



## Mejoramiento Genético

Dr. Marco Antonio  
López Carlos

Universidad Autónoma de Zacatecas  
Unidad Académica de Veterinaria y Zootecnia  
Veterinaria y Zootecnia

# SELECCIÓN



# DEFINICIÓN:

- Es el proceso biológico mediante el cual cierto tipo de individuos producen más descendientes que otros.
- Procedimiento mediante el cual ciertos individuos en una población son preferidos sobre otros para la producción de la siguiente generación.

# SELECCIÓN

- La selección es el mecanismo más importante para llevar a cabo el mejoramiento genético animal, ya que podemos dirigirlo y predecir con qué intensidad se obtendrá la respuesta a la selección que se haga.

# TIPOS DE SELECCIÓN:

- Selección natural: Es aquella en la que los individuos mas capacitados o adaptados al medio ambiente sobreviven y se reproducen, transmitiendo sus características a las siguientes generaciones.
- Selección Artificial: Es aquella en la cual el hombre decide que individuos se aparearan entre sí, de acuerdo a los fines específicos que se persigan.

# SELECCIÓN ARTIFICIAL:

- Es decir, a algunos individuos con características especiales se les permite producir más progenie que a otros.
- Se considera la principal herramienta para obtener un cambio y utilizar la variación genética en una población a través del tiempo.
- Esta ha sido utilizada por el hombre desde el inicio de la domesticación de los animales, creándose así las diferentes razas y líneas que existen en la actualidad.

## OBJETIVO:

- Cambiar las frecuencias génicas de tal forma que las combinaciones genotípicas producidas cumplan con las metas establecidas por el criador en un periodo de varias generaciones.
- Nota: La selección no crea nuevos genes, sino que se tiende a reducir la frecuencia de los alelos indeseables y aumentar la frecuencia de los alelos deseables.

## CARACTERÍSTICAS A SELECCIONAR

- Las características por las cuales el criador seleccionará serán aquellas para las cuales exista un interés productivo o estético, los cuales en general poseen importancia económica.
- Pueden ser: cualitativas o cuantitativas.
- Deben poder ser medidas en forma precisa
- Se prefieren las características correlacionadas positivamente con la producción.

# RESPUESTA A LA SELECCIÓN:

- El progreso genético ( $\Delta G$ ) a esperar dependerá de:
  - La heredabilidad de la característica o variabilidad debida a efectos genéticos.
  - La exactitud en la selección de individuos superiores.
  - La intensidad de selección (presión o diferencial de selección).
  - El intervalo generacional o tiempo transcurrido entre la producción de una generación y la siguiente.

# RESPUESTA A LA SELECCIÓN

- Fórmula simple:

- $\Delta G = h^2 * DS$ , donde:

- $\Delta G$  = Respuesta a la selección o progreso genético
- $h^2$  = Heredabilidad de la característica
- DS=Diferencial de selección

- $DS = \frac{(\mu_{MS} - \mu_{MH}) + (\mu_{HS} - \mu_{HH})}{2}$

- $\mu_{MS}$ = Promedio de los machos seleccionados
- $\mu_{MH}$ = Promedio de los machos en el hato
- $\mu_{HS}$ = Promedio de las hembras seleccionados
- $\mu_{HH}$ = Promedio de las hembras en el hato

- Comportamiento de la próxima generación =  $\mu$  hato +  $\Delta G$

# EJEMPLO

- Se desea conocer el progreso genético en un rebaño donde se quiere incrementar el peso al destete a los 90 días.
- Datos:
  - $h^2 = 0.25$
  - Peso promedio de machos seleccionados = 25 kg
  - Peso promedio de machos del rebaño = 20 kg
  - Peso promedio de hembras seleccionadas = 22
  - Peso promedio de las hembras del rebaño = 19
- Calcule el comportamiento en la descendencia

# RESPUESTA A LA SELECCIÓN

- Considerando una población

- $\Delta G = rap * \sigma g * i$ , donde:

- $\Delta G$  = Respuesta a la selección
- $rap$  = Exactitud de la selección
- $\sigma g$  = Variabilidad genética
- $i$  = intensidad de selección en términos de varianza

- $\sigma g = h^2 * \sigma p$  = Variabilidad genética: donde

- $h^2$  = Heredabilidad de la característica
- $\sigma p$  = Variabilidad fenotípica de la población

# RESPUESTA A LA SELECCIÓN

## ○ Valores de i:

- 1% = 2.66
- 2% = 2.42
- 5% = 2.06
- 10% = 1.755
- 30% = 1.16
- 40% = .966
- 50% = .800
- 70% = .497
- 90% = .195
- 100% = 0

Nota: Ver libro Genética cuantitativa de Falconer para más valores de i

# EJEMPLO

- Se desea conocer el progreso genético en un rebaño para peso al destete a los 90 días utilizando únicamente los individuos superiores (70% del rebaño) en  $\Delta G = rap * \sigma g * i$ .
- Datos:
  - $h^2 = 0.25$
- , donde:
  - $rap$  = Exactitud de la selección = 0.5
  - $\sigma g$  = Variabilidad genética =  $h^2 * \sigma p$
  - $\sigma p$  = Varianza fenotípica = 10000 gr
  - $i$  = intensidad de selección = .497
- Calcule el comportamiento en la descendencia
- ¿Cómo es la respuesta a la selección si utiliza el 90% del rebaño?

# RESPUESTA CORRELACIONADA

- Es el cambio genético ( $\Delta G$ ) esperado en una característica cuando se aplica selección para otra característica
- Puede ser positivo o negativo.
- Para esto debe existir una correlación genética entre ambas características.

# EJEMPLOS DE CARACTERISTICAS CON CORRELACIÓN GENÉTICA POSITIVA:

- (Cerdos) número de lechones nacidos con:
  - Número de lechones destetados
  - Peso de la camada al nacer
  - Peso de la camada al destete
- (Todas las especies) Peso al nacimiento con peso al destete.
- (Cerdos) Conversión alimenticia con grasa dorsal.

# EJEMPLOS DE CARACTERISTICAS CON CORRELACIÓN GENÉTICA NEGATIVA:

- (Cerdos) número de lechones nacidos con peso individual al nacer
- (Cerdos) Área del ojo de la chuleta con grasa dorsal
- (Bov. Leche) Producción de leche con fertilidad.
- (Bovinos) Circunferencia escrotal con edad a la pubertad
- (Ovinos) Tamaño de la camada al nacer con sobrevivencia

# FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA SELECCIÓN:

- Comportamiento o fenotipo del individuo (color, conformación y comportamiento).
- Pedigree o árbol genealógico.
- Comportamiento de parientes en línea ascendente (padres y abuelos), descendente (hijos, nietos, etc) y parientes colaterales (hermanos, medios hermanos, tíos y sobrinos).
- Nota: Cuanto más cercano el parentesco mas valiosa la información proporcionada.

# MÉTODOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA:

- Registros propios del animal (Fenotipo) o selección masal
- Pedigree
- Pruebas de progenie
- Pruebas de hermanos
- Pruebas de comportamiento
- EPD's

# REGISTROS PROPIOS DEL ANIMAL

## ○ Pros:

- Sencilla
- Económica
- Intervalo generacional relativamente corto
- Útil cuando la característica posee una alta  $h^2$

## ○ Contras:

- Baja exactitud si  $h^2$  es baja
- Algunas características son limitadas por el sexo y/o objeto zootécnico.
- Animales con cierto genotipo pueden desempeñarse más satisfactoriamente en un ambiente que otro.

