sea adecuada, con el fin de evitar sinonimias y confusiones.

Esta función se lleva adelante a través de 2 Registros Nacionales:

**Registro Nacional de Cultivares (RNC)**: Este Registro fue creado por la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N° 20247. En él se inscriben todos los cultivares que se identifiquen por primera vez, es decir aquellos que se comercializan en la República Argentina. **La inscripción en el RNC no da derecho de propiedad**, solamente habilita a las variedades vegetales para su comercialización en el territorio nacional.

Para variedades de cereales, oleaginosas, alfalfa, algodón y papa, es requisito presentar información referente al comportamiento agronómico (Ensayos comparativos de rendimiento: incluyendo sanidad y características de calidad tecnológica).

**Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares (RNPC)**: El objetivo de este Registro, creado por la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas es proteger el derecho de propiedad de los creadores de nuevas variedades vegetales, como reconocimiento a su actividad fitomejoradora. En la República Argentina, las variedades vegetales se protegen mediante el otorgamiento de un título de propiedad. La inscripción de un cultivar en este Registro, no lo habilita para su comercialización.

*En consecuencia, para poder proteger una variedad vegetal y a la vez poder comercializarla, se debe registrar a esa variedad en ambos Registros: Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares y Registro Nacional de Cultivares.*

En el mes de Diciembre del año 1994, Argentina adhirió al Acta de UPOV del año 1978. UPOV es la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, que tiene sede en Ginebra – Suiza y que cuenta en la actualidad con 51 Estados miembros. Realiza trabajos de cooperación, homologación de criterios y armonización entre los estados en relación al derecho de protección de la propiedad intelectual de variedades vegetales en el marco de este convenio internacional.

El sistema empleado en la República Argentina para conducir el RNC y el RNPC es mediante declaración jurada. Esto significa que toda la información que se presenta para la inscripción de una variedad vegetal es producida por el solicitante u obtentor de dicha variedad.

Por lo tanto toda la información es brindada por el solicitante en los formularios correspondientes. Dicha información comprende tanto los aspectos administrativos, legales y técnicos de la nueva variedad.

## **Función 2: Certificación y Control**

### **Responsabilidad primaria**

Entiende en la certificación de la calidad en concordancia con las normas internacionales vigentes en la materia a las nuestro país esté adherido o adhiera con el futuro.

Entiende en la propuesta de las normas adherida a estándares de calidad de todo órgano de propagación vegetal, así como instrumentar su cumplimiento.

### **Acciones**

- ✓ Efectúa la certificación nacional de semillas de las distintas especies, incluidas las plantas de vivero.
- ✓ Conduce el Registro Nacional del Comercio y Fiscalización de Semillas.
- ✓ Efectúa el control técnico de las exportaciones e importación de semillas.
- ✓ Efectúa el control del comercio de semillas para verificación de calidad, rotulado y autorizaciones para variedades con propiedad.
- ✓ Efectúa el seguimiento de las actuaciones por infracciones a la Ley de Semillas N° 20.247/73.
- ✓ Realiza los estudios necesarios para elaborar la propuesta de normas sobre estándares de calidad de todo órgano de propagación vegetal, instrumentando el cumplimiento de las mismas.
- ✓ Certifica la identidad varietal de las semillas destinadas al mercado externo de acuerdo a las normas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD).
- ✓ Atiende los reclamos de los Usuarios de Semillas.

**El Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RNCyFS)**, funciona en el ámbito de la Dirección de Certificación y Control del INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS, registrando a toda persona, física o jurídica, que importe, exporte, produzca semilla fiscalizada, procese, analice, identifique o venda semillas, conforme lo obliga la Ley N° 20.247.

Se entiende, a los efectos de la Ley citada, por “semilla” o “simiente”, a toda estructura vegetal destinada a la siembra o propagación, precisando a lo anterior, como todo órgano vegetal, tanto semilla en sentido botánico estricto, como también frutos, bulbos, tubérculos, yemas, estacas, flores cortadas y cualquier otra estructura, incluyendo plantas de vivero, que sean destinadas o utilizadas para siembra, plantación o propagación, de acuerdo a lo establecido en el artículo 2° de la Ley N° 20.247 y reglamentado por el artículo 1° inciso a) del Decreto N° 2183/91.

## **Funcion3: Control de Calidad**

- ✓ Controlar la calidad (física, fisiológica, genética y sanitaria) de los lotes de semillas que se comercializan en el mercado interno y en el mercado externo.
- ✓ Capacitar en el tema inherente al análisis de semillas a los Laboratorios Habilitados n el país, tanto en semilla botánica como en materiales de propagación vegetativa.
- ✓ Auditar a los laboratorios habilitados en el país de modo de asegurar la confiabilidad de los mismos ya que son los que llegan directamente al productor.

*El L.C.A.S es miembro de la International Seed Testing Association desde 1924. En el año 1999 ha logrado y mantenido la habilitación de esta Asociación (ISTA Q standard Semilla ISO 17025) para la emisión de Certificación Internacional de Ensayo de semillas. Además ha logrado la acreditación del Organismo Argentino de Acreditación en julio de 2008.*

Bibliografía de referencia: artículos técnicos, boletines, conferencias, página web:  
<https://www.argentina.gob.ar/inase> publicados por INASE.

### 3. GENETICA DE POBLACIONES: Dinámica

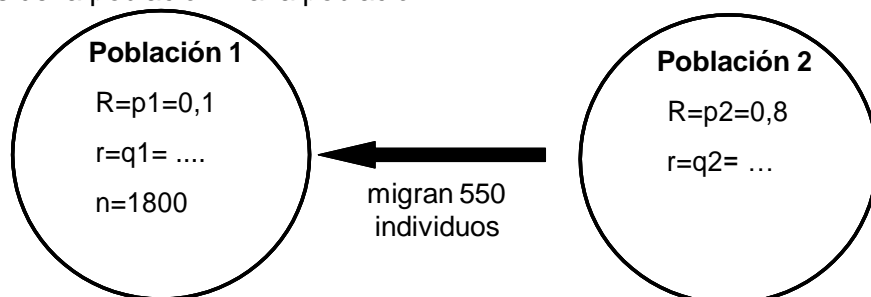
#### 3.1 Material didáctico: “Guía Conceptual sobre Genética de Poblaciones” (Estática y Dinámica)

(ver en Aula Virtual)

#### 3.2 Actividades:

- 1) ¿Cuándo decimos que una población se encuentra en equilibrio de Hardy-Weinberg?
- 2) Considerando un locus autosómico y una población grande y panmíctica:
  - a- ¿a qué procesos podría atribuirse la pérdida del equilibrio de H-W?
  - b- ¿cuántas generaciones de cruzamientos al azar son necesarias para alcanzar un nuevo equilibrio?
  - c- Una vez restablecido el equilibrio y suponiendo la frecuencia del alelo A ( $p=0,4$ ); calcular las frecuencias genotípicas de la generación siguiente.

- 2) a- Complete los datos faltantes en el gráfico y calcule la nueva frecuencia ( $q$ ) y el cambio de la frecuencia ( $\Delta q$ ) del alelo  $r$  en la nueva población combinada cuando migran 600 individuos de la población 2 a la población 1



- b- Suponiendo que la frecuencia del alelo  $r$  en la **Población 2** fuera 0,7. Calcule el cambio de la frecuencia ( $\Delta q$ ) de  $r$ , compare con el ítem a) y elabore una conclusión.
- c- Suponiendo que la frecuencia del alelo  $r$  en la **Población 2** fuera 0,3. Calcule el cambio de la frecuencia ( $\Delta q$ ) de  $r$ , compare con el ítem a) y elabore una conclusión.
- d- Con los datos del ítem a) suponga ahora que migran la mitad de individuos. Calcule el cambio de la frecuencia ( $\Delta q$ ) de  $r$ , compare con el ítem a) y elabore una conclusión.
- e- Indicar **V** o **F**. Fundamentar:

- ( ) Si en las poblaciones 1 y 2 la frecuencia ( $q$ ) del alelo  $r$  fuera 0,3 el  $\Delta q$  sería igual a 0  
( ) El cambio en las frecuencias alélicas luego de un proceso de migración depende únicamente de la tasa de migración

3) Suponiendo que la selección natural actúa en contra del alelo recesivo (t).

Datos:

$p(T) = 0,3$ ; dominancia completa.

a- Calcular las frecuencias alélicas luego de una generación de selección considerando  $s=0,1$  y  $s=0,9$ .

b- Comparar ambos resultados y elaborar una conclusión.

4) a- Definir aptitud ( $w$ )

b- Calcular el valor de aptitud ( $w$ ):

- n° de individuos en la **generación 1**: AA=80 Aa=90 aa=30

- n° de individuos en la **generación 2**: AA=110 Aa=200 aa=60

c- Analizar el resultado del ítem b) y opinar sobre la siguiente afirmación:

“siempre el genotipo de mayor  $w$  será el homocigota dominante”

5) Indique **V** o **F**.

( ) Los genotipos de mayor aptitud tienen  $w > 1$

( ) Si migran individuos de una población a otra con las mismas frecuencias alélicas, dicha migración no alterará el equilibrio H-W.

( ) La selección en contra del alelo recesivo con un  $s=0,1$  es menos eficiente que con un  $s=0,3$ .

( ) El genotipo de  $w = 1$  es el que aporta la mayor cantidad de descendientes a la siguiente generación

( ) En un caso de dominancia completa, si la intensidad de selección en contra del alelo recesivo es máxima ( $s=1$ ) el mismo podría ser eliminado en 1 generación.

## 4. GENETICA CUANTITATIVA

### 4.1 Material didáctico: “Guía conceptual sobre Genética Cuantitativa”

(ver en Aula Virtual)

### 4.2 Actividades:

1) Indicar **CL** (caracteres cualitativos) o **CT** (caracteres cuantitativos) según corresponda:

- ( ) alta influencia ambiental
- ( ) poligenes
- ( ) escasa influencia ambiental
- ( ) determinados por uno o pocos genes
- ( ) la variación presenta una distribución continua
- ( ) se pueden diferenciar en clases netas
- ( ) rendimiento
- ( ) para estudiarlos se utilizan conteos y proporciones
- ( ) forma de la corola
- ( ) para estudiarlos se utilizan parámetros como la media y la varianza
- ( ) presencia de lígula y aurículas
- ( ) porcentaje de lípidos en semillas oleaginosas

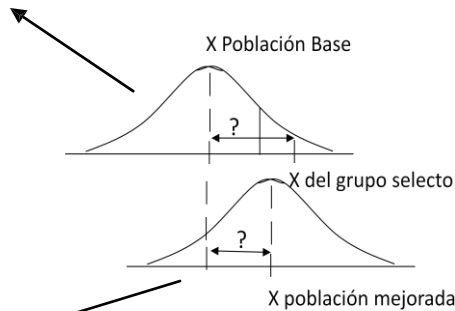
2) Indique **V** o **F**.

- ( ) En las líneas puras la  $V_F = V_G + V_E$
- ( ) En las líneas clonales  $V_F = V_E$
- ( ) Parte de la variación observada en F1 se debe a los distintos genotipos que la componen
- ( ) En F2  $V_F = V_G + V_E$ .
- ( ) Si  $(V_D + V_I) = 0$ , entonces  $V_G = V_A$
- ( ) Es posible estimar la  $V_E$  sólo con los datos de una población clonal
- ( ) Es posible calcular la heredabilidad de un carácter en la población F1.
- ( ) La heredabilidad de un carácter en una población será igual en diferentes ambientes

3) Indique  $h^2_r$ ,  $h^2_a$ , **DS**,  $h^2_e$ ,  $\Delta G$  o **N** (ninguno) según corresponda:

- ( ) Es la proporción de varianza fenotípica observada que se debe a la varianza genotípica.
- ( ) Es el % de genes que se transmiten a la descendencia.
- ( ) Es la diferencia entre la media de la población mejorada y la media de la población base.

( )



( )

( )  $? = \frac{VA}{VF}$

( )  $? = \frac{\Delta G_{\text{logrado}}}{DS}$

( ) Es la diferencia entre la media del grupo selecto y la media de la población base.

4) Se realizó un estudio de la longitud del grano en 2 líneas homocigotas de maíz (P1 y P2) y en las generaciones F1 y F2 derivadas de su cruzamiento. Los desvíos estándar (s) obtenidos a partir de los resultados experimentales fueron:

	P1	P2	F1	F2
<b>s</b>	1,25	1,43	1,30	1,93

- a- Calcular  $h^2_a$  y explicar qué significa el valor obtenido como resultado.
- b- En qué condiciones considera que la VE podría tender a 0. ¿Cómo afectaría a la heredabilidad?
- c- Calcular el  $\Delta G$  esperado si seleccionara el 5% ( $k=2,06$ ), 10% ( $k=1,76$ ) y 20% ( $k=1,4$ ) de individuos con mayor valor para el carácter en cuestión. Comparar los resultados y elaborar una conclusión.
- d- Opinar sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones:  
*“A menor presión de selección en la población base, mayor será el avance genético”*

*“A mayor presión de selección en la población base, menor será la variabilidad en la población mejorada”*

- e- Luego de un ciclo de selección (10%,  $k = 1,76$ ) se calculó la  $h^2_r=0,39$ . Calcular el  $\Delta G$  logrado. Comparar con el  $\Delta G$  esperado y justificar la diferencia.
- f- Calcular la  $h^2_e$  si  $b = 0,43$  siendo  $b$  el coeficiente de regresión de las progenies sobre los 2 progenitores.
- g- Conocidas la  $h^2_a$  y  $h^2_e$  ¿cuál utilizaría para estimar con mayor precisión el  $\Delta G$ ? Fundamente.

**5)** En un estudio del peso de 100 granos en dos variedades de soja (P1 y P2) y las generaciones F1, F2 y F3 derivadas del cruzamiento P1 por P2 se obtuvieron los siguientes resultados:

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
<b>s<sup>2</sup></b>	5,13	4,15	5,85	15,8	11,36

- a- Calcule los componentes de la varianza en cada una de las poblaciones (P1, P2, F1, F2 y F3)
- b- ¿En qué población hay mayor variabilidad genotípica?
- c- Calcule la Heredabilidad ( $h^2_a$ ) en las poblaciones en que la variabilidad genotípica sea  $\neq 0$
- d- Calcule el avance genético esperado ( $\Delta G$ ) si se seleccionara de la población F2 el 10% ( $k=1,76$ ) de individuos con mayor peso de 100 granos.
- e- Calcule el avance genético esperado ( $\Delta G$ ) si se seleccionara de la población F3 el 10% ( $k=1,76$ ) de individuos con mayor peso de 100 granos. Compare con el resultado del ítem d) y elabore una conclusión.
- f- ¿Qué implicancias tiene desde el punto de vista del mejoramiento genético los resultados de los incisos anteriores?
- g- Si la media del peso de 100 granos en la población F2 es de 22 g, cuál será el promedio esperado para este carácter de la población mejorada según el ítem d).
- h- Calcule la  $h^2_e$  en la población F2 si la  $VA=7,9$ . ¿A qué atribuye la diferencia entre  $h^2_a$  y  $h^2_e$ ?

- 6)**
- a- ¿Qué es la selección indirecta?
  - b- ¿Cuándo es recomendable su utilización?
  - c- El siguiente Cuadro presenta los valores de coeficientes de correlación calculados entre pares de caracteres medidos en cebada.

Analizar el siguiente Cuadro y luego responder o indicar **V** o **F** según corresponda (fundamentar brevemente):



Correlaciones fenotípicas (*r*) entre caracteres en cebada para grano

Atributos	X	D	S	Y	Z
D	-0,83**				
S	-0,82**	0,81**			
Y	-0,72**	0,69**	0,70**		
Z	-0,33ns	0,36ns	0,21ns	-0,15ns	
W	-0,04ns	0,25ns	0,19ns	0,63*	-0,13ns

Fuente: Hamid y Graffius (1978) ns: no significativo; \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ )

**Referencias:**

Diámetro del tallo (D)

Área foliar (S)

Nº de macollos fértiles (X)

Nº de granos por espiga (Y)

Peso por grano (Z)

Rendimiento en grano por parcela (W)

c.1 ( ) El diámetro del tallo está positivamente correlacionado con el número de macollos fértiles

c.2 ( )  $a > \text{área foliar} > \text{Nº de granos por espiga}$

c.3 ( ) Al seleccionar a favor de Nº de macollos fértiles el resto de los caracteres también aumentarían

c.4 ¿Mediante qué carácter podría realizar selección indirecta para mejorar el rendimiento en grano?

c.5 si el rendimiento en grano por parcela mostraran un *r* significativo pero de signo negativo con el % de proteína en malta (calidad), cómo procedería para obtener una buena variedad en rendimiento y calidad.

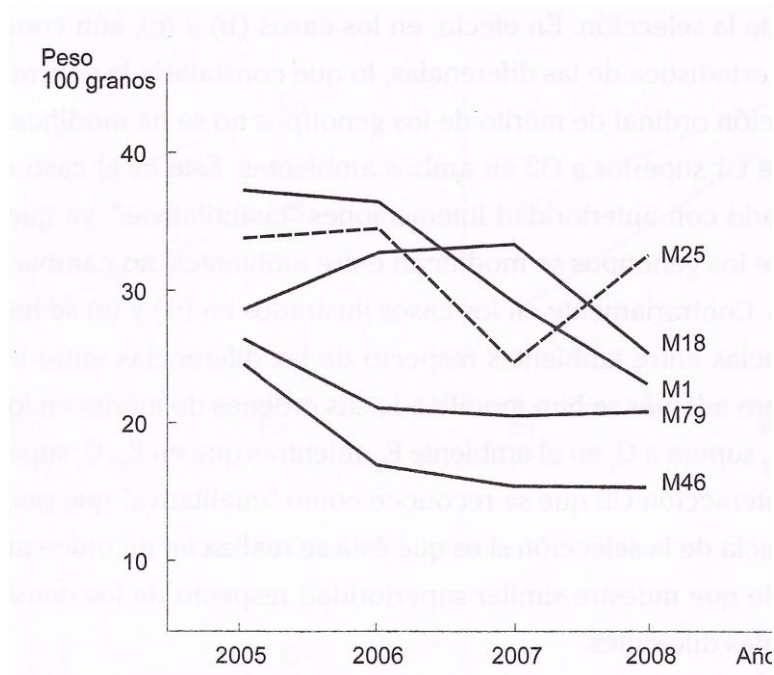
7) a- Definir Interacción G x E. ¿Es lo mismo que la norma de reacción? Fundamentar.

b- Teniendo en cuenta 2 variedades y 2 ambientes, graficar y definir:

- Una situación de interacción G x E cuantitativa
- Una situación de interacción G x E cualitativa
- Una situación donde no haya interacción G x E

c- La Figura muestra el comportamiento de 5 líneas de garbanzo probadas en cuatro años sucesivos en una única localidad experimental (Cerrillos, Salta). El carácter evaluado fue el número de granos por planta (Datos originales de J. Carreras, 2013).

Observando la figura, indique si las siguientes afirmaciones son V o F y justifique su respuesta.



- ( ) M79 y M46 presentaron un comportamiento inferior al resto de los genotipos en todos los años evaluados
- ( ) Existe interacción del tipo cuantitativo entre M25, M18 y M1
- ( ) Existe interacción de tipo cualitativo entre M79 y M46
- ( ) En un programa de mejora es importante evaluar los genotipos en distintos ambientes (años)
- ( ) En un programa de selección sería conveniente descartar el genotipo M25

## ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO (ver texto en pág. 43)

**8)** Analizar los resultados obtenidos en el siguiente ECR:

Valor del estadístico F (Análisis de la Varianza)

Fuente de variación	F
Bloque	45*
Cultivares (C)	23,4 *
Localidad (L)	1234 *
Años (A)	768
Interacción C x L	10,15 *

\*:  $p \leq 0,05$

Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Variedad	Rendimiento (kg/ha)
3	12400 a
7	11780 a
5	11450 a
1	11230 b
4	10870 b
6	9990 b
2	8780 c
8	8550 c

<sup>a,b,c</sup>: letras distintas indican medias con diferencias significativas

a- Indicar **V** o **F** según corresponda. Justificar.

