

Consanguinidad en las abejas

Orlando Valega

De Apícola Don Guillermo

Email: apicoladonguillermo@yahoo.com.ar

Determinación del sexo

La Reina a muy temprana edad sale en sus vuelos nupciales a fecundarse lejos de su colonia con varios machos, de 10 a 17 zánganos, a los que le extirpa sus órganos sexuales depositando las células germinativas o espermias en un órgano llamado espermatoca. Los espermias están en capas más o menos mezclados y la reina los utiliza durante toda su vida útil para fertilizar sus óvulos.

La colonia de abejas es considerada como una súper familia con una madre común, pero con muchos padres, cada uno de los zánganos con que se apareó la reina. Las obreras hijas del mismo zángano representan una subfamilia, habiendo tantas subfamilias como zánganos se aparearon con la reina. Las obreras que componen una subfamilia son hermanas entre si, pero con las de otra subfamilia son medio hermanas. Los zánganos son hermanastros de las obreras y de las PRINCESAS. De esta forma en un mismo momento en la colonia hay obreras con diferentes grados de parentesco.

Normalmente los huevos de insectos y otros animales no se desarrollan sino hasta que haya tenido lugar la fertilización. Sin embargo, en casi todos los insectos del orden Himenóptera (incluidas las abejas) los óvulos no fecundados pueden dar origen a un adulto perfecto. Este tipo de reproducción sin la intervención masculina se llama partenogénesis. Las hembras (obreras y reinas) se desarrollan a partir de huevos fecundados conservando el número diploide $2n$ de cromosomas de la especie (32 cromosomas), mientras que los machos normales se desarrollan a partir de óvulos no fecundados, poseen solamente el número haploide (n) de cromosomas, proveniente de la madre (16 cromosomas). De esta manera en los zánganos los genes que controlan un carácter no se encuentran de a pares, sino que siempre encontramos un alelo.

Todos sabemos que las hembras vienen de los huevos fertilizados y los varones normales de los óvulos directamente, sin ser fertilizados por el esperma. Contemporáneamente la partenogénesis era considerada la base de la determinación de sexo en abejas. La teoría era que si tenía un sistema de cromosomas (haploides) era macho y si tenía dos sistemas de cromosomas (diploides), era hembra. Mientras que esto es una explicación razonable, esta teoría ahora se sabe que es falsa.

Los cromosomas contienen las unidades hereditarias llamadas los genes y todas las formas de un gene que puede ocurrir en un lugar geométrico se llaman los alelos.

El alelo significa una versión de un gene. Por ejemplo, los genes para los ojos azules y los ojos marrones son alelos del gene del color del ojo. Los que controlan el sexo en abejas se llaman alelos del sexo.

Tanto las reinas como las obreras tienen dos pares de cromosomas, ellos llevan dos alelos para cada gene, uno en cada miembro del par. Si ambos alelos están del mismo tipo, la condición es

homosigosis; si son diferentes, la condición es heterozigosis. En algunas circunstancias heterozigóticas, un alelo enmascarará la expresión del otro y se dice ser dominante. El alelo que tiene su expresión enmascarada se dice que es recesivo. Los zánganos normales pueden llevar solamente un tipo de alelo porque son haploides; así, los llaman hemizigóticos.

Hay una regla muy simple para determinar el sexo en las abejas

Si hay dos diversos alelos del sexo presentes, la abeja se convertirá en una hembra, (una obrera o una reina). Si hay solamente un tipo de alelo presente, la abeja se convertirá en un Zángano.

Hay solo dos posibilidades para que un solo tipo de alelo esté presente;

1. Cuando nace de un óvulo no fertilizado, de modo que contenga solamente un alelo del sexo, tenemos el caso de un Zángano Normal.
2. Pero puede ocurrir que si se fertiliza el óvulo tenga ambos alelos del sexo iguales, el proveniente de la madre y del padre. Este huevo fertilizado también se convertirá en un zángano, pero este **zángano** será **anormal** porque es diploide, él contiene dos sistemas de cromosomas y no puede funcionar como un **zángano normal**. Estos zánganos diploides son destruidos siempre por las abejas obreras, que los comen tan pronto como nacen.