# REGISTROS PROPIOS DEL ANIMAL

## ○ Aplicación práctica:

- Selección dentro del rancho
- Uso de índices porcentuales o ratios
- Importante definir grupos contemporáneos

# PEDIGREE

- Es simplemente un registro de los ancestros de un animal.
- En general debe considerarse que entre más cercanos son los parientes, la influencia es mayor.
- Registro genealógico ampliado: Es aquel que incluye un mayor número de generaciones o algunos datos de producción.
- Pedigree sucio: El término indica que alguno de los ancestros es portador de un gen recesivo indeseable.

# PEDIGREE

- El pedigree debe considerarse como un auxiliar pero nunca como el único criterio de selección.
- Pros:
  - Útil para características de mediana o alta heredabilidad.
  - Selección de animales jóvenes antes de que se conozca su desempeño.
  - Selección de animales con características similares.
- Contras:
  - La información es de valor limitado ya que los ancestros se desempeñaron en condiciones ambientales diferentes.
  - El hecho de provenir de ciertos ancestros no asegura la calidad genética de un individuo.

# PRUEBAS DE PROGENIE

- “La individualidad dice lo que el animal parece ser, el pedigrí lo que debería ser, pero las pruebas de progenie dicen lo que en realidad es”.

Legates y Warwick (1992)

# PRUEBAS DE PROGENIE

○ Predicción del valor genético de un individuo en base al comportamiento de su progenie.

○ Pros:

- Realmente representa lo que el semental transmite a su progenie
- Útil para detectar genes recesivos indeseables
- Útiles para características limitadas por el sexo

○ Contras:

- Funcionan solo para machos ya que dejan más descendencia.
- En hembras se requieren métodos especiales (MOET, IVF)
- Intervalo generacional puede alargarse
- Desaprovecha la información de otro tipo de parientes.

# PRUEBAS DE HERMANOS

## ○ Pros:

- Reduce intervalo generacional en mediciones directas de características de la canal con respecto a las pruebas de progenie.
- Buena exactitud con el uso de transferencia de embriones.

## ○ Contras:

- Alto costo en ganado bovino ya que requiere esquemas especiales de evaluación (TE)
- Desaprovecha la información de otro tipo de parientes

# PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

## ○ Pros:

- Fácil de entender por el productor
- Medio de exhibición y ventas

## ○ Contras:

- El comportamiento es influenciado por condiciones previas a la prueba
- Limitado a ciertas características
- Baja exactitud en características de baja heredabilidad
- Condiciones de prueba diferentes a las condiciones de desempeño posterior

# PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

- Condiciones de prueba:
- Corral, jaulas individuales (ovinos), extensivo.
- Duración de la prueba:
  - Bovinos: 112 a 140 d
  - Ovinos: 60 a 120 d
- Periodo de adaptación:
  - Mínimo 21 d
- Lotificación
  - Rangos no mayores a 90 d en bovinos y 60 d en ovinos
- Alimentación
  - Niveles adecuados de proteína y energía

# PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

## ○ Características evaluadas:

- Ganancia diaria durante la prueba
- Ganancia por día de edad
- Circunferencia escrotal
- Altura a la cadera
- Mediciones con ultrasonido
  - Área del ojo de la costilla
  - Espesor de grasa dorsal
  - Grasa intramuscular (marmoleo)
- Pruebas de fertilidad

# PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO

## ○ Alternativas a ganancia por día de edad:

- Ganancia diaria durante la prueba
- Índice porcentual (ratio) para peso al destete
- Comparación contra grupo contemporáneo para peso al destete

# EPD O DEP (DIFERENCIA ESPERADA EN LA PROGENIE)

- Modelos estadísticos que permiten comparaciones a través de hatos.
- Comparaciones dentro y a través de grupos contemporáneos.
- Mejor herramienta disponible para conocer el mérito genético de los animales.
- Solo se requiere contar con un programa de control de registros de producción a nivel asociación.
- Permite incorporación de otro tipo programas de evaluación genética.

