

## Avances nacionales en investigación y aplicación de genómica en ganadería


**Elly Ana Navajas, Nicolás Grasso,  
Fernando Macedo & Gabriel Ciappesoni**

II Jornada de Agrobiotecnología  
Estación Experimental de INIA Salto Grande  
4 de mayo 2016




### Genómica

- ✓ Genoma
  - ✓ conjunto de la información genética codificada en el ADN




#### COMO LEER EL GENOMA?

- ✓ Secuenciamiento
  - ✓ Determinación de secuencia completa del ADN
  - ✓ Genomas de miles de millones de pares de bases .
- ✓ Genotipado
  - ✓ Determinación del genotipo o contenido genómico mediante un procedimiento de laboratorio que permite leer posiciones específicas a nivel del ADN (marcadores)
  - ✓ de 3000 a 800 mil marcadores SNP



### Temas de hoy

- Genómica y algunas de sus aplicaciones
- Mejoramiento genético animal
- Avances recientes en investigación en INIA
  - Implementación selección genómica
    - Eficiencia de conversión en vacunos
  - Estudios de asociación genómica
    - Investigación de determinantes genética aplicada a la resistencia genética a parásitos gastro- intestinales



### Genómica

- ✓ Genoma
  - ✓ conjun




#### COMO LEER EL GENOMA?

**Hoy en día.....**

- Equipamientos y técnicas que permiten el genotipado de miles de marcadores simultáneamente
- Procesamiento más rápido
- Alto volumen de muestras
- Resultados en tiempos razonables
- Costos decrecientes

- ✓ Secuenciamiento
  - ✓ Determinación de secuencia completa del ADN
  - ✓ Genomas de miles de millones de pares de bases .
- ✓ Genotipado
  - ✓ Determinación del genotipo o contenido genómico mediante un procedimiento de laboratorio que permite leer posiciones específicas a nivel del ADN (marcadores)
  - ✓ de 3000 a 800 mil marcadores SNP

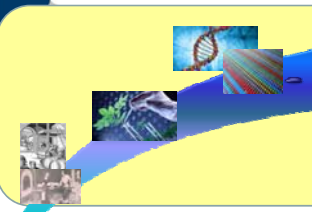


### Biotecnología


"Aplicaciones tecnológicas que usa sistemas biológicos, organismos vivos o derivados, para generar o modificar productos y procesos para usos específicos" (Convención sobre Diversidad Biológica, 1992)

**Revoluciones tecnológicas:**


- secuenciación de genomas
- transferencia de genes




- ✓ Conocimiento intensivo
- ✓ Requiere trabajo multidisciplinario
- ✓ Tiene un rol integrador
- ✓ Impulso innovador y generador de alternativas tecnológicas para el agro



### Aplicaciones:



- **Selección genómica**
  - Mejoramiento genético asistido por información genómica
- **Estudios de asociación genómica**
  - Identificar regiones del genoma con influencia en las características de interés
- **Análisis de enfermedades genéticas**
  - Determinación de portadores; varias enfermedades simultáneamente
  - Uno/pocos genes o poligénicas
- **Paternidad por ADN**
  - Confirmar madre o padre de un animal, determinar cual es el padre (monta múltiple)
  - Minimizar posibilidad de errores en la genealogía, aporte al sistema de evaluaciones genéticas
- **Apoyo a la trazabilidad**
  - Confirmación de identidad



### Mejoramiento genético animal

- ✓ Herramienta efectiva de incremento de la producción
- ✓ Selección de animales superiores en base a estimaciones objetivas del mérito genético

**Tendencias Merinos Diámetro**

NMF = -0.24 μ  
Pob. = -0.09 μ

Max = -0.26 μ

RD

RD/CSBA

### Selección genómica

- Incorporación de la información genómica, que proviene del ADN:
  - ✓ DEP genómicos
- Potencializa el mejoramiento genético a través de:
  - ✓ **mayores tasas de progreso genético** por mayor precisión a edad más temprana
  - ✓ **por inclusión de nuevas características** que son cada vez más relevantes, y cuya mejora genética estaba limitada con los métodos "tradicionales"

**EJEMPLOS**

- Resistencia genética a enfermedades
- Eficiencia de conversión del alimento
- Calidad de canal y carne

inia

### Mejoramiento genético animal

- ✓ Herramienta efectiva de incremento de la producción
- ✓ Selección de animales superiores en base a estimaciones objetivas del mérito genético
  - ❖ Diferencias esperadas en la progenie (DEP, EPD)
  - ❖ Fenotipos y genealogía (relaciones de parentesco)

Genealogía  
Fenotipos

Evaluaciones genéticas

Estimación Mérito Genético

Animales seleccionados

Progreso genético

inia

### SELECCIÓN GENÓMICA

- Uso de miles de marcadores moleculares en la estimación del mérito genético
- DEP o EPD genómicas

Muestra de ADN

Genotipado (genotipo de miles de marcadores)

Mérito genético

Ecuación predicción

POBLACIÓN DE ENTRENAMIENTO

inia

### Mejoramiento genético animal

- ✓ Herramienta efectiva de incremento de la producción
- ✓ Selección de animales superiores en base a estimaciones objetivas del mérito genético
  - ❖ Diferencias esperadas en la progenie (DEP, EPD)
  - ❖ Fenotipos y genealogía (relaciones de parentesco)
- ✓ Tradicionalmente se han priorizado la mejora genética de aquellos atributos de más fácil medición

- Crecimiento**
  - Peso al destete, al año, al sobreño (15 o 18 meses)
- Reproducción**
  - Circunferencia escrotal
  - Peso adulto
- Carcasa**
  - Área del ojo del bife y espesor de grasas (ultrasonido)

**EJEMPLO: GANADO DE CARNE**

inia

### Población de entrenamiento

- Animales con registros productivos (fenotipos) e información de genotipado
- integrado a un sistema de evaluación genética:
  - Estimación de mérito genético en base a información genómica
- estudio de las determinante genéticas
  - Identificación de regiones del genoma que tenga influencia en la característica
  - Concentrar el genotipado en SNP con mayor influencia
    - Reducción de costos, mayor adopción tecnológica, mayor beneficio económico por mejora genética

inia

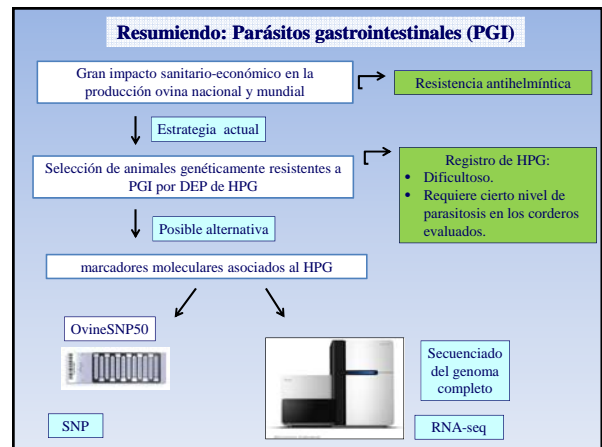
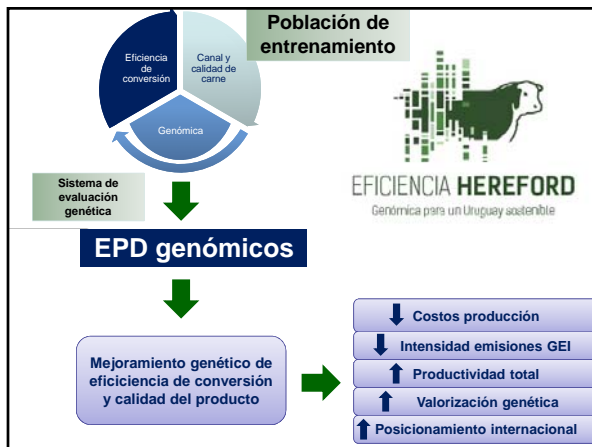
**Mejora de la competitividad de la ganadería uruguaya por el desarrollo de herramientas genómicas que mejoren la eficiencia de alimentación y la calidad de canal de la raza Hereford**

> Proyecto: 2014 - 2017  
 > Organizaciones públicas y privadas con apoyo de ANII

**EFICIENCIA HEREFORD**  
 Genómica para un Uruguay sostenible

### Ejemplos de resultados nacionales y sus aplicaciones

1. Generación de una plataforma biológico-tecnológica de referencia, para estudios de selección genómica aplicada al mejoramiento en ovinos en Uruguay: énfasis en resistencia a parásitos
2. Implementación de herramientas genómicas en la mejora genética de la calidad de canal y la carne en Hereford: desarrollo de poblaciones de referencia y métodos de análisis.