Se piensa que hay cerca de 19 diversos alelos del sexo. Hay probablemente más, pero éste es hasta ahora los que se conocen. Éste es un ejemplo muy claro de porqué es tan importante conservar la diversidad genética. Cuanto más alelo del sexo tengamos en nuestra población de la abeja, cuanto más sólidos serán los patrones de la cría, y habrá más abejas en la colmena para recoger la miel. En los animales y las plantas la cosa es diferente, cuando ambos alelos sexuales son idénticos XX nace una hembra y cuando son distintos XY nace un varón, el alelo Y determina la condición de varón y es dominante por lo tanto cuando está presente enmascara al alelo hembra X siendo el XY un macho.

	ABEJAS			PLANT
AS		Y		ANIMALES
re	Madre	Padre		Mad
		A		Padre
	KI	x		XX
		x		XY
	K	I	KA	IA
XY			XX	XX
				XY

Dijimos que la abeja hembra es diploide (32 cromosomas), en cambio el macho lleva solamente 16 cromosomas (haploide). Cada óvulo posee 16 cromosomas resultado de una meiosis normal. Los espermias son producidos a través de una meiosis especial, en la cual todos los cromosomas van a una célula sexual y ninguno a la otra.

CONSANGUINIDAD

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que las abejas tienen recursos naturales para evitar los cruzamientos consanguíneos no deja de preocupar el mismo por la disminución del rendimiento de la colmena con síntomas de consanguinidad. Para evitar la consanguinidad:

1. Las abejas al enjambrar emigran a gran distancia del nido que le dio origen.
2. Los zánganos al formar los centros de apareamiento lo hacen lejos de sus colonias de origen.
3. Las reinas al buscar los centros de fecundación lo hacen muy lejos de su colonia.
4. La reina tiene apareamientos múltiples.
5. Entre las abejas no pueden existir apareamientos entre:
 - a. Padre con la hija ya que el Zángano muere en el acto sexual
 - b. Hijo con la madre porque esta se copula a los pocos días de nacer con varios zánganos y después no se copula más.
 - c. Hermano con hermana ya que el zángano tiene solamente la mitad de los cromosomas de la madre y son equivalentes a medio hermanos. Los cruzamientos más cercanos en relación de parentesco que se pueden dar son entre hermanastros. Pero la situación se complica porque debido a la partenogénesis el zángano tiene la mitad del número de cromosomas y los millones de espermatozoides que produzca serán idénticos.

Un resultado de esta uniformidad de genes en el zángano significa que hay una mayor estabilidad en la herencia de la abeja que en otras formas de vida. “Pero otra consecuencia de esta uniformidad es que la abeja es más susceptible a la endogamia”. Es verdad que el acoplamiento múltiple actúa como contrapeso a esto, pero solamente parcialmente. Dijimos que: si hay dos diversos alelos del sexo presentes, la abeja se convertirá en una hembra, (una obrera o una reina). Si hay solamente un tipo de alelo presente, la abeja se convertirá en un Zángano.

En el caso de un individuo proveniente de un huevo fecundado pero homocigótico para tales alelos del sexo (por ejemplo: X3/X3) será un macho diploide que es comido por las obreras pocas horas después de eclosionar. Esto presenta una limitante en el mejoramiento genético pues al realizar cruzamientos de individuos emparentados, se llega a altos grados de consanguinidad y parte de la progenie no es viable a causa de esos machos diploides. Por ejemplo, si usamos semen de un zángano para inseminar una PRINCESA hermanastra o media hermana de este, es probable que el 50 % de la progenie sea inviable dependiendo del genotipo del mismo.

El primer indicio de que nuestras abejas sufren este problema es la cría salteada, que no debe confundirse con ningún tipo de enfermedad de la cría.

¿CÓMO PROBAR LA VIABILIDAD DE LA CRÍA?

