

UNIDAD TEMÁTICA 1: AVICULTURA INDUSTRIAL

Tema N° 2: Mejoramiento genético.

Concepto

El mejoramiento genético es un proceso continuo que tiene por finalidad *adaptar* el potencial genético de una población a los requerimientos del mercado, a los problemas sanitarios y a las nuevas modalidades de manejo y alojamiento.

La adaptación implica lograr poblaciones con un genotipo promedio superior aumentando la frecuencia de genes deseables o redistribuyendo los genes en combinaciones genotípicas más productivas. Los atributos necesarios para la mejora genética incluyen variabilidad, repetibilidad y heredabilidad.

La meta es lograr aves más eficientes, de manera de obtener una disminución de los costos de producción.

Base animal

Actualmente, de las más de 10.000 especies de aves que existen, sólo unas pocas son consideradas aves domésticas o de corral: gallina (*Gallus gallus domesticus*), pavo (*Meleagris gallopavo*), pato doméstico (*Anas platyrhynchos domesticus*), pato criollo (*Cairina moschata*), ganso (*Anser domesticus*), gallina de Guinea (*Numida meleagris*) y codorniz (*Coturnix coturnix*). De todas ellas, la gallina es la especie más antigua del grupo de las aves de corral que es empleada en los sistemas intensivos de producción avícola y la más importante desde el punto de vista comercial.

Concepto

La base animal hace referencia a las especies y categorías étnicas empleadas en los sistemas de producción, constituyendo un pilar fundamental en la división de las cadenas de valor avícola de mayor importancia cuantitativa: producción de carne y huevo.

Por lo tanto, se hace necesario describir los aspectos sobresalientes que permiten establecer las diferencias entre las categorías étnicas (raza, variedad, estirpes y líneas) con especial énfasis en las aves de corral.

Definiciones

Raza

Constituida por individuos que tienen características morfo-fisiológicas comunes, debidamente definidas, y algunos caracteres propios de productividad y comportamiento, basados en genes responsables de esas características. Los animales que constituyen la raza suelen tener un origen común, documentado desde su creación.

Variedad

Constituye una clasificación incluida dentro de la raza. Aunque no exclusivamente, en la mayoría de los casos (sobre todo en avicultura) se trata de variantes en el color del plumaje dentro de una misma y definida morfología. Además de los aspectos morfológicos externos, las diferentes variedades dentro de una misma raza pueden estar mejoradas para la producción de carne o la producción de huevo.

Estirpes

Se trata de una población cerrada de animales de una raza concreta, creada por un avicultor o empresa, que presenta particularidades tanto morfológicas como productivas, que la distinguen de otras estirpes de la misma raza. Se debe destacar que la estirpe es un conjunto

de animales con una **determinada proporción de genes en homocigosis para algunos caracteres**.

Las características propias de cada estirpe se logran mediante esquemas de mejoramiento definidos. Eventualmente y al tener características de una población cerrada, la consanguinidad aumentará progresivamente. No hay norma fija sobre el número de individuos que constituyen una estirpe. En avicultura, el número se halla entre 2000 a 3000 aves, con planteles de 25 a 30 machos con 250 a 300 hembras.

Líneas

Se trata de un número reducido de individuos (dentro de una estirpe), entre los cuales se practican apareamientos concretos y definidos, **generalmente orientados a lograr algunos resultados zootécnicos puntuales** (p. ej. resistencia a enfermedades).

Al tener un número de aves muy reducido, la consanguinidad de la línea tiende a ser bastante alta.

Líneas consanguíneas

En este caso, el patrimonio genético de sus integrantes es idéntico o muy semejante. En estas se practica consanguinidad cerrada (hermanos entre sí, padres con hijos) durante varias generaciones. Su proceso de obtención y mantenimiento es muy dificultoso, debido a las mermas significativas en los índices de reproducción, sumados a la falta de vigor de los individuos. El número de animales que las representan es muy reducido. Actualmente han caído en desuso debido a los efectos adversos de la depresión endogámica.

Híbridos

Los denominados ***híbridos comerciales*** son poblaciones mestizas producto del cruzamiento terminal entre estirpes o líneas con bajos niveles de consanguinidad obtenidas a través del proceso de mejoramiento genético. Estos híbridos son productos (y propiedad intelectual) de empresas genéticas, dueñas de las estirpes genéticas puras y son la ***base animal*** utilizada en los sistemas industriales intensivos de producción avícola.

Evolución

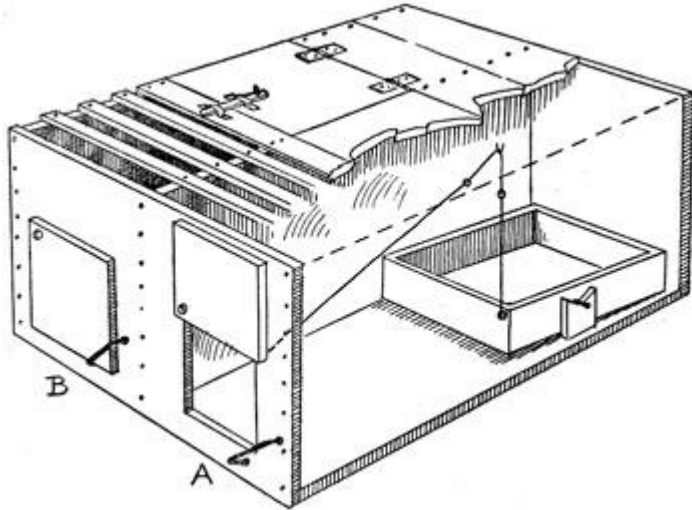
*Desde comienzos del siglo XX, ocurrieron más cambios en el mejoramiento genético avícola que en todo el período anterior, desde que ocurriera la domesticación de la especie (hace unos 8.000 años). La experiencia de innumerables razas y variedades fue la característica sobresaliente de la avicultura hasta las primeras décadas del siglo XX. A pesar de no conocerse las Leyes de Mendel, la formación de las razas y variedades no tuvo dificultades debido a que la selección se basaba en caracteres simples, de alta heredabilidad y poco influidos por el medio ambiente (color del plumaje, tipo de cresta, etc).

*La creación del nido trampa en el año 1920 por Pearl, Rice y Dryden en los Estados Unidos de Norteamérica, marcó una nueva tendencia en cuanto al criterio de la selección, pues mediante este dispositivo se inicia el desarrollo del mejoramiento basado en la selección por productividad.

El Nido Trampa tiene un mecanismo que hace que las gallinas al entrar a realizar la oviposición quedan atrapadas dentro del mismo, lo que posibilita registrar la performance individual de las gallinas de un lote. En las primeras etapas de la utilización del sistema las aves eran identificadas mediante un anillo colocado en el ala o en una de las patas permitiendo llevar un registro preciso de su producción individual. El mejoramiento genético iniciado en esta época, sienta las bases de la empresa avícola moderna industrial, en la que se destacan aspectos tales como producción de huevos, conversión alimenticia, incubabilidad, etc., que implican un mayor esfuerzo de selección por tener que trabajar con un número muy alto de individuos y no con un grupo de aves que actúan como reproductores superiores.

En la actualidad se utilizan chips (transponder) que transmiten en forma automática a un receptor y mediante un sistema computarizado se elabora la base de datos referente a la postura individual, registrándose al mismo tiempo el huevo que luego de ser puesto rueda hasta un tubo que se encuentra por detrás del nido y que posee sensores automáticos.

Ejemplo de nido trampa



*Hacia fines de la década del 30 e inicio de la década del 40 se especializa la producción avícola en aves de doble propósito y productoras de huevo. Desde ésta época data el desarrollo de líneas que se destacaron dentro de su raza por las características de producción. En producción de huevos para consumo se destacó la raza Leghorn variedad blanca con las líneas Babcock, Kimber, Dryden. En las de doble propósito las razas Rhode Island colorada, New Hampshire, etc. (carne y huevos) con las líneas Hubbard, Warren, Harco. Al principio de la década del 40 para la producción de carne se mejoraron la Raza Cornish para línea paterna y Plymouth rock variedad blanca para línea materna. Algunas de estas líneas perduran en la actualidad.

*Hacia fines de la década del 40, tomando como base los trabajos realizados para la obtención del maíz híbrido por Schull en 1905, Henry Wallace comenzó el método de la *cría endogámica* para la obtención de los híbridos comerciales en avicultura. Este método se basaba en lograr, mediante consanguinidad estrecha (hermanos entre sí) un alto grado de homocigosis (12 generaciones) llegando a la formación de *líneas homocigotas*. Posteriormente se practicaban hibridaciones simples entre las líneas consanguíneas y luego un último cruzamiento entre los híbridos simples para obtener el *doble híbrido* utilizado en las granjas comerciales. En las líneas consanguíneas se obtenía un alto grado de pureza para después, mediante el cruzamiento de las mismas, obtener descendientes superiores en los que se manifestaba el vigor híbrido proveniente de la heterosis. Dicha heterosis siempre ocurre al combinarse genes de distinto origen, lo importante es lograr la combinación genética adecuada que se expresará con mayores índices de producción respecto a otros híbridos que ya existen en el mercado. La obtención de un híbrido de calidad superior requería una gran esfuerzo de prueba y error hasta obtener la combinación adecuada, la cual se lograba luego de miles de intentos de cruzamientos entre líneas (término medio: 1250), lo que, sumado al descenso importante de los índices de producción que ocurría por la consanguinidad estrecha (baja producción de huevos, fertilidad e incubabilidad) hizo que este método haya sido paulatinamente desplazado por la selección de estirpes puras poco sanguíneas.

*En 1948 se mejoró la raza Cornish (Cornish variedad blanca), al mismo tiempo que la Plymouth Rock (Plymouth variedad blanca). Estirpes derivadas de ambas razas participan aun

en la actualidad en la obtención del pollo parrillero. El cruzamiento de las mismas logra aves más eficientes, estableciendo un nuevo método o modelo de producción de pollos para carne.

*En la actualidad, debido a los elevados costos que significa la obtención de nuevos híbridos comerciales adaptados a las cambiantes exigencias del mercado consumidor, la producción de éstos se halla en manos de pocas empresas (el 80% de las matrices de híbridos es provisto por 3 empresas).

Pirámide genética

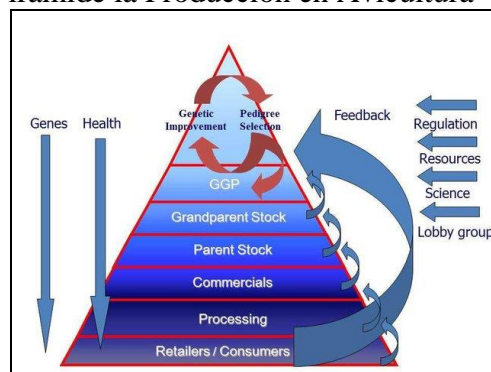
La producción de aves está formada por estructuras piramidales en cuyos vértices se halla siempre una Granja de Selección, que son las unidades productoras de estirpes puras y que mantienen una gran variabilidad genética. En estos establecimientos se mantienen las aves con pedigrí que conforman el núcleo genético, en las que se aplican los diferentes métodos de selección de acuerdo a los parámetros priorizados para cada estirpe o línea.

En una línea pura la compañía de genética, selecciona entre un 5 y 6% de las aves pertenecientes a esa población para mantener la siguiente generación de la línea. La selección emplea todos los métodos de uso corriente en la actualidad y se realiza sobre la base de caracteres considerados importantes desde el punto de vista productivo y del bienestar animal por el genetista de la empresa. Del remanente de las aves del núcleo genético, el 40 al 60 % son destinadas a la utilización como aves bisabuelas, sobre las cuales se realiza una selección fenotípica (masal). Estas bisabuelas todavía son líneas puras, poseen similar arquitectura genética que las aves del núcleo, razón por la cual las compañías rara vez venden esta categoría étnica a sus clientes; sin embargo, cuando el comprador produce grandes números de reproductores, lo más razonable es la compra de bisabuelos a la compañía genética (efecto multiplicador).

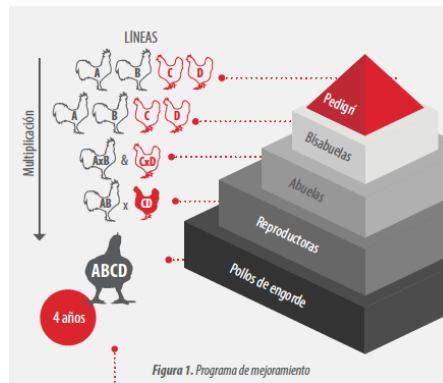
Las granjas de multiplicación corresponden por un lado a las que efectúan la multiplicación de bisabuelos, de abuelos y por otro lado a las que multiplican los padres de los híbridos entre sí. Se denominan de multiplicación porque cada una de ellas genera un aumento exponencial de la generación siguiente, ensanchando la base la pirámide. De esta manera, en el caso de la producción de carne, de una población de 400.000 aves de estirpes puras (35 a 40 estirpes a nivel mundial), se producen 400.000 millones de pollos parrilleros.

Finalmente, en la base de esta pirámide se encuentran las Granjas Comerciales que se dedican a la producción de los híbridos.

Pirámide la Producción en Avicultura



Fuente: 8th European Symposium on Poultry Genetics. World's Poultry Science Association (WPSA)



Genotipos que intervienen en la formación de los híbridos

En la actualidad son pocos los genotipos utilizados en la obtención de los híbridos comerciales tanto para carne como para huevos.

a) Producción de huevos para consumo:

Las estirpes o líneas que intervienen en la formación de los híbridos productores de huevo se dividen en dos grupos:

Livianas: el color de la cáscara del huevo es blanco al igual que las plumas y orejillas de las gallinas adultas. A este grupo pertenecen las estirpes y líneas derivadas de la raza *Leghorn* en su variedad blanca (originaria de Italia y perfeccionada luego en Inglaterra y EEUU).

Semi-pesadas: son empleadas para la producción de huevos de color de cáscara marrón. Entre ellas son utilizadas en la actualidad estirpes y líneas derivadas de las razas *New Hampshire*, *Rhode Island colorada*, *Plymouth rock barrada* (todas de origen Norteamericano) y *Sussex* (de origen Inglés).

b) Producción de carne: las líneas paternas derivan de la raza *Cornish o Indian Game*, variedad blanca, ave de tipo pesado de origen oriental y mejorado en Inglaterra.

La línea materna es la raza *Plymouth rock variedad blanca (White rock)*.

Parámetros para la selección de aves productoras de huevos

En los núcleos de selección se utilizan animales con registro genealógico que incorporan un amplio número de caracteres de interés para la producción, siendo los más conocidos los que se señalan a continuación:

a) *Alta tasa de reproducción en el stock parental* (Baja heredabilidad).

b) *Baja mortalidad* (Baja heredabilidad)

c) Máxima producción de huevos. Este carácter se expresa como número de huevos puestos por una gallina en un periodo de tiempo. El mejoramiento basado en este carácter, ha dado por resultado que las ponedoras de huevos para consumo pasaran de una producción de 150 huevos por ave/año en el año 1950 a 350 huevos actualmente.

Los componentes de este parámetro que tienen mayor importancia en selección son:

- *Madurez sexual temprana*: se logra fácilmente por selección, pues es altamente heredable, pero tiene el inconveniente de estar correlacionada negativamente con el tamaño del huevo y la persistencia en la postura. A pesar del grado de heredabilidad, el ambiente -luz y alimentación- ejercen influencia sobre esta característica.

- *Intensidad o tasa de postura*: se relaciona con el ritmo de postura, que a su vez depende de la tasa de maduración folicular.

- *Persistencia en la postura*: es el período de tiempo de puesta de una gallina durante su primer año de postura. Existen diversos sistemas de medición del factor, el cual depende de un solo gen dominante. La forma más simple de medir el carácter es registrando el último día de

puesta cuando se trata de lotes de aves nacidas el mismo día. Cuando las aves se encuentran individualizadas se registra la edad de la gallina al momento de poner el último huevo.

d) *Óptimo tamaño de huevo*: es un carácter altamente heredable. Se busca obtener pocos huevos chicos al comienzo del ciclo y un tamaño no muy grande al final del mismo.

e) *Cáscara resistente*: La creciente mecanización de la recolección de los huevos aumenta la importancia de esta característica.

f) *Reducido tamaño corporal*: La gallina ideal es aquella que tiene el menor peso compatible con un tamaño de huevo óptimo. Por cada 100 g adicionales de peso corporal por sobre el estándar de la línea, el consumo de alimento por día aumenta en 3 g.

g) *Máxima eficiencia alimenticia*: Estrechamente ligado al anterior. Para este parámetro la selección es indirecta y se basa en máxima producción de huevos y menor tamaño corporal.

h) *Resistencia a los agentes infecciosos y a las enfermedades en general*, la baja mortalidad es un carácter heredable dentro de una estirpe por lo cual es un criterio utilizado en la mayoría de los programas de selección. Ha sido utilizado con éxito en el control y erradicación de algunas de las enfermedades infecciosas de las aves como la Leucosis aviar.

i) *Ausencia total de cloquez*, es un carácter relativamente fácil de seleccionar, ya que participan dos pares de genes dominantes complementarios (A y C) cuya presencia conjunta determinan la producción de la hormona prolactina que es la responsable de la aparición de la cloquera.

j) *Buen emplume*, en aves productoras de huevo por lo general se emplean aves que portan el carácter del emplume rápido.

Parámetros para la selección de pollos parrilleros

Son los siguientes:

a) *Crecimiento rápido*: se expresa como la mayor ganancia de peso en un determinado período de tiempo. La evolución alcanzada en este sentido se pone en evidencia al comparar los guarismos de años anteriores respecto a la actualidad: en el año 1950, para lograr un ave de 2 kg hacían falta 3 meses, en cambio actualmente, en 42 días se logra el mismo peso corporal.

b) *Conversión alimenticia*: es la cantidad de alimento requerido por unidad de ganancia de peso. Las mejoras logradas en esta variable han sido obtenidas principalmente en función de las mejoras en la ganancia de peso.

c) *Conformación corporal*: el pollo parrillero debe tener un buen tamaño, sobre todo en las partes consideradas de mayor valor en el mercado (pechuga y muslo). En cuanto a la estructura ósea, ésta debe ser lo más liviana posible, lo cual plantea una dificultad para la selección, pues el peso corporal se correlaciona positivamente con un esqueleto pesado.

d) *Color de plumaje*: viene determinado genéticamente y se prefieren las variedades blancas. El color de la piel depende en parte de factores genéticos y en parte de los pigmentos de la dieta. Hay mercados que prefieren la piel de color amarillo (EE.UU., España, Argentina, Italia) y otros la prefieren blanca (Inglaterra).

e) *Grasa abdominal*: se está convirtiendo en uno de los mayores problemas de los mercados consumidores. El objetivo es bajar el porcentaje de grasa sin interferir en el peso de la masa corporal, ya que ambos se encuentran correlacionados positivamente.

f) *Temperamento tranquilo*: la selección por este carácter aumenta la eficiencia alimenticia: la actividad física innecesaria aumenta el consumo de alimento en un 10 %.

g) *Resistencia al estrés*: al ser cada vez más industrializados e intensivos los sistemas de producción, el estrés físico se convierte en una barrera fisiológica a la producción.

Algunos genes dominantes y sus alelomorfos recesivos

Carácter dominante

- Cresta rosa (R)
- Plumaje barrado (B) (*)
- Plumaje plateado (S) (*)
- Emplume lento (K) (*)
- Piel blanca

Carácter recesivo

- Cresta simple (r)
- No barrado (b) (*)
- Plumaje Dorado (s) (*)
- Emplume rápido (k) (*)
- Piel amarilla

(*) **Genes ligados al sexo (cromosomas X)**

Porcentajes estimados de heredabilidad

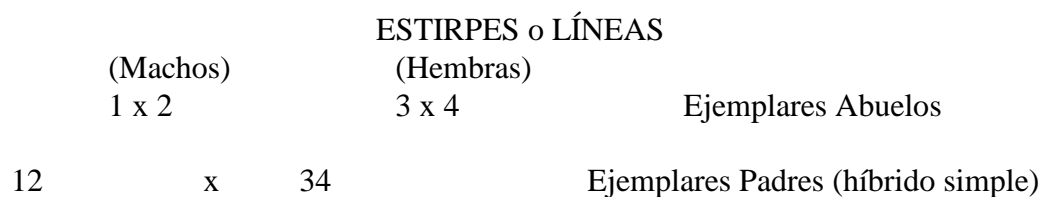
<i>Carácter</i>	<i>% de heredabilidad</i>
* Viabilidad del pollito	5
* Viabilidad del adulto	10
* Edad madurez sexual	25
* Largo de quilla	20
* Peso corporal del adulto	55
* Producción de huevos	15
* Peso del huevo	55
* Calidad de cáscara	25
* Forma del huevo	60
* Calidad de la albúmina	25
* Fertilidad	5
* Incubabilidad	10
* Peso del pollo a las 6 semanas	45
* Consumo total de AB	70
* Conversión alimenticia	35
* Carne de pechuga	10
* Deposito de grasa	50
* Rendimiento de canal	45

Métodos de producción de híbridos comerciales

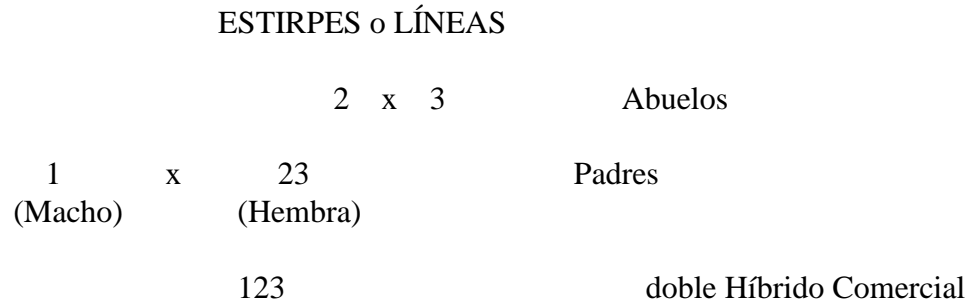
En la actualidad, los cruzamientos utilizados para la obtención de híbridos comerciales se efectúan entre estirpes provenientes de distintas razas.

En general, los métodos de producción de híbridos comerciales en avicultura se dividen en dos:

Cruzamiento doble de 4 vías: es el más aconsejado por el mayor choque genético. Parte de 4 estirpes para llegar al híbrido comercial, de acuerdo al siguiente esquema:



Cruzamiento doble de 3 vías: en este caso se trabaja con 3 estirpes puras.



La madre debe provenir siempre de un cruzamiento anterior, es decir, debe ser un híbrido simple, no así el padre que puede ser una estirpe pura de características superiores.

Cruzamientos aplicados para la obtención de híbridos comerciales

1) *Híbridos para la producción de huevo blanco*: se utilizan estirpes o líneas derivadas de la raza Leghorn, que dan por resultado un híbrido comercial de plumaje blanco.

2) *Híbridos para la producción de huevo marrón*

El padre proviene de un cruzamiento entre estirpes o líneas puras derivadas de la raza *New Hampshire* o de la *Rhode Island colorada*. La madre proviene de un cruzamiento entre estirpes o líneas puras derivadas de la raza *Plymouth Rock variedad barrada* o de la raza *Sussex armiñada*. La madre puede también pertenecer a una población sintética blanca.

3) *Híbridos para la producción de carne aviar (pollos parrilleros)*

El padre proviene de una de una línea, de una estirpe pura o de un cruzamiento entre estirpes o líneas puras derivadas de la raza *Cornish variedad blanca* y la madre es un cruzamiento entre dos líneas o estirpes derivadas de la raza *Plymouth Rock variedad blanca*.

Métodos de sexado

En la producción avícola industrial es necesario identificar y separar los machos de las hembras al momento del nacimiento, esto se lleva a cabo mayoritariamente mediante distintos métodos de sexado que se fundamentan en la combinación de los cromosomas que determinan el sexo en las aves domésticas (cromosoma Z y W) y en la expresión de genes ligados al sexo. En las aves, el macho es homogamético (**ZZ**) y la hembra es heterogamética (**ZW**) a la inversa de lo que ocurre en los mamíferos. El sexado genético consiste en utilizar una línea paterna y una línea materna que difieran en algún gen ligado al sexo, con el alelo dominante presente en la línea materna y el recesivo en la paterna. Los genes más usados son el de la *velocidad de emplume* y el del *color del plumaje*. Este tipo de cruzamiento es comúnmente denominado autosexante.

*En la producción de huevos blancos se emplean líneas y estirpes que presentan diferencias genéticas en el crecimiento relativo de las plumas primarias y sus cobertoras al momento del nacimiento. Las hembras de la estirpe o línea materna son portadoras del gen dominante de emplume lento lo que permite distinguir el sexo en la progenie mediante la observación directa durante las primeras doce horas de vida. En este cruzamiento las hembras del híbrido

comercial presentan, al momento del nacimiento, plumas primarias más largas que las cobertoras en las alas, mientras que en los machos ambas plumas (primarias y cobertoras) son del mismo tamaño.

El cruzamiento responde al siguiente esquema:

	Macho		Hembra
	(Estirpe o línea derivada de la raza Leghorn)		(Estirpe o línea derivada de la raza Leghorn)
Cromosomas	$Z(e)Z(e)$		$Z(E)W$
Gameto	$Z(e)$	x	$Z(E) W$
Híbridos obtenidos	$Z(e)Z(E)$ (Macho)	y	$Z(e)W$ (Hembra)

*En la producción de huevos de color también se utilizan los cruzamientos denominados *autosexantes*, que hacen posible diferenciar al nacimiento los machos de las hembras mediante aspectos fenotípicos que dependen de un gen ligado al cromosoma sexual **Z** de la madre.

Cruzamiento Barrado/No Barrado: consiste en el cruzamiento de líneas o estirpes paternas provenientes de las razas New Hampshire o Rhode Island colorada y líneas o estirpes maternas de la raza Plymouth rock barrada.

El carácter B (barrado) se halla ligado al cromosoma Z por lo tanto el genotipo de la gallina *Plymouth Rock barrada* es **Z(B)W**.

El cruzamiento responde al siguiente esquema:

	Macho		Hembra
	(New Hampshire o Rhode Island colorada)		(Plymouth Rock barrada)
Cromosomas	ZZ		$Z(B) W$
Gameto	Z	x	$Z(B) W$
Híbridos obtenidos	$ZZ(B)$ (Macho)	y	ZW (Hembra)

Los pollitos machos tienen el plumón negro y una mancha amarilla blanquecina sobre la cabeza (*gen barrado*), presentan el pico y las patas de color amarillo (*piel blanca*), estas aves no tienen destino comercial y se eliminan. Las pollitas hembras tienen el plumón negro uniforme con picos y patas de color negro y cuando llegan a adultas su plumaje es negro con algunas plumas rojas en el cuello y en el pecho.

Cruzamiento Plateado/Dorado: Consiste en el cruzamiento de líneas o estirpes paternas provenientes de las razas New Hampshire o Rhode Island colorada y líneas o estirpes maternas derivadas de la raza Sussex armiñada, portadora del *gen plateado* (*S*) que diferencia el color del plumón al nacimiento. Actualmente se utiliza una población sintética blanca también portadora del *gen plateado* (*S*) ligado al sexo y del *gen inhibidor de color* (*I*) que elimina las plumas negras convirtiéndolas en blancas.

	Macho (<i>New Hampshire o Rhode Island colorada</i>)		Hembra (<i>Sussex armiñada</i>)
Cromosomas	ZZ		Z(S)W
Gameto	Z	x	Z(S) W
Híbridos obtenidos	ZZ(S)	y (Machos)	ZW (Hembras)

Cuando se utiliza la Sussex armiñada los pollitos machos son de color amarillo y las hembras de color marrón; cuando estas llegan a adultas, tendrán un plumaje colorado con plumas negras en la cola y alas.

	Macho (<i>New Hampshire o Rhode Island colorada</i>)		Hembra (<i>Sintética</i> <i>blanca</i>)
Cromosomas	ZZ		Z(S+I)W
Gameto	Z	x	Z(S+I) W
Híbridos obtenidos	ZZ(S+I)	y (Machos)	ZW (Hembras)

Cuando se utilizan líneas Sintéticas blancas portadoras del gen inhibidor de color, los pollitos machos son de color amarillo y las hembras de color marrón; cuando estas llegan a adultas, tendrán un plumaje colorado con plumas blancas en la cola y alas.

**En la producción de carne por lo general se realiza el sexado mediante cruzamientos que incluyen el gen de emplume lento. En este cruzamiento la estirpe materna posee dicho carácter ligado al sexo permitiendo su diferenciación mediante el largo de las plumas primarias y sus cobertoras.*

	Macho (<i>Cornish</i>)		Hembra (<i>White rock</i>)
Cromosomas	Z(e)Z(e)		Z(E)W
Gameto	Z(e)	x	Z(E) W
Híbridos obtenidos	Z(e)Z(E)	y (Machos)	Z(e)W (Hembras)

Futuro del mejoramiento

Concepto de ingeniería genética o genética molecular

Desde que las compañías genéticas comenzaron a aplicar conceptos de genética de poblaciones (hacia finales de la década del 40), el progreso ha sido constante, desde el uso inicial del nido trampa, al uso de computadoras de alta velocidad de procesamiento de la información, pero siempre con el criterio de *identificar, seleccionar y multiplicar* aquellas aves superiores. En este sentido, la investigación (hasta hace unas dos décadas) ha sido eminentemente aplicada, es decir, orientada a obtener resultados de producción basándose en el proceso de mejoramiento aplicado. En la actualidad, en cambio, se nota una nueva dirección en materia de mejoramiento genético: la **genética molecular, ingeniería genética y manipulación del ADN**.

En genética tradicional, lo óptimo es seleccionar 50% de la población, pero en la práctica, en la producción de carne se selecciona solo el 1 al 10% y en ponedoras el 10 al 20% (en este caso, los machos se seleccionan sobre la base de los datos de producción de sus hermanas)

Por tanto, podemos decir que hasta ahora, los programas de mejoramiento genético y de reproducción han funcionado sin el uso de ningún conocimiento del ADN. Estos programas convencionales se apoyan en inferencias estadísticas sobre la información genética portada por candidatos seleccionados (ver más adelante). Mediante experimentos se ha encontrado que ciertos rasgos son hereditarios a un mayor o menor grado y los programas de selección tradicionales se han sofisticado mucho, combinando la información proveniente del comportamiento de los candidatos seleccionados y muchos de sus familiares, para obtener predicciones muy seguras sobre la información genética de la que esos individuos son portadores. No obstante ello, esta información constituye sólo un indicio de la verdadera información genética que el individuo posee (la exactitud de la estimación lograda por el método tradicional fluctúa entre el 15 y 75% aproximadamente).

La aplicación más prometedora de la ingeniería genética se basa en la posibilidad de conocer y revelar toda la información genética contenida en el ADN, y que los animales transmiten a su descendencia. A partir de este conocimiento, se puede asegurar la transmisión de los mejores grupos de información. Incluso se puede tratar de diseñar y “fabricar” la información genética deseada.

En el campo de la avicultura, actualmente se disponen de dos tipos de técnicas de genética molecular: los marcadores genéticos y el mapa genético, y la transferencia genética.

La primera es una técnica que utiliza los marcadores genéticos y se emplea como apoyo de los programas tradicionales de selección genética.

La segunda consiste en la manipulación genética con transferencia o inyección de genes foráneos y la producción de animales transgénicos; constituyen las denominadas “técnicas invasivas”, y su aplicación en el campo de la avicultura es aún incipiente.

a) *Marcadores de genes*: Es una técnica de ingeniería genética que se está utilizando mucho como complemento a las técnicas de mejoramiento convencional.

Los marcadores de genes sirven para crear un mapa genético del pollo, en el cual se define la localización en los cromosomas de un gran número de genes de interés. Al seleccionar un marcador genético, se está seleccionando un segmento del cromosoma en el cual existen genes cuya expresión tiene importancia zootécnica.

El problema consiste en identificar los marcadores que están relacionados a determinadas cualidades, lo cual se determina mediante estudios de asociación (entre el carácter seleccionado y el marcador presente en el genotipo del o de los individuos). Los

marcadores de genes están presentes en todos los individuos, con o sin la expresión de la característica de interés. Hasta el momento se han descubierto unos 600 marcadores de genes.

Una vez identificados los marcadores, la selección de estos es fácil y puede complementar, mejorar o incluso reemplazar a la selección tradicional.

b) *Transferencia genética*: Consiste en la introducción de un gen foráneo al genotipo de un individuo con la formación de un animal transgénico o genéticamente diferente al de su especie.

En el caso de las aves, el material genético seleccionado se introduce a las células que colonizarán las gónadas en un embrión en estado de blastodermo (huevo recién puesto). Aproximadamente, 500 de estas células posteriormente son introducidas en otro embrión en igual estado de desarrollo, previamente irradiado para aumentar el grado de receptividad de las células inyectadas. Si las células modificadas genéticamente dentro de los embriones colonizan los órganos sexuales, producirá gametas que llevarán la modificación a su descendencia.

Los genes seleccionados para la producción de pollos transgénicos deben estar bien caracterizados. Los genes que se ubican dentro del cromosoma presentan dos componentes: la secuencia estructural (que contiene el código genético) y las secuencias reguladoras (que ordenan cuando y donde el gen se activará y fabricará el producto determinado). Se pueden realizar modificaciones en uno u otro componente.

Empleo de la técnica:

* Resistencia a enfermedades.

* Producción de enzimas intestinales.

* Producción de huevos con componentes normales modificados: por ej. la lisozima, la cual, mediante manipulación genética de su gen regulador, se puede aumentar el porcentaje de la enzima en la clara del huevo, o bien modificando el gen que la produce, se puede aumentar su espectro de acción bactericida.

Otra posibilidad es la de incorporar en el genotipo de aves transgénicas genes que produzcan péptidos similares a los anticuerpos, capaces de unirse a un antígeno específico (pueden ser patógenos de distintas especies o incluso del hombre)