- ( ) existen diferencias significativas entre los cultivares
- ( ) no hubo diferencias significativas entre años
- ( ) se detectaron diferencias significativas entre las localidades
- ( ) la interacción cultivar x localidad (C x L) fue significativa

b- Responder:

- .¿Todas las variedades se diferenciaron significativamente?
- .¿Cuáles fueron las de mayor rendimiento?
- .¿Qué implicancia agronómica tiene que la interacción C x L sea significativa?

## 5. POLIPLOIDIA APLICADA A LA MEJORA GENETICA

### 5.1 Material didáctico: Guía Didáctica para Clases Teóricas.

(ver en Aula Virtual)

### 5.2 Actividades:

Leer, analizar, discutir y sintetizar el material didáctico propuesto para resolver el siguiente cuestionario-guía:

- a) Mencionar 2 aplicaciones de los monoploides en la mejora genética.
- b) ¿A qué se atribuye la esterilidad de los monoploides y cómo se podría solucionar?
- c) ¿A qué atribuye la elevada esterilidad de los triploides? ¿existen en la naturaleza? ¿Cómo se multiplican?
- d) Mencionar 2 casos de triploides con aplicación práctica.
- e) ¿Qué es una quimera en los poliploides? ¿cómo se produce?
- f) ¿Qué caracteres morfológicos distinguen un autopoliploide de un diploide perteneciente a una misma especie?
- g) Los autopoliploides presentan la fertilidad reducida, ¿cómo se explica en el caso de un autotetraploide?
- h) Indicar ejemplos de especies en las que propondría la obtención de poliploides como estrategia de mejora genética
- i) Considerando una especie oleaginosa, ¿propondría la obtención de poliploides?
- j) Plantear los pasos en la obtención de triticales hexaploides y octoploides indicando las fórmulas genómicas y cromosómicas.
- k) Indicar el objetivo práctico en la obtención del triticales
- l) Indicar la fórmula genómica y cromosómica del *Triticum turgidum* y *T. aestivum*.

Indicar **V** o **F**:

- ( ) Si  $2n=4X=32$ ; entonces  $X=8$ .
- ( ) Los triploides producen frutos sin semillas
- ( ) Los monoploides son haploides de un diploide.
- ( ) El *Triticum aestivum* es un aloploiploide artificial
- ( ) El *Triticum turgidum* es un aloploiploide natural
- ( ) El *Triticale* es un aloploiploide artificial
- ( ) Al duplicar el número cromosómico de un monoploide se obtiene un individuo altamente homocigota aunque no en todos los loci.
- ( ) La manera más rápida y eficiente para obtener líneas puras diploides es la obtención de monoploides y posterior duplicación cromosómica

## 6. SISTEMAS DE REPRODUCCION

**6.1 Material didáctico:** Entrega bibliográfica sobre “Los sistemas de reproducción”.  
Cubero, J.I. 2003. En: Introducción a la Mejora Genética Vegetal, pp 141 - 144 y p 302.

**(ver en Aula Virtual)**

### 6.2 Actividades:

Resolver el siguiente cuestionario-guía:

- 1) Mencionar y explicar brevemente los sistemas básicos de reproducción en plantas. Ejemplifique cada uno de ellos.
- 2) ¿Cuáles son los mecanismos que favorecen la alogamia?
- 3) Considerando las características de las poblaciones de especies autóгамas y alógamas realice un cuadro comparativo teniendo en cuenta: uniformidad genética, variabilidad genética entre poblaciones, variabilidad genética dentro de poblaciones, adaptación a cambios en el ambiente, adaptación a un nicho ecológico específico.
- 4) Indicar **V** o **F**:
  - ( ) la cleistogamia conduce a la autogamia.
  - ( ) la fecundación cruzada es el sistema más primitivo de reproducción.
  - ( ) la mayoría de las especies actuales son autóгамas.
  - ( ) la autoincompatibilidad favorece la autogamia.
  - ( ) la protoginia conduce a la alogamia
  - ( ) si las flores de una planta son visitadas por insectos polinizadores es un indicio de alogamia
- 5) ¿Por qué es importante conocer el sistema de reproducción para la mejora genética?
- 6) ¿Qué es la apomixis y qué % de las plantas se reproduce por esta vía?
- 7) Indicar situaciones que permiten sospechar la presencia de apomixis.
- 8)

## 7. TECNICAS DE CASTRACION E HIBRIDACION

**7.1 Material didáctico:** Entrega Bibliográfica sobre “La hibridación”. “Los sistemas de reproducción”, Cubero J.I. 2003. En: Introducción a la Mejora Genética Vegetal. pp 179 - 181.

**(ver Aula Virtual)**

### **7.2 Actividades:**

Leer, analizar, discutir y sintetizar el material bibliográfico indicado y resolver el siguiente cuestionario-guía:

**1)** Marcar con **X** y ordenar los pasos pertinentes al procedimiento de castración e hibridación.

- (    ) extraer los estigmas
- (    ) extraer las anteras del parental “madre”
- (    ) juntar polen del parental “padre”
- (    ) tomar flores inferiores y superiores del parental madre
- (    ) selección de líneas parentales
- (    ) una vez extraído, el polen conserva la viabilidad por varios días
- (    ) aplicar polen sobre el estigma receptivo
- (    ) proteger la flor y etiquetar
- (    ) polinizar muchas flores en la misma inflorescencia

2) ¿Cuáles de los enunciados del ítem 1) asocia a las siguientes imágenes?



3) Indicar **V** o **F** para la técnica de hibridación manual según corresponda. Justificar.

- ( ) la T°C no afecta
- ( ) la presencia de un marcador dominante es útil
- ( ) siempre es necesario castrar
- ( ) el éxito es > si se hibridan distintas especies
- ( ) protocolo similar para todas las especies

**4) Responder:**

a- ¿Cuál es y cómo puede comprobarse el momento ideal para realizar la recolección de polen?

b- ¿Cómo comprobaría de manera experimental el estado ideal para polinizar las flores castradas?

c- ¿Cómo podría asegurar que coincidan los periodos de floración del parental “padre” y del parental “madre”?

d- ¿En qué casos recurriría a la técnica de rescate de embriones?

f- ¿Qué podría suponer si al realizar un cruzamiento interespecífico obtiene un éxito comparable al conseguido entre líneas de la misma especie?



## 8. METODOS BASICOS DE MEJORA

### 8.1 Material didáctico: Guía Didáctica para Clases Teóricas

**(ver en Aula Virtual)**

### 8.2 Actividades:

#### INTRODUCCION

- 1) Definir variedad o cultivar. ¿Cuáles son sus atributos fundamentales?
- 2) Opine sobre la veracidad de la siguiente afirmación y justifique:  
“Es necesario contar con una fuente de variabilidad para comenzar un programa de mejoramiento”
- 3) a- ¿Cuál es el desafío fundamental de la Mejora Genética?  
b- Enumerar las herramientas que permiten mejorar la eficiencia de selección.  
c- ¿Cuál de estas herramientas considera que es más eficiente para hacer inferencias sobre el genotipo?
- 4) ¿Utilizaría el rendimiento para identificar una variedad? ¿Por qué?
- 5) ¿Por qué es necesario realizar la selección en el ambiente en el cual se va a usar o en uno similar?
- 6) ¿Qué tipo de caracteres utilizaría para describir una variedad? ¿Por qué?
- 7) Definir brevemente los tipos de selección presentes en los distintos procedimientos conducentes a la obtención de variedades.
- 8) Diferencie selección negativa y positiva. ¿Son alternativas excluyentes de selección?

## 9. METODOS DE MEJORAMIENTO DE AUTOGAMAS

1) a- Clasifique los siguientes métodos de mejoramiento de autógamias según se inicie con un proceso de castración e hibridación (con hibridación) o no (sin hibridación)

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| (     ) Pedigree o genealógico | (     ) Conducción masal de poblaciones segregantes |
| (     ) Selección individual   | (     ) SSD o semilla única                         |
| (     ) Doble haploides        | (     ) Retrocruza                                  |
| (     ) Selección masal        |   |

b- Fundamentar por qué en algunos métodos se realiza previamente una hibridación.

2) Ordenar los pasos correspondientes en cada método de selección.

### Selección Masal:

- (     ) se obtiene una variedad-población
- (     ) siembra de la mezcla equilibrada de semillas de los mejores individuos para constituir la siguiente generación
- (     ) mezcla de semillas en = proporción de los mejores individuos seleccionados
- (     ) selección de los mejores individuos de la fuente de variabilidad

### Selección individual:

- (     ) siembra de las descendencias de los individuos seleccionados en líneas o parcelas separadas
- (     ) selección de un cierto número de individuos de la fuente de variabilidad
- (     ) selección entre líneas o parcelas
- (     ) se obtiene una variedad línea pura
- (     ) ensayos preliminares y micromultiplicación de semilla
- (     ) ECR ( $\neq$  años y localidades)

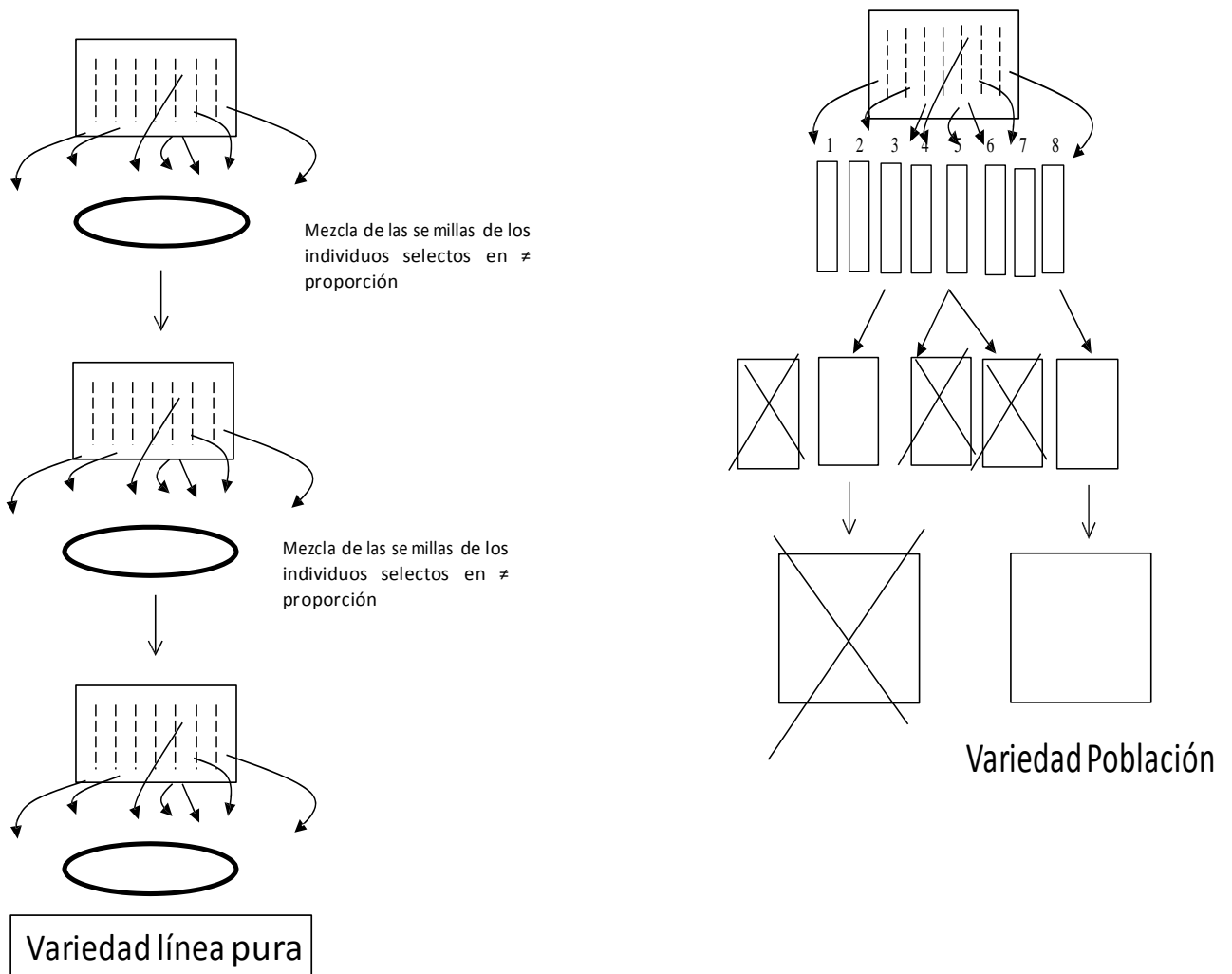
### Método Genealógico o del Pedigree:

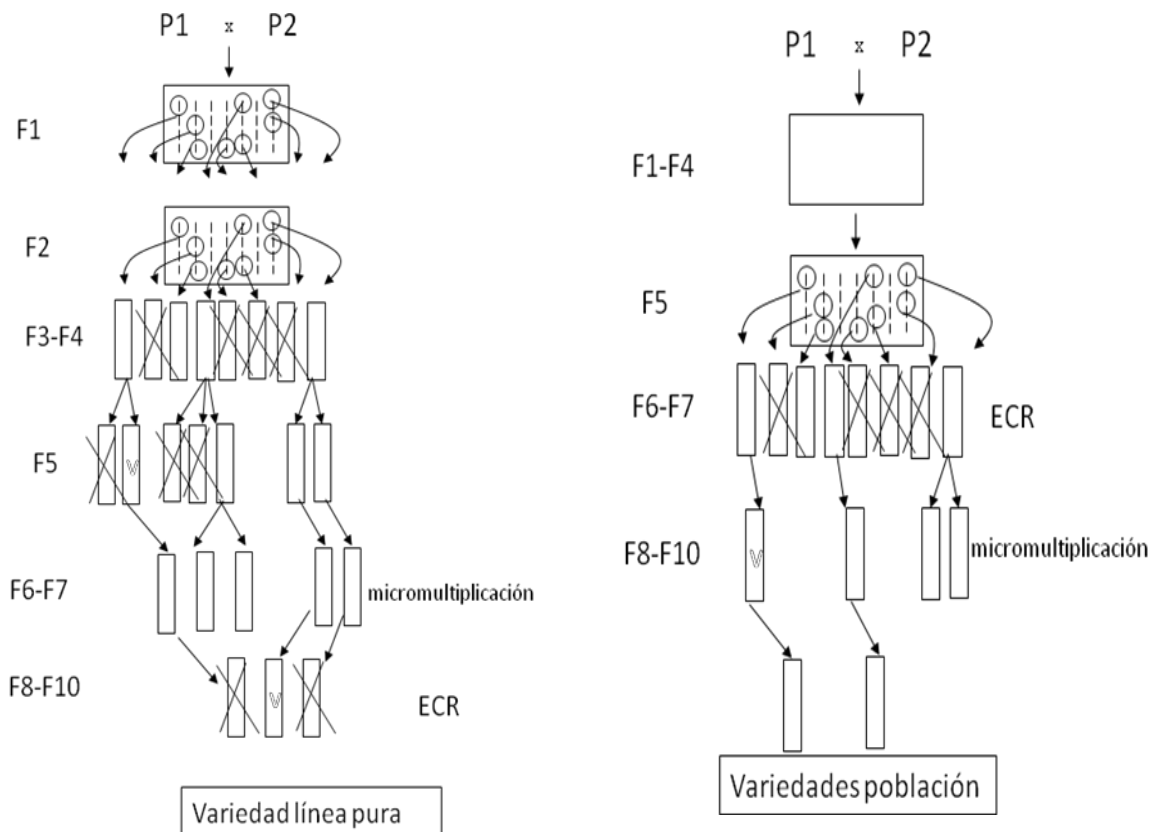
- (     ) F3-F4 siembra espaciada, selección combinada (entre y dentro de líneas o parcelas)
- (     ) siembra espaciada en F2, selección individual e inicio de registro genealógico
- (     ) castración e hibridación
- (     ) micromultiplicación de semilla en F6-F7
- (     ) siembra masal en F1
- (     ) Selección de parentales
- (     ) F5-F7 siembra espaciada entre líneas o parcelas y densa entre plantas
- (     ) selección entre líneas o parcelas en F6-F7
- (     ) se obtiene la mejor línea pura
- (     ) F8-F10 ECR

Conducción masal de poblaciones segregantes:

- ( ) castración e hibridación
- ( ) selección de parentales
- ( ) F1 a F4 siembra masal en densidad de cultivo
- ( ) en F7 selecciono entre líneas o parcelas según los resultados de ensayos preliminares
- ( ) F5 siembra espaciada y selección de las mejores plantas
- ( ) ensayos preliminares y micromultiplicación en F7
- ( ) producto final variedad línea pura
- ( ) con la semilla de las selectas en F5 siembro F6 en líneas o parcelas separadas
- ( ) F8-F10 ECR
- ( ) en F6 selecciono entre líneas o parcelas

3) Observar los siguientes esquemas, asociar a un método de mejoramiento y marcar lo que considera erróneo. Justificar.





4) Completar el siguiente cuadro comparativo.

	Comienzo de la selección artificial positiva (Ej. desde el inicio, en F2, en F3...)	Tipo de Selección realizada: (Ej. individual, entre parcelas, combinada, ninguna de ellas)	Producto final
Selección Masal			
Selección Individual			
Conducción Masal de Poblaciones Segregantes			
Método genealógico o del pedigree			

5) a-¿Qué es la selección estratificada? Explicar el procedimiento y aplicación.

9) Colocar para cada enunciado **SM** (Selección Masal), **SI** (Selección Individual), **CM** (Conducción Masal), **G** (Genealógico) o **N** (ninguno) según corresponda:

- ( ) método más antiguo
- ( ) control riguroso de la descendencia
- ( ) se obtiene el mejor genotipo existente en la fuente de variabilidad (sin hibridación)
- ( ) especialmente apropiado para caracteres de baja  $h^2$
- ( ) alta homocigosis en F5
- ( ) siembra espaciada en F1, selección de los mejores individuos
- ( ) se obtiene una mezcla de los mejores genotipos existentes en la fuente de variabilidad
- ( ) proceso muy largo y costoso
- ( ) se pueden perder genotipos valiosos pero de baja habilidad competitiva (ej. plantas < altura)
- ( ) permite poner la selección natural en función de los objetivos de mejora
- ( ) cruzamiento para complementación de caracteres

10) Esquematizar el método de **Retrocruza** para incorporar un **alelo recesivo** a una variedad con buenas características agronómicas indicando cuál es el progenitor donante y cuál es el progenitor recurrente.

## 10. METODOS DE MEJORAMIENTO DE ALOGAMAS

- 1) a- Enumerar los métodos de mejoramiento de alógamas e indicar **MP** (mejoramiento de poblaciones) o **AH** (aprovechamiento de la heterosis) según corresponda:

( ) ..... ( ) .....

( ) ..... ( ) .....

2) Selección masal:

- a- Explicar brevemente en qué consiste la selección masal y cada una de las alternativas para mejorar su eficiencia. ¿Qué tipo de variedades (variedades línea pura o variedades población) se obtienen tanto con este método como con sus alternativas?
- b- ¿Cuál es la ventaja de seleccionar antes de la polinización? Relacionar con el  $\Delta G$ . Enumerar al menos 2 caracteres a los cuales se pueda aplicar esta variante.
- c- La variante “antes de la polinización”, si se tratara de girasol ¿sería eficiente para mejorar rendimiento?
- d- ¿Cuál es la ventaja de realizar la prueba de descendencia?

3) Selección recurrente:

- a- Ordenar los pasos para:

SELECCIÓN RECURRENTE SIMPLE

- ( ) siembra de la semilla de autofecundación de los selectos en mezclas equilibradas para constituir la generación de recombinación
- ( ) con la semilla recogida en la generación de recombinación inicio un nuevo ciclo
- ( ) selección de los mejores individuos y embolsado de una parte para producir su autofecundación

## SELECCIÓN RECURRENTE CON EVALUACION DE DESCENDENCIA

Ej. maíz:

- ( ) siembra de la semilla de autofecundación de los selectos en mezclas equilibradas para constituir la generación de recombinación
- ( ) reserva de semilla de autofecundación identificando el individuo que le dio origen
- ( ) de los mejores luego de la evaluación de descendencia, tomo sus respectivas semillas de la reserva de autofecundación
- ( ) selección de los mejores individuos y embolsado para producir la autofecundación de 1 espiga de cada uno, dejando una 2da espiga sin embolsar para polinización libre
- ( ) con la semilla recogida en la generación de recombinación inicio un nuevo ciclo
- ( ) evaluación de descendencias de los individuos selectos (con la semilla de polinización libre)

b- Responder:

1. ¿Por qué se realiza la autofecundación de los individuos selectos?
2. ¿Para qué se realiza la generación de recombinación?
3. ¿Con qué semilla se realiza la evaluación de descendencia y por qué?
4. ¿Con qué semilla se conforma la generación de recombinación?
5. ¿Cuántos años dura un ciclo de selección recurrente simple y uno con evaluación de descendencia?

#### 4) Aptitud combinatoria:

a- Enumerar los métodos de estimación de la aptitud combinatoria e indicar **ACG** o **ACE** según corresponda:

- ( ) .....
- ( ) .....
- ( ) .....

b- Responder:

1. ¿Cuál es el objetivo de la ACG?
2. Esquematizar el método de Policruzamiento indicando los años de duración y en base a qué se determinan las mejores líneas (> ACG)

3. ¿Cuál es el objetivo de la ACE?
4. Esquematizar el método para su evaluación indicando los años de duración y en base a qué se determina la mejor combinación (>ACE)

c- Indicar a qué método de evaluación de aptitud combinatoria corresponden los siguientes pasos y ordenarlos:

(.....):

- ( ) sembrar las líneas a evaluar (luego serán castradas) rodeadas de un probador de amplia base genética (proveedor de polen para fecundación de las líneas en evaluación)
- ( ) sembrar por separado para evaluación las progenies de LE x probador
- ( ) recolectar las semillas de cada línea castrada por separado

(.....):

- ( ) recolectar las semillas mezclando aquellas procedentes de plantas con el mismo número de identificación
- ( ) sembrar las semillas mezcladas de las repeticiones de cada planta en parcelas separadas para evaluación
- ( ) sembrar varias repeticiones de las plantas a evaluar en una parcela con diseño aleatorio (identificar con el mismo número a las repeticiones de cada planta)

(.....):

- ( ) luego de la castración de las líneas usadas como madre realizar cruzamientos directos entre las n LE
- ( ) sembrar las n progenies híbridas para evaluar e identificar la mejor combinación de LE

**5) Variedades Híbridas (VH):**

a- Enumerar los tipos de híbridos existentes indicando el número de líneas endocriadas que los componen.

- ( ).....
- ( ).....
- ( ).....

b- Ordenar los pasos para la obtención de VH.

- ( ) mantenimiento de las líneas endocriadas
- ( ) evaluación de ACE
- ( ) protección de la propiedad intelectual y registro para comercialización



- ( ) evaluación de ACG
- ( ) obtención y mejora de líneas endocriadas
- ( ) multiplicación comercial
- ( ) obtención de la semilla híbrida

c- Se cruzaron 61 líneas endocriadas de maíz por la variedad Blanco Dentado (var BD) (Top Cross), resultando así la formación de 61 progenies. Para identificar aquellas líneas con mayor aptitud combinatoria general (ACG), las progenies fueron sembradas en un ensayo comparativo de rendimiento con 2 repeticiones.

En el **Cuadro 1** (ver pág. 34) se presentan los resultados del ensayo de rendimiento para cada una de las progenies obtenidas.

Se calcularon los siguientes parámetros estadísticos del ensayo:

media general: 5256,57 kg/ha;

s= 1472,95 kg/ha;

máx= 7806 kg/ha;

min=2165 kg/ha;

d.m.s. (diferencia mínima significativa) 5%= 1600 kg/ha

Para seleccionar las líneas superiores con las cuales realizará la evaluación de la aptitud combinatoria específica (ACE) el mejorador toma como criterio aquellas líneas que presenten un rendimiento significativamente superior a la media ( $> \text{media} + \text{d.m.s.}$ ).

En el **Cuadro 2** (ver pág. 35) se presentan los resultados de los Cruzamientos Dialélicos con las líneas seleccionadas por su buena ACG.

**RESPONDER:**

1. Esquematizar como sería el diseño de Top-Cross en el campo
2. De acuerdo al criterio del mejorador: ¿cuántas líneas participarán en la prueba de ACE?
3. ¿Cuántos cruzamientos deberá realizar?  $[n \cdot (n-1)]/2$
4. Determinar las líneas endocriadas que produjeron las 3 mejores combinaciones

**Cuadro 1. Topcross**

<b>Cruzamiento</b>		<b>Rendimiento de la Progenie (kg/ha)</b>
DK 747	x BD	7806
AW 190	x BD	7771
AX 882	x BD	7740
H 2740	x BD	7376
DK 684	x BD	7224
LT 622	x BD	7147
TRILENIUM	x BD	7123
LT 620	x BD	7009
EXP 2790	x BD	6990
LT 625	x BD	6949
AX 820	x BD	6835
AX 892	x BD	6745
NK 900	x BD	6703
AX 895	x BD	6519
MASS	x BD	6518
DK 670	x BD	6461
RIESTRA	x BD	6376
AM 8330	x BD	6287
MASS	x BD	6267
TORNADO	x BD	6262
PRIMUS	x BD	6253
EG 801	x BD	6157
NK 940	x BD	6041
ACA 2005	x BD	5835
NUTRIDENSE	x BD	5829
ACA 2006	x BD	5686
H 2765	x BD	5664
AM 8310	x BD	5582
NK 880	x BD	5545
KM 3601	x BD	5408
SPS 2722	x BD	5331
RIVAL	x BD	5299
ACA 2000	x BD	5081
AM 8323	x BD	4984
ACA 2002	x BD	4921
MASS 534	x BD	4838
OLYMPUS	x BD	4750
NUTRIDENSE 1	x BD	4730
PROZEA 30	x BD	4629
NUTRIDENSE 2	x BD	4605
CEDRIC	x BD	4585
AM 8325	x BD	4321
EM 6013	x BD	4305
ACA 2001	x BD	4271
OLYMPUS P	x BD	4032
FR 098	x BD	4024
ACA 2001	x BD	3981
EG 806	x BD	3867
KM 2411	x BD	3755
TRILENIUM 510	x BD	3740
RETACON 6	x BD	3690
FR LUNA	x BD	3496
TRILENIUM 515	x BD	3484
CANDEL	x BD	3340
IMPERIO	x BD	3335
IMPERIO1	x BD	3209
MILENIUM	x BD	3154
ALTO ACEITE	x BD	2975
BRETT	x BD	2948
MILENIUM 299	x BD	2698
PAYAGUA	x BD	2165

<b>Cuadro 2. Cruzamientos Dialélicos (rendimiento en kg/ha)</b>									
	X AW 190	AX 882	H 2740	DK 684	LT 622	TRILENIUM	LT 620	EXP 2790	LT 625
DK 747	10369	10208	9920	10408	6114	9113	8337	9632	4453
AW 190		10121	9661	10362	5761	8994	8209	9529	4447
AX 882			9580	10321	5740	8937	8055	9497	4278
H 2740				10400	5695	8692	7780	9346	4205
DK 684					5365	8691	7773	9320	3967
LT 622						8501	7582	9266	3931
TRILENIUM							7443	9497	3598
LT 620								8982	2886
EXP 2790									2850

**6) Variedades Sintéticas:**

- a- Definir variedad sintética (VS)
- b- Esquematizar la obtención de una VS en alfalfa
- c- Estimar el rendimiento de la F2 de dos variedades sintéticas de maíz (una compuestas por 12 líneas y otra compuesta por 6 líneas progenitoras) si el rendimiento promedio de todos los híbridos simples entre dichas líneas (F1= 8500 kg/ha) y el comportamiento medio de las líneas progenitoras fue P= 3800 kg/ha (Fórmula de Wright). ¿Cuál tendrá mayor merma de rendimiento al pasar de la F1 a la F2?.

**7) Analizar y comparar HS, HD, H3V, VS8 (8 parentales) y VS15 (15 parentales) de acuerdo a las siguientes características:**

- .aprovechamiento de la heterosis
- .uniformidad genética
- .rendimiento potencial en zona núcleo
- .posibilidad de multiplicación de semilla por el productor
- .estabilidad del rendimiento en zonas sub-óptimas
- .costo de la semilla
- .merma de rendimiento al pasar de F1 a F2

**8) Indicar V o F según corresponda. Justificar.**

- ( ) en la selección masal no se realiza aprovechamiento de la heterosis
- ( ) en el método de selección masal, seleccionar después de la floración implicará un mayor  $\Delta G$

- ( ) la prueba de descendencia baja la eficiencia del método de selección al requerir un año más de trabajo
- ( ) en la selección recurrente las semillas que se mezclan para constituir la generación siguiente proceden de plantas seleccionadas y polinizadas entre sí en la misma generación
- ( ) en la selección recurrente se evalúa la descendencia con la semilla de autofecundación
- ( ) un ciclo de selección recurrente simple dura 3 años
- ( ) la ACG puede ser determinada por el rendimiento de las líneas en la parcela de policruza
- ( ) la ACE es la capacidad de una LE en sí misma para producir semilla
- ( ) los parentales de las VS sólo se eligen por sus buenos caracteres agronómicos
- ( ) en alfalfa se recurre a VS en lugar de VH para aprovechar más la heterosis
- ( ) las VS tienen mayor flexibilidad genética que los híbridos, por lo que son más adecuadas para zonas subóptimas
- ( ) la semilla de un HS es la más cara
- ( ) los HD hacen un mayor aprovechamiento de la heterosis que los H3V
- ( ) el productor puede usar en un 2do año la semilla de un HS sin perder rendimiento

# 11. CUESTIONARIO GUIA SOBRE METODOS DE MEJORA PARA ESPECIES DE REPRODUCCION AGAMICA

(ver texto en pág. 40)

1) Responder:

- a- ¿Qué diferencia existe entre las especies de multiplicación asexual o vegetativa y las especies de reproducción asexual o apomícticas? Ejemplificar.
- b- ¿Qué es un clon?
- c- ¿Qué son las mutaciones de yema o somáticas espontáneas? ¿Cuál ha sido su importancia en la selección de especies de multiplicación vegetativa?
- d- ¿Cuál es la gran ventaja para el mejoramiento genético de las especies apomícticas?
- e- ¿Qué es la mejora de especies en forma compuesta? ¿Qué caracteres buscaría mejorar en estos casos?
- f- ¿Qué es la apomixia facultativa? ¿Cómo puede ser aprovechada en la mejora?

2) Indicar **V** o **F** según corresponda.

- ( ) en especies de multiplicación vegetativa siempre se comercializa un clon como producto final
- ( ) la selección clonal es equivalente a la selección individual (planta a línea en autógamias)
- ( ) para la mejora de especies de multiplicación vegetativa no es posible hacer uso de la reproducción sexual
- ( ) en la mayoría de las especies de multiplicación vegetativa la descendencia de semillas es homogénea conservando el tipo del parental
- ( ) la mejora, tanto de especies de multiplicación vegetativa como de especies apomícticas, sólo se puede realizar mediante selección clonal
- ( ) las plantas apomícticas no forman semillas
- ( ) mediante la apomixia se puede fijar la heterosis

## 12. CUESTINARIO GUIA SOBRE RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES

(ver texto en pág. 41)

1) Responder:

- a- Definir resistencia vertical y horizontal. Compararlas en cuanto a durabilidad, especificidad y tipo de herencia
- b- Definir la denominada relación “gen a gen”
- c- ¿Qué son las variedades diferenciales?
- d- Leer el siguiente ejemplo y responder:

“El trigo “Gabo” posee el gen de resistencia a la roya del tallo. Al tercer año de su introducción en Australia ya habían aparecido razas virulentas para ese gen”

- .¿a qué tipo de resistencia se hace referencia?
- .¿por qué puede haberse perdido?
- .¿cómo podría haberse evitado?

2) Indicar **V** o **F** según corresponda. Justificar.

- ( ) la resistencia es un carácter que normalmente es dominante respecto a susceptibilidad
- ( ) la virulencia es normalmente recesiva respecto de su alelo dominante para la avirulencia
- ( ) la base genética de la resistencia es únicamente monogénica
- ( ) la resistencia vertical es efímera
- ( ) genotipo del huésped AAtt y genotipo patógeno nnRR = resistencia
- ( ) genotipo del huésped AATT y genotipo patógeno nnRR = resistencia
- ( ) una variedad con resistencia horizontal será resistente frente a todas las razas de un patógeno

### 13. MEJORAMIENTO ANIMAL

1) Responder:

- a- Explicar qué significa que la estructura de cría animal sea de tipo jerárquica. Esquematizar.
- b- ¿Por qué el  $\Delta G$  obtenido en las cabañas padre o de elite se reduce a  $\frac{1}{4}$  en los rodeos comerciales?
- c- Explicar qué cambios ha producido la inseminación artificial en cuanto a la estructura jerárquica y el  $\Delta G$ .
- d- Explicar qué son los núcleos de selección y qué tipos se distinguen. Esquematizar.
- e- ¿Por qué se dice que los núcleos de selección “aislan” o independizan a la población de la estructura jerárquica?
- f- Definir valor de cría.

2) Analizar el siguiente cuadro y responder o indicar **V** o **F** (justificar) según corresponda:

*Correlaciones fenotípicas de caracteres carniceros*

	<b>PM</b>	<b>%GI</b>	<b>AOB</b>	<b>EGD</b>	<b>EGC</b>	<b>%CM</b>
Peso a la medición ( <b>PM</b> )	1	---	---	---	---	---
Porcentaje Grasa Intramuscular ( <b>%GI</b> )	0,06	1	---	---	---	---
Área de Ojo de Bife ( <b>AOB</b> )	0,46*	-0,07	1	---	---	---
Espesor de Grasa Dorsal ( <b>EGD</b> )	0,43*	0,18*	0,25*	1	---	---
Espesor de Grasa de Cadera ( <b>EGC</b> )	0,43*	0,17	0,23*	0,55*	1	---
Porcentaje de Cortes Minoristas ( <b>%CM</b> )	-0,27*	-0,19*	0,64*	-0,41*	-0,40*	1

\*:  $p \leq 0,05$

FUENTE: adaptado de Doyle Wilson, IOWA State University. Resumen de padres Angus 2007.

(Definición de %CM: cortes comerciales como el peceto, tortuguita, bola de lomo, lomo, cuadrada, cuadril, colita de cuadril y garrón).

- a- ( ) los animales más pesados tendrán un  $< \%CM$
- b- ( )  $a > AOB > \%GI$
- c- ¿Qué relación existe entre el engrasamiento y el %CM?
- d- ¿Qué carácter/es me permitiría/n mejorar el %CM?
- e- ( ) maximizando el AOB tendré  $> \%CM$

4) De una población base (PB; media AOB 58 cm<sup>2</sup>), se seleccionó un grupo de machos y hembras con una media de 70 cm<sup>2</sup> (GS). Sus descendientes presentaron una media de 63 cm<sup>2</sup> (PM). Calcular  $\Delta G$ , **DS** y  $h^2_a$  y esquematizar mediante las curvas de distribución de frecuencias.

5) a- Proponer un esquema de sustitución de razas mediante cruzamientos absorbentes.  
 b- ¿a qué método de mejoramiento en plantas se asemeja?

## MATERIAL DIDACTICO PARA ESTUDIAR Y RESOLVER CUESTIONARIOS GUIA

### 11. METODOS DE MEJORA PARA ESPECIES DE REPRODUCCION AGAMICA

**Multiplicación asexual o vegetativa:** son aquellas plantas que pueden reproducirse (y se reproducen de hecho) sexualmente, pero por motivos de técnica agrícola se prefiere hacerlo por esquejes, estacas, rizomas, tubérculos, injertos, etc. Ej: frutales, papa, frutilla, ajo, rosales, narcisos, café, té, vid, clavel, geranio, caña de azúcar, etc.

**Reproducción asexual o apomíticas:** el mecanismo sexual está anulado y/o bien aborta el proceso de formación del cigoto en todo o en parte, o bien los órganos sexuales se transforman en vegetativos. Ej: frambuesa, ajo, etc.

La mayoría de las especies de propagación vegetativa son **altamente heterocigotas**.

**Clon:** conjunto de individuos que derivan de otro por multiplicación asexual. Todos los individuos de un clon son genéticamente idénticos, pueden ser homocigotas o heterocigotas dependiendo del individuo del que derivan. La **selección clonal** consiste en elegir el clon idóneo, proceso equivalente a la selección de planta a línea descrito en autógamias.

**Mutaciones somáticas o de yema:** son cambios puntuales que afectan a un solo gen, permaneciendo todo el resto del genotipo idéntico al del individuo del que se obtuvo el nuevo clon. Producen ramas o tallos con caracteres notables que no pasan desapercibidos a un buen agricultor. Por ejemplo en frutales si se observan diferencias en los frutos de una rama (por mutación de yema) se multiplica dicha rama y se obtiene frutales idénticos a la planta madre en todo menos en esa característica.

En el caso de no encontrar las características buscadas en el material ya existente:

- a. Mutagénesis artificial aplicada a individuos, órganos (estacas, estolones, bulbos, ramas).
- b. Seleccionar entre los individuos obtenidos de semilla recolectadas de material fenotípicamente similar al buscado.
- c. Realizar cruzamientos entre formas próximas a las buscadas o entre parentales elegidos por sus caracteres complementarios.
- d. Aplicando técnicas de ingeniería genética.

**Mejora de especies en forma compuesta:** las especies de forma compuesta presentan un patrón (forma en contacto con el suelo) e injerto (parte productiva). Pueden ser de especies e incluso género diferentes. También existen los injertos intermedios cuando la variedad a injertar y el patrón no son compatibles (doble injerto).

- a. mejora del patrón (caracteres buscados): resistencia a enfermedades del suelo, encharcamiento, facilidad de propagación vegetativa o enraizamiento, vigor, compatibilidad con el injerto, calidad en relación con el injerto
- b. mejora de injerto: calidad, ciclo biológico, rendimiento.

Se puede sospechar la existencia de Apomixia (pero hay que confirmarla siempre) en algunos de los siguientes casos:

- Reproducción en ausencia de polen (aunque a veces se necesita polen para desencadenar el proceso apomítico)
- Uniformidad en F<sub>2</sub>
- Descendientes de fenotipo recesivo en un cruce entre una madre homocigota recesiva **aa** y un padre homocigota dominante **AA**.
- Alta fertilidad en materiales que no deberían mostrarla (triploides, poliploides recientes, etc.)
- Presencia constante de anomalías cromosómicas irregulares de generación en generación



- Existencia de varios embriones por semilla

Si no se obtiene el resultado deseado con la selección clonal, debe acudir a generar el máximo de variación por medio de la **apomixia facultativa**, tratando de conseguir reproducción sexual mediante condiciones ambientales apropiadas (luz, temperatura, etc.). Una **ventaja** de las especies apomícticas es que una vez conseguida la forma deseada, se reproduce por semilla aunque ésta sea, en realidad, un propágulo asexual idéntico a la planta madre como lo es una estaquilla, un bulbo, etc.

## **12. RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES**

(Adaptado de: Cubero J. I.. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal.)

Pueden distinguirse los siguientes tipos de comportamiento entre huésped y parásito

**1) Escape:** el ataque no se produce por falta de coincidencia de los ciclos del huésped y del parásito. No tiene carácter hereditario.

**2) Evitación:** existen mecanismos hereditarios que reducen la probabilidad de contacto entre el huésped y el patógeno, por ejemplo hojas erectas que limitan la deposición de esporas, follaje poco denso que evita la condensación, cleistogamia que impide la llegada del parásito a la flor.

**3) Tolerancia:** existe ataque y el patógeno se multiplica en el huésped sin daño o con daño soportable para éste. El huésped tolerante se comporta como un depósito de agentes patógenos. El término opuesto es sensible.

**4) Resistencia:** es la capacidad de la planta para restringir el crecimiento o la reproducción del patógeno una vez iniciado el contacto nutritivo. Hay síntomas de enfermedad y en el caso de insectos se llama antibiosis. El término opuesto es susceptible. La *inmunidad* es la máxima expresión de resistencia y supone la ausencia total de infección.

Es más exacto hablar de **reacción o respuesta susceptible** que de resistencia o susceptibilidad, ya que en realidad el resultado final observado es el de una interacción entre el huésped, el patógeno y el ambiente. Esto puede hacernos observar una reacción de resistencia en el huésped ante un mismo patógeno en ciertas condiciones ambientales y no en otras.

En la expresión del fenotipo correspondiente a la respuesta resistente intervienen no sólo el genotipo del huésped y el del parásito (ambos constituyen un *patosistema*), con complejas interacciones entre ellos, sino también una acción ambiental sobre cada uno de ellos y sobre dicha interacción, es en realidad el triángulo **huésped-parásito-ambiente** el que determina la aparición o la ausencia de enfermedad en el tiempo y en el espacio.

### ▪ Mecanismos de resistencia

Se pueden clasificar respecto al tipo de reacción en: Respecto al tipo de reacción en **estáticos** (pasivos o preexistentes): existen antes de que se produzca el ataque; y **dinámicos** (pasivos o inducidos): se activan con el ataque. Respecto a la naturaleza de la reacción en **estructurales** (pertenecen al cuerpo del huésped) y **bioquímicos** (sustancias existentes o formadas tras el ataque).

Estáticos estructurales: presencia de capas protectoras (cutinas, corcho), control de la apertura de estomas

Estáticos bioquímicos: compuestos químicos ya existentes (fenoles, proteínas de efecto antibiótico como arcelina y proteína Bt)

Dinámicos estructurales: formación tras el ataque de capas cicatriciales, deposición de gomas, formación de tilosa (proliferación de células que penetran en los vasos bloqueando la proliferación del patógeno).

Dinámicos bioquímicos: inhibidores bioquímicos como fenoles, fitoalexinas, eliminación de toxinas del patógenos, todos formados como consecuencia del ataque.

La **respuesta hipersensible** consiste en la aparición tras el inicio de la infección de zonas que se necrosan rápidamente y restringen el desarrollo del patógeno en una fase

temprana del mismo, sin daño para el huésped. La necrosis está ocasionada porque las células pueden morir a causa de agentes bioquímicos producidos por el huésped de forma dinámica como consecuencia del ataque del patógeno.

- Base genética de la resistencia

La resistencia del huésped reside en la acción de *genes de resistencia* y la virulencia del parásito se debe a *genes de virulencia* que le facilitan el ataque. La resistencia es un carácter que normalmente es dominante sobre susceptibilidad, y la virulencia es normalmente recesiva respecto a su alelo dominante para avirulencia. La **relación gen a gen** plantea que cada gen de resistencia en el huésped puede ver suprimido su efecto por la acción específica de un gen de virulencia en el parásito. La reacción de resistencia se da únicamente cuando en el huésped existe al menos un gen de resistencia y en el parásito el correspondiente alelo de avirulencia. Cualquier otra combinación resultará en reacción de susceptibilidad.

Genotipo huésped	Genotipo patógeno	reacción
RRnn	AApp	R
RRnn	aaPP	S
RrNN	aaPP	R

Ej. genes de resistencia R y N, genes de virulencia a y p. (la coincidencia de alelos dominantes en por lo menos uno de los genes determina resistencia)

Las **razas fisiológicas o patotipos** del parásito son las poblaciones del mismo que muestran diferencias en su capacidad de atacar una línea del huésped. Para cada especie de interés y para cada una de sus enfermedades existe una serie tipificada de **variedades diferenciales** (variedades o líneas del huésped que permiten distinguir o diferenciar a las poblaciones del parásito en relación con la capacidad de ataque de éste) utilizadas por los mejoradores de todo el mundo para conocer que raza o razas del parásito son las que están presentes en una determinada región y buscar los genes específicos de resistencia contra ellas.

Variedades diferenciales (líneas del huésped)			Razas del parásito
1	2	3	
R	R	S	=A
R	S	R	=B
S	R	R	=C

Los genes de resistencia pueden encontrarse en el núcleo (resistencia nuclear) o en organelas del citoplasma como por ejemplo en las mitocondrias (resistencia extranuclear o citoplasmática).

Se conocen casos de resistencia determinada por genes de efecto **cuantitativo**:

- monogénica** (un solo gen con varios alelos),

- oligogénica** (dos o más genes mayores actuando coordinadamente para producir resistencia)

y determinada por genes de efecto **cuantitativo**:

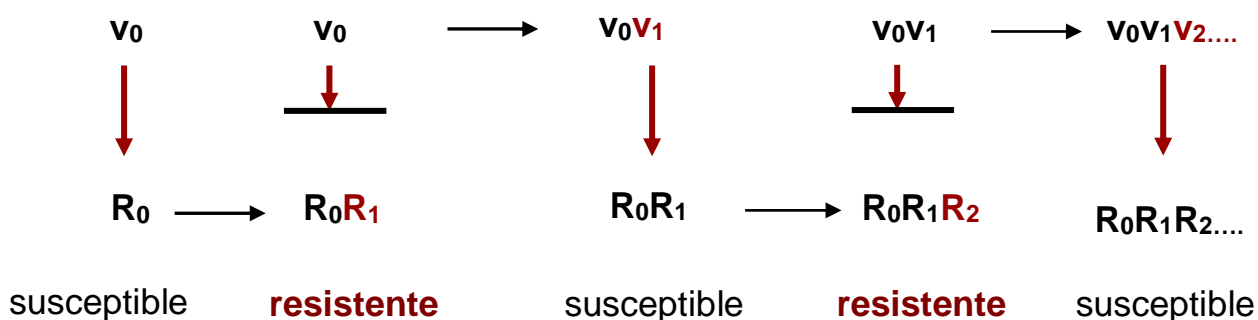
- poligénica** (un número indeterminado de genes menores).

En relación con los mecanismos de resistencia, los genes de efecto cualitativo son responsables de respuestas dinámicas estructurales, producidas como consecuencia del ataque, los sistemas poligénicos, de las defensas estáticas estructurales, y ambos tipos de control génico de las defensas bioquímicas (estáticas y dinámicas).

Cuando las diferentes variedades del huésped responden de distinta manera ante diversas razas fisiológicas del parásito se habla de **resistencia vertical**, diferencial, efímera o específica. Generalmente determinada por genes mayores.

Si una variedad se muestra siempre resistente o siempre susceptible ante diversas razas del patógeno se habla de **resistencia horizontal**, uniforme, general, estable, durable o de campo. Generalmente determinada por sistemas poligénicos.

La relación gen a gen nos explica el por qué se pierde la resistencia en una variedad resistente. Las relaciones huésped/parásito son dinámicas, debido a que éste busca penetrar en aquél ya que es su fuente de nutrientes y el huésped se defiende. Por ejemplo si partimos de un huésped que no tiene genes de resistencia x no haber sufrido nunca un ataque, cuando aparece el patógeno, la población del huésped se ve sometida a una **fuerte presión de selección**; la existencia de genes capaces de producir algún mecanismo estructural o bioquímico que impidan su destrucción son favorecidos por la selección natural ya que la planta que lo lleve dejará mayor número de descendientes; así aumenta en la población la frecuencia del primer gen de resistencia. Este gen de resistencia somete a la población del patógeno a una fuerte presión de selección que favorece la existencia de cualquier gen que permita superar esa barrera y así sucesivamente.



En el caso de poligenes podría decirse que existe un equilibrio bastante estable entre los sistemas de defensa y ataque, por ej la modificación en uno de los genes del parásito que permite un ataque ligeramente superior y por lo tanto una leve presión de selección en el huésped, que responde con un nuevo gen menor de resistencia que modifica de nuevo solo una pequeña porción de la respuesta total, por lo que la resistencia no es propensa a desaparecer como en el caso de los genes mayores. No se habla de respuesta “todo o nada” sino de grados relativos de resistencia.

Para lograr una mayor estabilidad de la resistencia vertical, tiene tanta importancia el aspecto genético (la existencia de genes de resistencia) como el manejo agrícola del cultivo. Cuando una variedad se siembra en grandes extensiones o repetidamente en un mismo lugar la resistencia vertical desaparece por el contacto continuo entre huésped y parásito (mientras más largo o intenso sea el contacto, mayor probabilidad de que el patógeno cree nuevas razas virulentas). Las rotaciones de cultivos, diversificación de variedades dentro de un mismo cultivo, empleo de multilíneas, mezcla de variedades, acumulación de genes en un cultivar contribuyen a prolongar dicha estabilidad.

### 13. EVALUACION DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO (ECR)

#### **Parcelas de observación y parcelas experimentales.**

Las *parcelas de observación* son lotes pequeños de uno o varios surcos en los cuales se cultivan variedades para su observación o para probar su rendimiento. Su tamaño varía de acuerdo con la especie, la cantidad de semilla disponible y la naturaleza de las observaciones que el mejorador desea realizar. Las parcelas de observación se utilizan cuando: a) la cantidad de semilla es limitada y b) cuando se va a probar un gran número de líneas.