### Eficiencia de alimentación

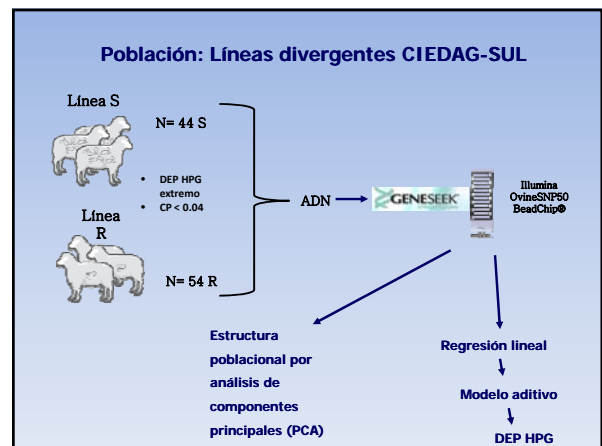
POBLACIÓN DE ENTRENAMIENTO		AÑOS		
ANIMALES	FASES PRUEBA CONSUMO	2014	2015	2016
TOROS	Warm-up	50 animales	49 animales	45 animales
	Otrofo	11 cabañas	11 cabañas	9 cabañas
TOROS	Adaptación	120 animales	125 animales	125 animales
	primavera	39 cabañas	37 cabañas	37 cabañas
NOVILLOS	Adaptación	113 animales	124 animales	124 animales
	Warm-up	5 cabañas	8 cabañas	8 cabañas

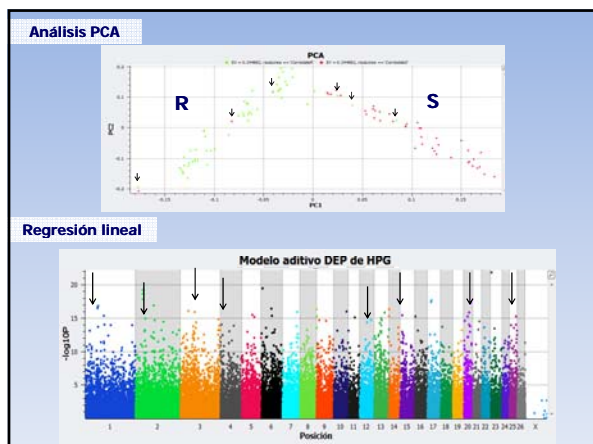
626 Hereford  
 Hijos de 200 toros  
 De 60 cabañas

- ❖ Próximos a la meta de 1000 animales
- ❖ Buena representación de las cabañas en la evaluación
- ❖ Conexión a la población Hereford

**2017 META: DEP GENÓMICAS DISPONIBLES PARA SELECCIÓN**

- ✓ Acuerdo con Canadá: unión y análisis conjunto
- ❖ Mayor población de entrenamiento: Mayor precisión
- ❖ Mayor número de animales evaluados: Mayor intensidad de selección





1. La comparación de los genomas de animales resistentes y susceptible a parásitos gastrointestinales mostraron claras diferencias
2. Se identificaron marcadores ubicados en 8 cromosomas que tienen una gran incidencia en resistencia/susceptibilidad a parásitos.
3. Se está trabajando para su inclusión en un panel para ovinos que también incluya marcadores relevantes para otras aplicaciones (ej paternidad) u otras características (mocho vs astado).

### En síntesis

- **Investigación en genómica animal**
  - Generación de conocimiento
  - Aplicación al mejoramiento genético animal
- **Características relevantes** y en la cual la selección genómica puede hacer su mayor contribución
  - De importancia económica y de difícil medición
- **Construcción de poblaciones de entrenamiento para implementación de selección genómica**  
 Construcción de bases de datos, capacitación en nuevas metodologías de análisis, formación de recursos humanos (grado y postgrado), equipo multidisciplinario de trabajo, varias instituciones académicas, coordinación con el sector productivo, captura de fondos de investigación, extensión, etc.
- Aporte a la **intensificación sostenible** de la producción

