

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

LA GENÉTICA COMO HERRAMIENTA PARA LA PRODUCTIVIDAD EN EL CAMPO

Juan Esteban Pérez García.
Investigador PhD. – Agrosavia.
jeperez@Agrosavia.co
1 de Octubre - 2018



La naturaleza - Genética

De cazar a criar. De recolectar a sembrar y cosechar (Agricultura)

Observar la naturaleza y a aprender cómo vivían los animales.

Usó esa información en su provecho para domesticar plantas y animales

La humanidad originó el “mejoramiento selectivo” dejando aparearse sólo a los “mejores” animales y eligiendo para sembrar las “mejores” semillas.

Mendel en sus estudios usó estadística para confirmar sus resultados (contó). Origen a la ciencia de la Genética.

Cruzamientos entre plantas emparentadas, selección, mutaciones y finalmente con ingeniería genética Organismos Genéticamente Modificados.

MEJORA ANIMAL

XVIII

Selección Fenotípica

1959

Información de Pedigrí y parámetros

1960

Datos de Comportamiento

1975

Valores de merito Genético & Exactitud (BLUP)

1990

Marcadores en DNA

2007

Genómica incrementa valores de mérito genético

2015

Combinación de tecnologías - Edición génica

Herramientas de Mejoramiento

Inseminación Artificial 1950
Transfer. de Embriones 1970
Fertilización In Vitro 1990
Semen Sexado 2000
Tec. