



△ Foto: : Archivo COLANTA

# Entendiendo la tecnología genómica

**Dean Gilge**

Ciencias en Lechería  
Wisconsin Indianhead Technical College  
dgilge@crinet.com  
Estados Unidos

## Abstract

**T**he genomics technology has been the most notable development in the artificial insemination industry during the last years. Through it is possible to compare differences in the genetic material of an animal against a reference population, calculating the ability to transmit traits of interest in the daughters.

This analysis accelerates the genetic progress of herd because it helps to select young bulls of superior genetic from birth, unlike progeny tests that take longer than four years to report the performance of a bull's daughters. Although the reliability of genomic tests is lower, these bulls retain similar breeding values once the progeny test is done. In conclusion, genomics allows the farmer to benefit from the best genetics available.

## Resumen

**E**l desarrollo más notorio de la industria de la inseminación artificial durante los últimos años ha sido la tecnología genómica. Mediante ella se comparan las variaciones en el material genético de un animal contra una población de referencia, calculando la capacidad de transmitir rasgos de interés en la descendencia.

Este análisis acelera el progresogenético de los hatos debido a que ayuda a seleccionar toros jóvenes de genética superior desde el nacimiento del reproductor, a diferencia de las pruebas de progenie que tardan más de cuatro años en reportar el desempeño de las hijas de un toro. Aunque la confiabilidad de las pruebas genómicas es menor, estos toros conservan valores de cría similares una vez se hace su prueba de progenie. En conclusión, la genómica permite al ganadero beneficiarse de la mejor genética disponible.

En la industria de la genética bovina son bienvenidos los avances tecnológicos que ayudan a los ganaderos a diseñar modelos de producción estandarizados para un suministro de alimentos estable y consistente. El semen sexado ha sido una de esas tecnologías. La genómica ha sido otra de las innovaciones de esta cambiante industria.

## Genómica: los fundamentos

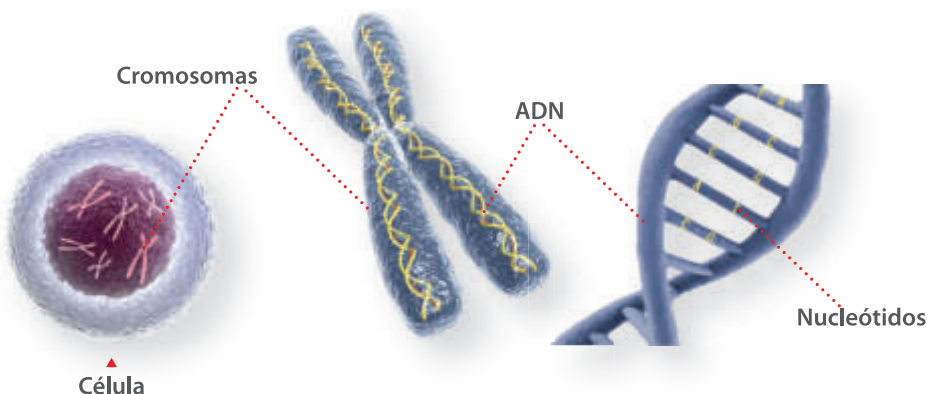
Para comprender la genómica es necesario entender previamente algunos conceptos básicos.

Cada célula bovina posee en su núcleo 30 pares de cromosomas. Los cromosomas contienen cadenas de ácido desoxirribonucleico - ADN. El ADN es una cadena que consta de eslabones que se unen por pares llamados nucleótidos. Estos se denominan adenina, citosina, guanina y timina; y comúnmente se denotan por las letras A, C, G y T (Figura 1).

En el genoma bovino, la secuencia de nucleótidos comprende unos 3 mil millones de estos. Los nucleótidos se comportan como un manual de instrucciones para el funcionamiento de la vaca. Las diferentes secuencias de nucleótidos que los animales posean dentro de una raza son los que hacen algunos animales mejor que otros.

En la industria de la genética bovina, la información genómica de toros es recogida directamente del animal a analizar. Lo más común es tomar muestras de sangre, pelo, tejidos o semen, de los cuales se extrae el ADN.