Ahora bien, ¿qué entendemos por cría salteada y en qué porcentaje? Nos referimos a la observación del área de cría operculada, que hay en un panal 13 días después de que la reina tuvo oportunidad de aovar. Se entiende que para esta prueba, introducimos el día 0, un panal obrado vacío en el centro de una cámara de cría, con lo cual la reina empieza a aovar 24 horas después. Probablemente ambas caras del panal estarán totalmente aovadas hacia fines del día 3. El día 13 retiramos el marco y medimos un área de 10 celdas X 10 celdas del centro del panal. De las 100 celdas que componen esta superficie, debemos contar todas aquellas que no contengan cría operculada.

En el caso de contar 15 o más celdas que no contengan cría operculada, podemos afirmar que hay un alto grado de consanguinidad en nuestras abejas, y tanto más elevado cuanto menos cría operculada encontremos. Esta simple prueba nos permite determinar el "porcentaje de viabilidad de la cría" de la reina que fue testada. Que debe ser del 85% o más para considerarla bien apareada, lo que significa que de cada 100 huevos que ella ponga por lo menos 85 deben terminar en abejas obreras.

CONSECUENCIAS DE LA CONSANGUINIDAD

1. La colonia con una reina con apareamientos consanguíneos y con baja viabilidad de la cría podrá ser tan prolífica como la reina bien fecundada pero la productividad de la colonia no va a ser la misma ya que las larvas consanguíneas son retiradas a los pocos días de nacer.
2. Falta de despegue en primavera, esto es colmenas que no crecen al ritmo de las demás.
3. Las Colmenas con reinas de apareamientos consanguíneos son más susceptibles a contraer enfermedades.
4. Tienen dificultades para pasar la invernada.
5. Ineficiencia en la pecoreo, es decir, abejas haraganas.
6. La presencia de la cría libera feromonas que estimulan la recolección de polen. Como las crías consanguíneas son retiradas antes de los tres días, producen estímulo que hace que las obreras pecoreadoras recolecten el polen, que no es consumido ya que este es utilizado por las larvas mayores de tres días. Esta es una de las consecuencias del bloqueo con polen en colmenas con reina con apareamientos consanguíneos.
7. Con menos pecoreadoras deben recolectar polen como si fuera una colonia normal, por lo tanto son menos las pecoreadoras que pueden dedicarse a la colecta de néctar.
8. Las reinas con apareamientos consanguíneos, si son prolíficas, no son reemplazadas por las obreras porque producen mucha sustancia real por la abundante postura. Recién cuando la postura se vea afectada por el bloqueo con el polen, las obreras perciban algún defecto en la reina y la reemplacen.

A toda colmena que presente síntomas de cría salteada, conviene sustituirla la reina. Estos son los casos de excepción en la determinación del índice de ingreso de polen en la piquera. A pesar de tener un alto índice de ingreso de polen, no tienen una buena reina.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

Por lo explicado, es sencillo darse cuenta de que la consanguinidad dentro del colmenar es sumamente perjudicial, ya que al elevar el número de reinas y zánganos hermanos aumenta la posibilidad que se sumen alelos iguales llegando el caso de superar hasta un 50% de nacimientos de machos diploides, por lo que la colmena no avanzará ya que no habrá nacimientos de obreras. Existen algunas técnicas para reducir el riesgo de consanguinidad en la cría de reinas; algunas de las formas más sencillas son:

1. Trabajar con más de una línea genética, es decir tener más de una madre.
2. Intercambiar material con otros productores apícolas confiables.
3. Nunca criar y fecundar en el mismo apiario, es decir tener un lugar para la cría y otro para los núcleos de fecundación.

¿Cómo evitar el parentesco con solo 3 (Tres Gametos)?

Normalmente encontramos en la literatura especializada de que hay necesidad de centenares de enjambres para evitar el parentesco. De hecho si la apicultura que sea practicada sin planificaciones no serán centenares y ni miles de enjambres que impedirán eventuales consanguinidades que podrían inviabilizar hasta un 50% de la postura de las REINAS.