La disponibilidad de semilla en la iniciación de los programas de mejoramiento genético es generalmente limitada y las líneas experimentales que necesita probar el mejorador son numerosas. Por tal motivo se utilizan parcelas de observación para la evaluación preliminar de la mayor parte de los materiales de los programas de mejoramiento. Como las parcelas son pequeñas,

se utilizan tanto para la siembra como para la cosecha instrumentos diseñados en especial para este propósito o se siembran y cosechan a mano.

Las *parcelas experimentales* son de tales dimensiones y forma, que se pueden sembrar y cosechar con la maquinaria ordinaria. Generalmente dichos lotes son largos y estrechos. En el caso de los cereales menores, las parcelas experimentales son generalmente del ancho de la sembradora y de una longitud de 30 a 90 metros. Como en este caso se utiliza la maquinaria ordinaria tanto para la siembra como para la cosecha, este tipo de parcelas simula mejor las condiciones de campo que las parcelas de los lotes de observación. Son muy valiosos como lotes de observación, ya que su tamaño facilita al mejorador realizar observaciones visuales respecto al comportamiento de cada variedad. Asimismo son muy útiles para la multiplicación preliminar de las semillas. Los lotes experimentales requieren de mayor cantidad de semilla y son más costosos que los lotes de observación para el ensayo de un determinado número de variedades. En general, los lotes experimentales se utilizan para probar solamente las mejores líneas experimentales y las variedades ordinarias, una vez que ha quedado demostrada la superioridad de cada línea o variedad en las parcelas de observación.

### **Principios en la técnica de los lotes experimentales.**

El propósito de llevar a cabo pruebas de comportamiento de variedades es medir sus rendimientos comparativos, su precocidad, altura, resistencia a enfermedades y otras características de las variedades o líneas experimentales de una determinada especie. Es fundamental que se incluya como testigo una variedad comercial bien adaptada con la que se compare el resultado que se obtenga con variedades y líneas experimentales. El error experimental en cualquier ensayo de campo puede proceder de variaciones al azar en el rendimiento de las líneas, o puede proceder de una técnica defectuosa o descuidada en la ejecución del experimento. Si el error es grande, el experimento resulta poco confiable para evaluar correctamente las variedades. Para poder obtener resultados de confianza y precisión, el experimentador debe seguir un procedimiento cuidadoso y ya probado que se lleva a cabo uniformemente con todas las líneas incluidas en el experimento, debiendo eliminar inclinaciones personales en el registro de datos y la interpretación de los resultados.

#### **A. Variabilidad del suelo.**

La heterogeneidad del suelo constituye una de las fuentes más universales de error en los experimentos de campo. Aun en áreas adyacentes, el suelo puede variar en fertilidad, drenaje o textura, tratamientos previos, que las plantas evaluadas cercanas pueden variar significativamente su fenotipo y por lo tanto su comportamiento. Por estas razones los lugares que se utilicen para los experimentos de campo deben seleccionarse cuidadosamente por su mayor uniformidad.

#### **B. Efecto de borde y competencia.**

Las plantas situadas en surcos adyacentes compiten por la humedad del suelo y por los nutrientes. Una variedad que crezca vigorosamente, puede afectar en forma adversa el comportamiento de otra variedad adyacente, especialmente si la humedad y los nutrientes son limitados. También por ej. las variedades altas pueden sombrear a las de menor tamaño de los surcos adyacentes, o puede haber diferencias en la resistencia a las bajas temperaturas, en la precocidad, en el hábito de crecimiento, etc. Por consiguiente, para lograr resultados precisos de rendimiento, es importante tener poblaciones uniformes de todas las variedades incluidas en el experimento.

Usualmente se establecen en los lotes de experimentación grupo de parcelas en bloques separados entre sí por calles. Las plantas que crecen en el extremo de los surcos o en los surcos exteriores son más vigorosas y productivas (están sometidas a una menor competencia) que las plantas del interior de las parcelas. Para eliminar el efecto de borde, frecuentemente se siembran surcos laterales, los cuales son eliminados antes de la cosecha. También se eliminan los extremos o cabeceras de las parcelas.

#### **Repeticiones.**

El rendimiento verdadero de una parcela individual puede ser mayor o menor que el rendimiento registrado, según cual sea la magnitud y dirección del error. Si el error se debe al azar, puede

esperarse que el rendimiento de las diferentes parcelas individuales de la misma variedad, fluctúen alrededor del rendimiento verdadero. Por esta razón, el rendimiento medio de varias parcelas de una variedad da una mejor estimación del verdadero valor que el rendimiento de una sola parcela. El número de veces que una variedad se repite en un experimento se denomina comúnmente número de repeticiones. Este puede variar según el diseño del experimento, la precisión que se desee en los datos de rendimiento y la cantidad de tierra y semillas de que se disponga. En la mayor parte de los ensayos de rendimiento, se establecen de 4 a 5 repeticiones. Las repeticiones proporcionan los medios para estimar la magnitud del error en cualquier experimento.

### **C. Variación por localidad y condiciones del tiempo.**

Las variedades se comportan en forma diferente en las distintas localidades y en los diversos ciclos. Consideremos como ejemplo un ensayo de variedades de soja en un suelo fértil en el que las variedades precoces fueron superadas en rendimiento por las variedades tardías, debido a que estas últimas utilizaron todo el tiempo favorable para su desarrollo. En una prueba similar localizada en un suelo arenoso solamente a unos cuantos kilómetros de distancia, las variedades precoces superaron en rendimiento a las variedades tardías debido a que en este suelo, con baja capacidad de retención de la humedad, hubo un período de sequía antes de la maduración de las variedades tardías, lo que no sucedió en el suelo fértil con alta capacidad de retención de humedad. En un año en el que la humedad fuera adecuada durante todo el período de crecimiento de la soja en ambos tipos de suelo, las variedades tardías superarían, en ambos casos, a las variedades precoces. O consideremos los rendimientos de dos variedades de un cereal de invierno. La variedad A es superior a la variedad B en inviernos benignos, pero es fácilmente dañada por bajas temperaturas. La variedad B es de mayor resistencia a los rigores invernales, y por lo tanto, en un invierno severo sobrepasará en rendimiento a la variedad A. Si las recomendaciones obtenidas durante un año de observación se basaran en los rendimientos obtenidos durante un año de observación, la recomendación de A o de B dependerán de la severidad de las condiciones del invierno en el año en que se efectuó la prueba.

Las variaciones en el comportamiento de las variedades en dos localidades distintas pueden deberse a diferencias en el suelo o a diferencias en el clima. Los ensayos de variedades se efectúan por lo tanto en varios lugares dentro de una región para determinar su respuesta a las diversas condiciones de suelo y clima. Como las variedades se comportan en forma distinta bajo diferentes condiciones de crecimiento, deben realizarse durante varios años para establecer la constancia de su comportamiento. En general, puede considerarse necesario realizar ensayos durante 3 a 5 años en diferentes localidades dentro de una región para que pueda recomendarse una nueva variedad con seguridad.

### **Diseño experimental.**

El diseño específico que se pueda utilizar en ensayos comparativos de variedades dependerá de la especie cultivada de que se trate, del número de variedades que se van a comparar, y de la precisión que se desee en los resultados. A continuación se describen los tres diseños más simples que pueden utilizarse. Los bloques al azar y los cuadrados latinos son tal vez los de mayor aplicación u más convenientes para los ensayos de variedades.

### **A. Bloques al azar.**

En un diseño en bloques al azar, todas las variedades aparecen en cada una de las repeticiones del experimento y quedan distribuidas al azar dentro de la repetición. Las repeticiones pueden colocarse de extremo a extremo u opuestamente una a otra, aun cuando generalmente es preferible que toda el área cubierta por el experimento tenga una forma tan aproximada a un cuadrado como sea posible. Un experimento en bloques al azar es simple y elimina las principales objeciones que pueden hacerse a la distribución sistemática. Para que puedan obtenerse resultados precisos, el uso del diseño en bloques al azar debe limitarse a los ensayos con un reducido número de variedades.

G	A	B	D Repetición 1	H	C	F	E
D	B	E	H Repetición 2	G	A	C	F
C	F	D	A Repetición 3	H	E	B	G
H	E	A	G Repetición 4	C	B	F	D

## B.

### *Cuadrados Latinos.*

En el diseño en cuadrado latino, el número de repeticiones es igual al número de variedades. Cada variedad aparece una vez en cada una de las repeticiones (hileras) y en cada columna. El número de variedades es limitado en el diseño de cuadro latino ya que debe existir el mismo número de repeticiones y de variedades. Este tipo de experimento compensa con mayor precisión las variaciones de suelo ya que las variedades quedan colocadas tanto en hileras como en columnas. Es también un diseño fácil de realizar desde el punto de vista estadístico.

Sin un establecimiento apropiado de las parcelas, es imposible calcular una estimación válida del error. Independientemente del diseño experimental para obtener resultados precisos, se requiere atención cuidadosa a la siembra, cosecha, trilla y determinación de pesadas. Ningún diseño o método de análisis de datos puede compensar un trabajo descuidado.

Diferencia necesaria para significancia.

En la publicación de los resultados sobre rendimiento de variedades es necesario indicar si las diferencias son no significativas (n.s.) o significativas indicando niveles de significancia (por ej. 5% o 1%). Esto se logra efectuando primeramente un análisis estadístico de los datos de rendimiento denominado Análisis de la Varianza (ANVA). Mediante este análisis, el fitogenetista puede saber si los rendimientos medios de las variedades son significativamente diferentes como grupo, pero no sabe si una determinada variedad difiere de la otra o de la variedad testigo dentro de dicho grupo. Para obtener esta información hay que efectuar pruebas estadísticas adicionales para la comparación de medias, como el test de Tukey o Duncan.

**Bibliografía consultada: Poehlman J.M. 1990. Capítulo 5: Técnicas para el mejoramiento genético de las especies cultivadas. pp 104-108. Mejoramiento de las Cosechas. Vol.I Editorial Limusa S.A. Mexico, D.F.**