

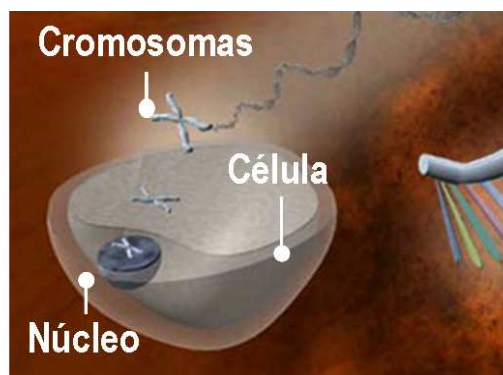
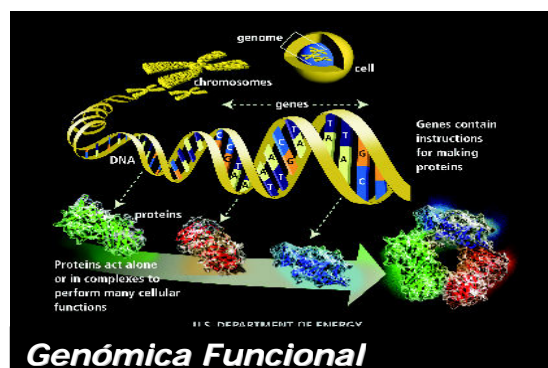
El Mapeo genético en la Argentina, tecnología innovadora para una selección más certera.

Dr. Arturo Almada, Coordinador IGENITY Argentina, Merial Argentina S.A.
e-mail: arturo.almada@merial.com

Introducción:

No hay duda que la ciencia sigue avanzando y nos sorprende día a día. El mapeo genético o el estudio del genoma humano dio un gran impulso a la biología molecular y esta experiencia fue aplicada para el conocimiento de genomas de otras especies. El genoma bovino fue secuenciado en su totalidad, es decir que se conocen todas las cadenas de nucleótidos del ADN y actualmente muchos investigadores están abocados a vincular genes o marcadores moleculares con diferentes características productivas.

Esta tecnología se basa en estudios de ADN del ganado. El ADN se encuentra presente en los núcleos de todas las células, empaquetado en los cromosomas, donde se encuentra toda la información genética de un individuo. Esta información está codificada en sitios específicos de la cadena de ADN en los llamados "genes".



Los marcadores moleculares son sitios conocidos en el ADN que están relacionados con características fenotípicas determinadas. Estos marcadores pueden analizarse en el laboratorio y generar información sobre el potencial genético del animal del cual provienen en cuanto a características productivas, como: producción de leche, grasa, vida productiva, fertilidad, etc.

Tecnología para la Lechería:

La lechería argentina cuenta hoy con una nueva herramienta basada en marcadores moleculares. Esta tecnología ya está disponible y ayudará a los productores a tomar decisiones anticipadas y con mayor certeza. Esta innovación en el área de la genética puede utilizarse en todas las categorías de animales. Por ejemplo, desde el primer día de vida de una ternera, puede conocerse su potencial genético y predecir cual será su producción futura.

Las aplicaciones son múltiples, probablemente una de las que más visualizamos por el alto impacto que tendrá, es la **selección**, ya que si bien no reemplaza a los métodos actuales de mejoramiento genético, es una herramienta complementaria fundamental para tomar decisiones de selección, como también direccionar apareamientos, acortando el tiempo necesario para alcanzar el progreso genético deseado.

Marcadores moleculares - Aplicaciones

Actualmente se están delineando diferentes aplicaciones de los marcadores moleculares en la ganadería. Así tenemos:

- Selección Asistida por Marcadores (SAM): Consiste en valerse de la información que nos dan los marcadores moleculares para tomar decisiones de selección, así se podrá seleccionar los animales genéticamente superiores para las características deseables de interés económico, se podrá orientar sobre el direccionamiento de apareamientos, rechazo de animales que no tengan

los genes deseables, como decisiones de compra de animales, semen o embriones que tengan el perfil genético deseado para aumentar la frecuencia (cantidad de animales en una población) de genes favorables. Como mencionamos anteriormente esta opción es la primera que visualizamos, pero no es la única.

- Manejo Asistido por Marcadores (MAM): Las decisiones de manejo pueden ser tomadas con la ayuda de los marcadores, así de acuerdo al perfil genético de los animales se podrán decidir aspectos de alimentación, sanidad y manejo, ajustando lo aspectos de acuerdo al potencial genético, logrando así mayor eficiencia y rentabilidad.
- Marketing Asistido por Marcadores (MrkAM): conociendo el perfil genético de los animales se podrá direccionar la comercialización de la producción de manera más eficiente, por ejemplo se podrán seleccionar animales que producen leche con mayor rendimiento para la producción de quesos y comercializar esta leche obteniendo un diferencial de precio.

Perfil IGENITY ahora en Argentina, Uruguay y Brasil

Tras mucha investigación y desarrollo, y alianzas con laboratorios de diversas partes del mundo y de Latinoamérica, Merial ofrece al mercado una poderosa herramienta para identificar el perfil genético y potencial de producción de cada animal, basado en la tecnología de marcadores moleculares.

Merial ha creado IGENITY, el área que viene trabajando hace algunos años sobre marcadores moleculares y perfiles genéticos. Ensayos de validación muy exigentes fueron llevados a cabo en distintos países, incluso en Argentina. Comercialmente, hace dos años que el perfil IGENITY está disponible en Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña; ahora también está disponible comercialmente en Argentina, Uruguay y Brasil.

En noviembre último pasado Merial Argentina realizó el Primer Simposio de Marcadores Genéticos Bovinos- IGENITY donde científicos, periodistas, asesores y productores escucharon las disertaciones y se informaron sobre los últimos adelantos en materia de perfiles genéticos disponibles para bovinos de Leche y Carne.

La forma de obtener un perfil genético es muy sencillo. Se extrae una muestra de 20-30 pelos de cada animal. Se envía al laboratorio y en unas semanas el productor recibe un informe del perfil IGENITY de sus animales.

Para generar el informe IGENITY se vale de la bioinformática que transforma los genotipos de los marcadores en una escala numérica de puntajes que va del 1 al 10 y que en general expresa como #10 la combinación de marcadores más favorables para esa característica.

PUNTAJES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

-

+

Esta tecnología es de rápida aplicación y brinda resultados muy certeros. El productor contará con información de mucho valor y mediante el uso de la misma podrá anticiparse al futuro, prediciendo como será la producción de sus animales. Además lo ayudará a tomar decisiones, por ejemplo aceptando o rechazando animales de acuerdo a los criterios de selección establecidos.

Desde el primer día de vida de una ternera se puede conocer su Perfil IGENITY®. En el caso del ganado lechero es un perfil productivo muy completo, según se describe a continuación:

PERFIL IGENITY PARA BOVINOS DE LECHE

• Producción de leche (lbs.);
• Producción de Grasa (lbs.);
• Porcentaje de Grasa en la leche (%);
• Producción de Proteína (lbs.);
• Porcentaje de Proteína en la leche (%);
• Vida Productiva (meses);
• Carácter Lechero (Dairy Form);
• Fertilidad (% de preñez);
• Células Somáticas;
• Proteínas para alta producción de queso (kappa y beta-caseínas y beta-lactoglobulina);
• Color del pelaje;
• Enfermedades genéticas como CVM (Complejo de Malformación Vertebral), BLAD (Deficiencia de Adhesión Leucocitaria Bovina) y DUMPS (Deficiencia de la enzima Uridina 5' Monofosfato Sintetasa);
• Animales portadores de Infección Persistente (DVB-PI) para DVB (Diarrea Viral Bovina);
• Verificación de Paternidad

El Perfil IGENITY incluye características tales como:

LONGEVIDAD

Se entiende por longevidad al número de lactancias en la vida útil de una vaca.

El perfil IGENITY incluye dos análisis que pueden ser utilizados para predecir Longevidad: Carácter Lechero (o Tipo lechero) y Vida Productiva. Seleccionando animales de bajo Carácter Lechero de acuerdo al perfil IGENITY, podrá aumentar la longevidad de las vacas. El perfil IGENITY para Vida Productiva muestra una diferencia de 10.2 meses entre vacas con puntaje IGENITY 10 comparado con vacas de puntaje IGENITY 1.

Investigaciones recientes han demostrado que vacas con valores altos para Carácter Lechero son más susceptibles a sufrir trastornos metabólicos, reproductivos y problemas de patas y pezuñas¹. El Carácter Lechero está muy relacionado con la Longevidad, especialmente a través de sus efectos en los aspectos reproductivos.

Ahora, con el perfil IGENITY se tendrá información sobre la estimación de la Vida Productiva para cada animal, sabiendo las implicancias directas que tiene esta característica en la rentabilidad del tambo

FERTILIDAD

Se ha comprobado una caída de la fertilidad en vacas lecheras durante los pasados 20 años. De hecho, ella se ha reducido a razón de 0.45% anualmente desde los mediados de 1980.¹ Los productores del sector lechero tienen ahora una herramienta que los ayudará a revertir esta situación.

Los nuevos marcadores múltiples de fertilidad brindan a los productores una mirada más analítica sobre lo que anteriormente fue una característica muy difícil de alcanzar. Animales con puntajes IGENITY 10 logran en promedio 5.2 puntos más en la tasa de preñez que animales con puntajes IGENITY 1

CÉLULAS SOMÁTICAS

Las medidas de SCS (Somatic Cell Score, Índice de Células Somáticas) proveen un indicador de mastitis clínica y subclínica en las hijas de un toro. La correlación entre SCS y mastitis clínica es entre 60 y 70%. En las evaluaciones genéticas (Habilidad de Transmisión Predicha, PTA) el rango de SCS generalmente se encuentra entre 2,5 y 3,5. Los toros con valores más altos indican que sus hijas tenderán a tener una cuenta de células somáticas más alta. Es preferible usar toros con valores más bajos. La SCS es una característica más influenciada por manejo que por genética. Por esta razón, los PTA para SCS tienden a tener niveles de confianza menores que lo acostumbrado para producción y tipo².

El perfil IGENITY incluye esta variable indicando que el animal con puntaje IGENITY 10 tenderá a tener mayor número de Células Somáticas y por lo tanto mayor susceptibilidad a sufrir mastitis. La diferencia entre un animal con puntaje IGENITY 10 y otro 1 es de 0,45 puntos del SCS (Índice de Células Somáticas)

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

Los puntajes del perfil IGENITY para producción de leche, cantidad grasa, porcentaje de grasa, cantidad de proteína y porcentaje de proteína, permiten predecir cómo será la producción futura para cada una de estas características sin comprometer la fertilidad.

Los resultados IGENITY combinados determinan un cuadro muy completo del potencial genético del animal.

Para cada componente de producción (**Leche, Grasa, % de Grasa, Proteína, y % de Proteína**) existe una amplitud de puntaje IGENITY de **1 (bajo) a 10 (alto)**. Altos puntajes IGENITY indican mayor potencial de producción.

En la siguiente tabla se resumen las estimativas IGENITY asociadas a cada puntaje

Estimativas IGENITY asociadas a cada puntaje									
Puntajes IGENITY	Prod. de Leche (lbs.)	Grasa (lbs)	Grasa %	Proteína (lbs.)	Proteína %	Carácter Lechero	Vida Productiva (meses)	Cuenta de Células Somáticas	Fertilidad (Tasa de preñez %)
10	3521	133	0.59	77	0.23	-3.7	10.2	0.45	5.2
9	3088	117	0.52	68	0.20	-3.2	8.9	0.39	4.5
8	2709	103	0.46	59	0.18	-2.8	7.8	0.34	4.0
7	2334	89	0.39	51	0.15	-2.4	6.8	0.29	3.4
6	1951	74	0.32	43	0.13	-2.0	5.7	0.24	2.9
5	1570	59	0.26	35	0.10	-1.6	4.5	0.20	2.3
4	1188	44	0.19	26	0.08	-1.2	3.4	0.15	1.7
3	813	30	0.13	18	0.05	-0.8	2.4	0.11	1.2
2	434	16	0.07	10	0.03	-0.4	1.2	0.06	0.6
1	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0

Las estimativas son calculadas a partir de puntajes IGENITY 1

COMPONENTES PROTEICOS DE LA LECHE

Kappa caseína, beta caseína, y beta lactoglobulina son las mayores determinantes de la calidad y el nivel de los componentes proteicos de importancia para la **producción de quesos**.

Kappa caseína

Hay varias formas de kappa caseína – A, B y E – que están asociadas con la calidad y proteínas de la leche. Las de mayor importancia son las variantes A y B, las cuales están relacionadas al proceso de coagulación/tiempo de coagulación en la producción de queso. Estudios han demostrado que la producción de queso cheddar puede aumentar hasta el 8% y la muzzarella hasta 12% con leche de vacas con genotipos BB versus AA³. La variante E ha mostrado tener un efecto adverso sobre la producción de queso.

BB: resultado más favorable para la producción de queso
AB y BE: resultado intermedio para la producción de queso
AA y AE: resultado menos favorable para la producción de queso

Beta caseína

A igual que kappa caseína, hay diferentes variantes de beta caseína que son de importancia (A y B). La mayor producción de leche está asociada con la variante A mientras la mayor producción de caseína y proteína están asociadas con la variante B. La variante B de Beta caseína tiene efecto similar a la B de Kappa caseína, resultando en leche con una mayor producción de queso, cuajo más firme y menor tiempo de coagulación.

BB: resultado más favorable para la producción de queso
AB: resultado intermedio para la producción de queso
AA: resultado menos favorable para la producción de queso

Beta lactoglobulina

La beta lactoglobulina tiene un significativo efecto sobre la caseína y la producción de queso. La variante B para beta lactoglobulina está asociada con mayor contenido de caseína y de producción de queso mientras que la variante A está asociada con menor efecto sobre la producción de queso.

BB: resultado más favorable para la producción de queso
AB: resultado intermedio para la producción de queso
AA: resultado menos favorable para la producción de queso

COLOR DE PELAJE

El perfil IGENITY para color de pelaje identifica la combinación del genotipo que determina el color del pelaje. El perfil IGENITY para color de pelaje identifica la combinación del genotipo que determina el color del pelaje. El gen del color Negro (E^D) es dominante sobre el gen del Colorado (e). El gen del Tipo Salvaje (E⁺) es neutro al Colorado y al Negro, y generalmente permite la expresión del otro gen.

E^D E^D = Homocigota Negro;
E^D E⁺ = Portador Negro, Tipo salvaje
E^D e = Portador Colorado;
E⁺ e = Portador Colorado, Tipo Salvaje
ee = Homocigota Colorado;
E⁺ E⁺ = Tipo Salvaje, cualquier Color



ENFERMEDADES GENÉTICAS

Una variedad de defectos genéticos heredables están presentes en la población de los rodeos lecheros y ahora hay disponible un test para identificar los animales portadores.

Complejo de Malformación Vertebral (CVM)

Los terneros (machos o hembras) que poseen el gen con dos copias de CVM pueden ser reabsorbidos, abortados o nacer muertos. Los abortos ocurren usualmente una o dos semanas antes a la fecha de parto y con diagnósticos de enanismo, o malformaciones de miembros y columna vertebral. Animales portadores son normales, sin embargo pueden tener bajas tasas de preñez cuando se los aparean con otros animales portadores.

CV: CVM Portador **TV:** No Portador

Deficiencia de Adhesión Leucocitaria Bovina (BLAD)

BLAD es una enfermedad en la que existe una incapacidad funcional de las células blancas del sistema inmune. Para que los animales manifiesten signos clínicos de la enfermedad, ellos deben tener dos copias en el gen. Portadores (animales con una copia en el gen) son normales.

BL: Portador BLAD **TL:** No portador

Deficiencia de la Enzima Uridina 5´ Monofosfato Sintetasa (DUMPS)

DUMPS está caracterizada por muerte embrionaria temprana en aquellos animales que tienen dos copias en el gen. Animales con una copia en el gen (portadores) son normales, sin embargo puede tener bajas tasas de preñez cuando los apareamos con otros animales portadores debido a posibles pérdidas embrionarias.

DP: Portador DUMPS **TL:** No portador

DIARREA VIRAL BOVINA - PERSISTENTEMENTE INFECTADOS (DVB-PI)

Este es un análisis que detecta la presencia del virus de la DVB. Animales Negativos están libres del virus de la DVB, es decir que no son portadores. Animales positivos tienen presencia del virus. Si el resultado fuera positivo favor, contacte a su veterinario quien lo asesorará al respecto. A fin de asegurarse que el ternero no está transitoriamente infectado por el virus de la DVB, espere 30 días y remita una nueva muestra del mismo animal. Si la muestra es también positiva, quiere decir que el ternero está persistentemente infectado con el virus de la DVB.

RESULTADOS EN ARGENTINA

En los siguientes gráficos podemos observar algunos resultados de tambos de la Argentina. en los gráficos de producción lechera y puntajes IGENITY realizado de un Tambo de Tandil, se puede observar la distribución de los animales según los puntajes. Hay un importante número de animales (más del 60%) con puntajes superiores a 8, lo que está demostrando que la selección clásica ha tenido buen impacto, sin embargo aún existe un porcentaje interesante de animales con puntajes inferiores a 6. Lo que demuestra que aún hay espacio para seguir mejorando en este aspecto. En el gráfico 2 se compara los puntajes obtenidos de los animales con los datos reales de producción donde se observa claramente que el promedio de producción de los animales con puntaje IGENITY 10 fue superior en 1845,6 kg. de leche al promedio de producción de los animales con puntaje IGENITY 4

Gráfico 1

Tambo: Tandil (B.A.)