En teoría sería posible evitar el parentesco con sólo 03 (tres) GAMETOS: dos para la reina y más uno para la espermática - para mantener indefinidamente un enjambre sin que este se extinga y sin que se inviabilicen sus crías. (Ver a finales de este Capítulo).

Así el apicultor auxiliado por los EQUIPAMIENTOS DE INSEMINACIÓN - para reducir trabajos - podría mantener indefinidamente sin consanguinidad una colonia y usando los zánganos que nazcan dentro de la misma sin la necesidad de tener que mantener centenares de enjambres y de cosas del tipo SELECCIÓN MASAL que es el próximo ítem será abordado.

Para facilitar la comprensión hagamos de cuenta que la REINA inicial fuera una CÁRNICA ITALIANIZADA (“K1I1”) y fecundada por zánganos NÓRDICOS (“Na1” = APIS MELLÍFERA SYLVARUM) de las rarísimas TRIBUS amarillentas = “K1I1-Na1”. El zángano CÁRNICO (“K1”) es bastante oscuro y vamos a llamarlo de “negro”. El NÓRDICO de la TRIBU mencionada (“Na1”) tiene uno o dos anillos del abdomen amarillentos y el restante “negro” como el Cárnico. El ITALIANO (“I1”) es anaranjado y bien claro. Son colores bien distinguidos y facilitarían la planificación.

Los zánganos que se utilicen serían siempre los nacidos en la propia colmena y no ocurriría el INCESTO (*) como superficialmente podría aparentar. Observación: aquí en este ejemplo están siendo creados zánganos que se reconocen con toda la facilidad. En la práctica no es nada fácil – como ejemplo - distinguir un CÁRNICO de un africano de las A. M. SCUTELLATA si el europeo no fuere muy negro.

- Si la PRINCESA nace oscura, sin embargo, con tono de amarillo en el 1º anillo del abdomen - como la del recuadro superior de la derecha de la Ilustración - entonces sería una “K1Na1” (Cárnica Nordicizada) y los zánganos que sean usados en una INSEMINACIÓN ARTIFICIAL serían los ITALIANOS (“I1” = anaranjados y bien claros);
- Si nace una bien amarillenta (como la del recuadro inferior de la derecha de la Ilustración), es señal de que es “I1Na1” (Italiana Nordicizada) y los zánganos adecuados serían los bien oscuros (“K1” = CÁRNICOS).

Con el mismo raciocinio y ojo de apicultor el enjambre podría ser mantenido indefinidamente siempre usando los propios zánganos nacidos dentro de esta colmena y sin registrarse ningún fallo en las crías. No se sabe por cuanto tiempo esto sería posible, sin embargo, experiencias análogas están siendo hechas ya casi un Siglo. (Claudio Mikos).

Es importante notar que en una colmena como esta - La del Gráfico - nacen un 50% de los zánganos CÁRNICOS (“K”) y un 50% de ITALIANOS (“I”). ¡Sería un error afirmar que ellos son hermanos! (*). Puede haber algún intercambio de GENES, pero no tendría la capacidad de causar los males de la consanguinidad: inviabilizar parte del desove de una reina.

Nota: ocasionalmente pueden aparecer otros casos de inviabilidad del desove donde esta no llega a prosperar por problemas de otra índole como hambre, insuficiencia de polen o defectos mismos en la reina.

En el caso de mantener BANCOS GENÉTICOS de una sólo raza la situación es más compleja – pueden no existir colores tan contrastantes - y entonces son usados diversos artificios. Pueden ser anotados los pequeños detalles perceptibles en las reinas y en los zánganos como una mayor o menor presencia de vellos o sus pequeñas variaciones en el color tendiendo para el gris o para el marrón, zánganos con más o menos presencia del color amarillo o anaranjada, pintas, acastañados en las partes laterales del abdomen, etc... Y si ni esto FUERA posible debido a un patrón muy estable, las PRINCESAS son fecundadas con el esperma recolectado de un único zángano y aquellas que no presentaran problemas de viabilidad en las crías pasan a ser REINAS MATRICES. En la base de la coincidencia se escapa del parentesco (Claudio Mikos).