El ADN se pone en un chip informático que examina las diferencias en las secuencias de nucleótidos, denominadas Polimorfismos de Nucleótido Simple o SNPs por sus siglas en inglés (*Single Nucleotide Polymorphism*). La evaluación genómica detecta estas diferencias y las asocia a características fenotípicas de rasgos de interés.



**Figura 1.**  
Los nucleótidos componen el ADN.



▲ Foto: Sarah Damrow

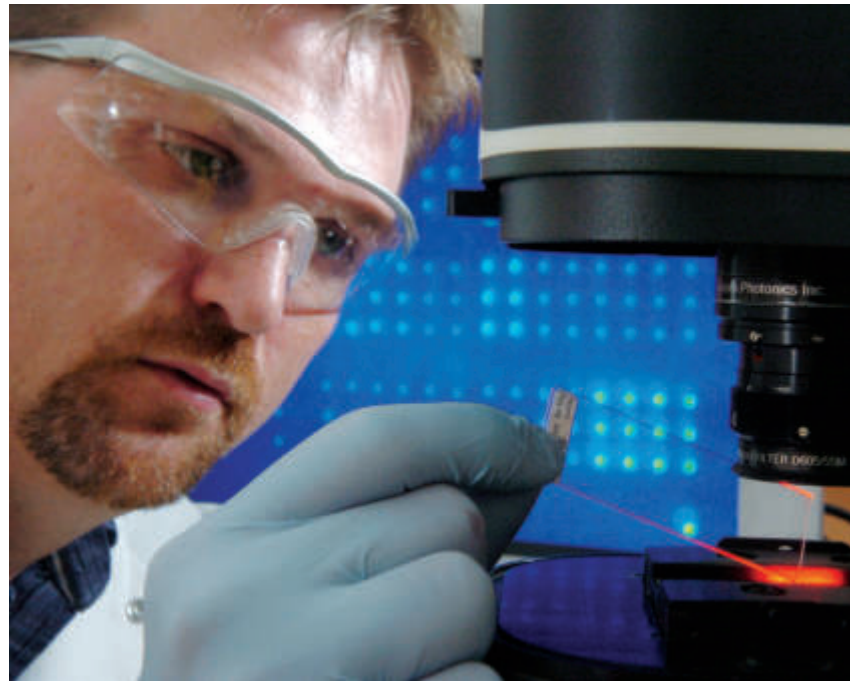
El toro 1H011056 Troy fue incluido en el portafolio de la Cooperative Resources International (CRI) en abril de 2014, con una prueba genómica de +\$969 (dólares) de mérito neto vitalicio (Lifetime Net Merit) con 70% de confiabilidad.

## Conexión de la información genómica para pruebas de toros

Antes de la publicación de las pruebas de toros genómicos en enero de 2009, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) realizó una investigación que identificó aproximadamente 40.000 SNPs en el ADN bovino, que pudieran servir como información para el cálculo de las evaluaciones genómicas.

Para conseguir la información necesaria, el USDA analizó el ADN de los espermatozoides de miles de toros de los que se había recogido esperma durante los 40 años anteriores. Las asociaciones observadas entre los SNPs y las habilidades genéticas conocidas de los sementales de alta confiabilidad (a través de lo transmitido a sus hijas), permitió identificar SNP que afectan a las características genéticas medidas por la industria.

Kent Weigel, profesor y especialista de extensión de genética de la Universidad de Wisconsin, puso el tema de la genómica entre los ganaderos. "Aunque suena misterioso, la selección genómica es en realidad bastante simple. En el pasado, todo lo que se sabía sobre el potencial genético de un animal joven era basado en el cálculo del desempeño promedio de los padres y no teníamos manera de determinar si este animal joven tenía un desempeño mejor o peor que la media de los genes de sus progenitores. Teníamos que esperar dos años, hasta poder medir su propio desempeño, en el caso de las hembras, o esperar cinco años hasta evaluar el desempeño de su progenie, en el caso de los machos. Ahora... por fin podemos vislumbrar en la bola de cristal y ver lo que depara el futuro para un animal joven en particular."



▲ Foto: George Joch. Cortesía Argonne National Laboratory.  
<http://www.fotopedia.com/items/flickr-4456798383>

## Ventajas de las pruebas genómicas

Combinando la información genómica con la información de pedigrí se produce una estimación genética del toro joven. La confiabilidad promedio de las pruebas de un toro joven, basados únicamente en la información de pedigrí, tiene una confiabilidad aproximada al 36%. Las pruebas sobre la base de información de pedigrí junto con la información genómica tienen, en promedio, un 70% de confiabilidad. Con la combinación de la información es mucho más precisa la predicción de una estimación genética. La eventual incorporación de los datos de rendimiento de las hijas le aporta más solidez al conocimiento del nivel genético del toro.

Una evaluación de toros jóvenes, con pruebas confiables, permite un progreso más acelerado de la genética, comparado con el que se obtenía al trabajar toros probados tradicionales o toros del mismo hato. Esto se debe a que un menor intervalo entre generaciones acelera el progreso genético. Por ejemplo, mediante los métodos de adquisición tradicionales de toros transcurren cerca de cinco años, desde el momento de la compra del reproductor hasta que se comercializa como un semental activo. Ahora, los toros genómicos entran en la alineación activa hacia los dos años de edad o tan pronto como el toro es capaz de producir suficientes cantidades de semen para una amplia distribución.

En el hato, el uso de reproductores más jóvenes y de mejor genética acelera el mejoramiento genético de los rebaños. Hoy, los productores pueden utilizar toros que, de otro modo, no estarían disponibles sino hasta dentro de cuatro años, en un sistema de prueba de progenie (con hijas probadas). La genómica permite a los productores de leche obtener prontamente hijas de estos toros superiores, cuando bajo el sistema de prueba de progenie apenas sería posible aparear las vacas con los padres de estos toros.



▲ Foto: [www.freeimages.com](http://www.freeimages.com)

## ¿Son precisos los ranking genómicos?

Para evaluar la precisión de las pruebas genómicas, se las compara con las evaluaciones de progenie, con hijas probadas. Con estos datos se obtiene una especie de “boletín de calificaciones” de las evaluaciones genómicas. Las Tablas 1 y 2 muestran cambios mínimos en el promedio de las evaluaciones genéticas de toros Holstein cuando pasan de evaluaciones genómicas a pruebas basadas en el desempeño de sus hijas.

Las Tablas también muestran la variación media de toros Holstein genómicos al añadir hijas en ordeño. El reporte incluye toros Holstein que fueron genómicos en agosto de 2010 y ahora tienen un mínimo de 40 hijas en su prueba de producción (Tabla 1) y un mínimo de 10 hijas en su prueba de tipo (Tabla 2).



▲ Foto: Camilo Gutier

Por ejemplo, como muestra la Tabla 1, los toros Holstein presentaron en promedio una disminución de 29 dólares en Mérito Neto Vitalicio (MNV) una vez que cambia la prueba genómica a prueba de progenie. Esto se basa en datos de más de 2.100 toros que promedian 105 hijas. La Tabla 2 muestra que los toros Holstein disminuyen 0,20 puntos en habilidad predicha de transmisión de tipo a medida que adquieren hijas. Estos datos están basados en más de 1.500 toros que promedian 59 hijas cada uno.

**Tabla 1.**

Cambios de los rasgos productivos de toros Holstein genómicos al ingresar a prueba de progenie.

| Toros (#) | Hijas promedio (#) | Mérito neto vitalicio - MNV (dólares) | Confiabilidad de MNV | Índice Total de Desempeño (TPI) | Leche (Libras) | Grasa (Libras) | Proteína (Libras) | Vida productiva (Lactaciones) | Tasa de preñez de las hijas |
|-----------|--------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 2.123     | 105                | -29                                   | +12                  | -11                             | -47            | -2             | -1                | -0,6                          | +0,2                        |

**Tabla 2.**

Cambios de los rasgos de conformación de toros Holstein genómicos al ingresar a prueba de progenie.

| Toros (#) | Hijas promedio (#) | Habilidad predicha de transmisión de tipo | Compuesto de ubres |
|-----------|--------------------|---|--------------------|
| 1.504     | 59                 | -0,20                                     | -0,10              |

La incorporación de las tecnologías genómicas en la industria de la genética del ganado entrega a los productores una herramienta poderosa para alimentar mejor el mundo. Toros probados mediante genómica proporcionan oportunidades documentadas y sin igual para acelerar el progreso genético y mejorar la rentabilidad de las explotaciones. La mejor recomendación para cualquier productor es usar un grupo de toros genómicos que se ajusten a los objetivos de mejoramiento del hato. Mediante el uso de un grupo de toros, los productores reducirán al mínimo el impacto de un solo toro, con cambios significativos en su prueba una vez se ordeñe su progenie, y se pueden disminuir las posibilidades de generar la endogamia (consanguinidad), incrementando la diversidad genética.



▲ Foto: Camilo Gutier

Cuando el productor usa toros genómicos se beneficia de la mejor genética disponible.

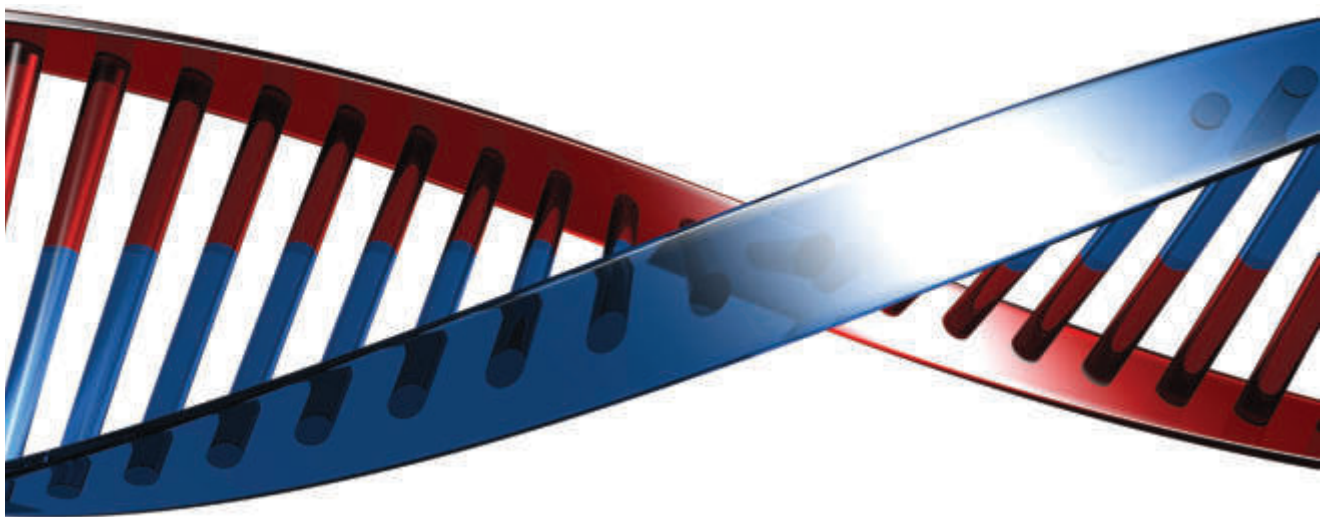


## ¿Cómo puedo saber si un toro tiene prueba de progenie?

Si un toro genómico es probado presentará información de hijas en su prueba. Si aún no tiene hijas, encontrará la letra "G" en la información referente a hijas y hatos dentro de la prueba.

## ¿Por qué debo usar toros genómicos?

La respuesta a esta pregunta es la misma que la pregunta: ¿por qué utilizar la inseminación artificial? En pocas palabras, el productor debe usar toros genómicos para poder beneficiarse de la mejor genética disponible. Muchos de los toros con más alto desempeño para un rasgo en particular tendrán ahora evaluaciones basadas en las pruebas genómicas y no en la información de la prueba de progenie. Como se dijo anteriormente, muchos toros genómicos tienen un nivel de confiabilidad ligeramente menor que los toros con progenie probada, por lo que es necesario considerar el uso de varios toros diferentes. Esto permite aprovechar los mejores toros para acelerar el progreso genético.■



▲ Foto: [www.freeimages.com](http://www.freeimages.com)