PRODUCCIÓN LECHERA (kg)

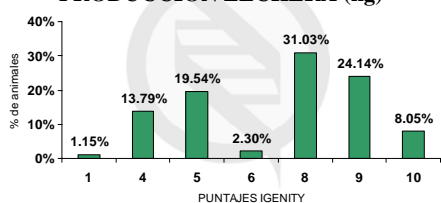
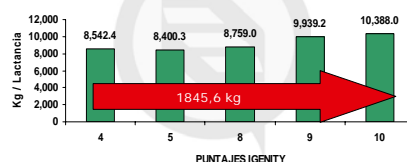


Gráfico 2

Producción x Producción Lechera (kg)



En los gráficos 3 y 4 se observan los resultados de animales de un tambo de Villa María, pcia. de Córdoba a los cuales se le realizó el perfil IGENITY, en estos casos el genotipo más favorable para la producción de queso es el BB, para el caso de Kappa-caseína solamente el 4% de los animales tiene el genotipo deseado y para Beta-caseína no aparece ningún animal, por lo cual es factible mejorar esta situación utilizando un toro o semen con genotipo BB aumentando así la frecuencia del alelo B que es el favorable.

Gráfico 3

Tambo: Villa María(CBA)

KAPPA-CASEÍNA

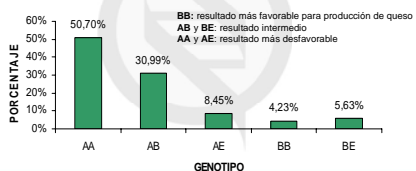
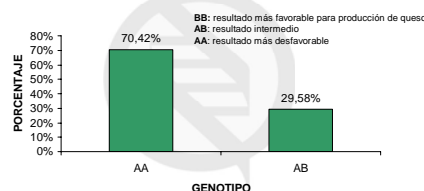


Gráfico 4

BETA-CASEÍNA



Esta nueva herramienta permite conocer el potencial genético de un animal pudiéndose estimar cual será su producción futura, así para cada puntaje del perfil IGENITY hay una estimación de producción. Como muestran los gráficos 5 y 6, para cada puntaje IGENITY corresponde una estimación de la producción futura y por ello en estos ejemplos permite estimar cuales son las diferencias del potencial de producción de leche y cantidad de grasa de la leche de los animales según el puntaje que hayan obtenido en el perfil IGENITY.

Gráfico 5

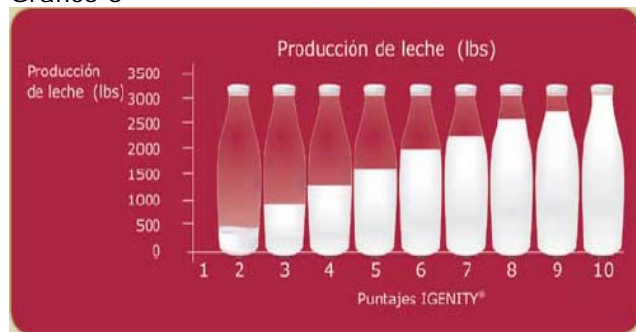


Gráfico 6



Finalmente a manera orientativa se propone una guía de cómo implementar un programa genético asistido por los perfiles IGENITY, donde se destaca que se debe iniciar conociendo los perfiles de: los toros (semen o servicio natural), los de las vaquillonas de reposición y finalmente los perfiles de las vacas con alto nivel de desempeño para elegir las como donadoras. Esto es simplemente una guía y se recomienda utilizar esta herramienta como complemento del programa genético que implemente el establecimiento.

Guía de cómo implementar un programa de mejoramiento genético con IGENITY®

- 1º Como primer objetivo es fundamental que Ud. conozca el perfil genético IGENITY® de todos los toros que utilizará en su establecimiento;
- 2º Para el proceso de mejoramiento genético de corto, mediano y largo plazo, simultáneamente con el perfil IGENITY® de los toros, también es fundamental conocer los perfiles de todas las vaquillonas de reposición;
- 3º Lo mismo se aplica en el caso de vacas donadoras de embriones, ya que son las grandes multiplicadoras de genética;
- 4º Conocer los perfiles genéticos IGENITY® de las vacas de producción elevada y de óptimo pedigrí, para seleccionarlas como posibles donadoras de embriones;
- 5º En el caso de las cabañas se deben evaluar a TODAS las vacas del establecimiento involucradas.

1. Dechow, C. et al. Journal of Dairy Science, 84:266-275. Select Mating Service es la marca de Select Sires Inc.
 2. Publicado en Select Sires website (http://www.selectsires.com/dairy/HealthMark_espanol.html)
 3. Fitzgerald, R.J. Exploitation of Casein Variants. "Milk Composition, Production, and Biotechnology." (eds. R.A.S. Welch, et al). 1972, pp.153-172. CAB International, Cambridge.