Las ventajas y las desventajas de la endogamia

Inbreeding o Acoplamiento entre parientes se puede considerar como la piedra angular de la selección genética. Es el método imprescindible de intensificar, de fijar y de estandarizar las características deseables y al mismo tiempo expulsar los factores no deseados. La endogamia se emplea en todas las formas de criar en el mundo animal y de la planta. De hecho, en plantas la autopolinización es la forma más intensiva de endogamia. Por otra parte, en la cría de abejas en la naturaleza esta práctica es evitada para prevenir los efectos negativos de la endogamia. Esto se demuestra claramente por los acoplamiento múltiples y porque los zánganos se aparean muy lejos de su colmena hasta diez kilómetros.

Una experiencia práctica demuestra que el resultado más serio de la endogamia es repetidamente otra vez, la pérdida progresiva de vitalidad. Esta pérdida de vitalidad afecta todas las actividades esenciales de las abejas e incluso amenaza la misma existencia de muchas colonias. Las pérdidas devastadoras sobre las cuales oímos tanto son debidas, en gran parte si no enteramente, a esta pérdida de vitalidad. Es una deficiencia insidiosa e ilusoria que se acentúa siempre principalmente en las condiciones climáticas desfavorables contra las cuales una constitución debilitada no tiene ninguna resistencia. La carencia de la vitalidad se acentúa también una capacidad reducida de multiplicar la cría, la inhabilidad para la autodefensa y sobretodo en una susceptibilidad creciente a la enfermedad. Sin duda en la crianza de la abeja es un requisito indispensable el control para evitar los acoplamiento entre parientes consanguíneos “Endogamia” La experiencia ha demostrado que sin este cuidado incluso las capacidades más productivas de abejas se pueden arruinar en algunas generaciones.

Cuando se cruzan dos individuos de distintas razas de la misma especie la progenie normalmente tiene mucho más vitalidad que cualquiera de los dos padres, a este hecho se lo denomina heterosis o vigor híbrido. Este cruzamiento da lugar a muchos más genes que llevan diversos alelos. El apareamiento de padres sin relación da lugar a muchos más genes con alelos diversos o HETEROSIGOTICOS. Un aumento generalizado de la heterosis es responsable de producir heterosis. El estado opuesto es cuando los genes llevan dos alelos iguales. Estos organismos serían homocigóticos con una notable reducción de la heterosis.

Una reducción de la heterosis ocurre con la endogamia o cruzamiento entre parientes, mientras que el porcentaje de genes homocigóticos aumenta es menor el vigor híbrido. Esto da lugar a: Una pérdida inesperada de vitalidad, inactividad de la colonia, pérdida de resistencia a la enfermedad, disminución de la producción y menor longevidad de la abeja en invierno.

Bibliografía

- "*La consanguinidad en las abejas*" por Martín Braunstein
- **Principios de selección: Apinetla**
- *Crianza y genética de las abejas de la miel* Por: Juan R. Harbo y Thomas E. Rinderer1
- *Principios de las genéticas de la abeja* Por: Tom Glenn en la reunión de EAS, Universidad Agosto De 2002 De Cornell
- *Genética y Evolución* de Claudio Mikos
- *Crianza de la abeja* del Hermano Adán
- Malcolm T. Sanford Edificio 970, caja 110620 Universidad de la Florida Gainesville, FL 32611-0620 Teléfono (904) 392-1801, FAX del exterior 143: 904-392-0190
<http://www.ifas.ufl.edu/~entweb/apis/apis.htm> Internet address:
MTS@GNV.IFAS.UFL.EDU©1992 TA Sanford "todos los derechos reservados
- Antonio José Manrique Investigador. FONAIAP-Gerencia General. Actualmente cursando estudios de Doctorado en Genética de Abejas. Universidad de Sao Paulo, Ribeirao Preto. Departamento de Genética. Brasil.
- *Trasmisión de las características hereditarias.* (anónimo).