# SELECCIÓN PARA CARACTERÍSTICAS MÚLTIPLES

- Al criador no solo le interesa mejorar una determinada característica, sino varias características a la vez.
- Una vez que se obtiene la información del animal en base al fenotipo individual o bien complementada con datos de sus parientes, es posible utilizar los métodos de selección para características múltiples.

# MÉTODOS DE SELECCIÓN PARA CARACTERÍSTICAS MÚLTIPLES:

- Selección tandem o escalonada.
- Selección por descartes independientes.
- Índices de selección.

# SELECCIÓN ESCALONADA

- La selección se realiza por una característica a la vez hasta obtener un nivel satisfactorio de la misma. Posteriormente se realiza selección por una segunda característica y luego por una tercera y así sucesivamente.
- Pros:
  - Efectiva en características correlacionadas positivamente.
- Contras:
  - Se lleva mucho tiempo para alcanzar un niveles óptimos en varias características.
  - El progreso alcanzado se pierde si las características se correlacionan de manera negativa.

# SELECCIÓN POR DESCARTES INDEPENDIENTES

- Consiste en poner límites mínimos para las características que se desea mejorar.
- Si un animal no cumple con el mínimo en cualquier característica es desecharlo automáticamente.
- El criterio para fijar los niveles de desecho debe considerar:
  - La heredabilidad de la característica
  - La importancia económica de las mismas
  - El número de animales disponibles para la selección

# SELECCIÓN POR DESCARTES INDEPENDIENTES

## ○ Pros:

- Efectiva en características de alta heredabilidad

## ○ Contras:

- Se desechan animales con características superiores aún y cuando la característica en la que no cumple sea de baja heredabilidad.

# ÍNDICES DE SELECCIÓN

- Consiste en combinar las características de interés, su índice de herencia y el valor económico neto de cada una.
- Objetivos:
  - Utilizar varias características para seleccionar por una sola.
  - Selección por el valor económico conjunto.
  - Predecir la respuesta correlacionada en cualquier característica.

# ÍNDICES DE SELECCIÓN

- Para construir un índice de selección se requiere conocer lo siguiente:
  - La varianza fenotípica en la población
  - El índice de herencia de los caracteres
  - Las correlaciones genéticas entre caracteres
  - El valor económico relativo para cada característica

# ÍNDICES DE SELECCIÓN

## ○ Pros:

- Elaborado adecuadamente es el mejor método de selección.
- Se selecciona por el valor económico conjunto.
- Relativamente fácil de calcular.
- Es posible incorporar varias fuentes de información

## ○ Contras:

- Difícil de generalizar un índice ya que:
  - Los valores económicos pueden variar entre regiones y países.
  - Los objetivos de cría pueden variar entre tipo de explotación, regiones y países.

## EJEMPLO DE ÍNDICES DE SELECCIÓN

- Índice para ganancia diaria de peso (GDP) y grasa dorsal (GD) en cerdos:
  - Indice =  $100 + 286.6(\text{GDP en kg}) - 39.4 (\text{GD en cm})$

# SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES (MAS)

## ○ Importante para :

- Características de baja  $h^2$  (ej: reproductivas)
- Difíciles de medir en el animal vivo (canal)
- Limitadas por el sexo (Producción de leche)
- Medidas en la progenie de los animales a evaluar
- Mediciones a una edad temprana

# SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES (MAS)

○ Utilidad relativa de MAS en relación a la selección mediante mediciones del fenotipo (Pi) (Peterson *et al.*, 1991):

- Si  $h^2$  es baja  $\Rightarrow$  MAS es mas efectiva que Pi
- Si  $h^2$  es media  $\Rightarrow$  MAS igual de efectiva que Pi
- Si  $h^2$  es alta  $\Rightarrow$  MAS no ayuda en nada

# SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES (MAS)

- Ejemplo de importancia económica:
- Cuesta \$25,000 dlls probar un toro joven
- Solo 1 de cada 10 toros jóvenes permanece activo en IA
- ∴ MAS es útil en reducir costos de prueba y acortar el tiempo de evaluación en toros para IA.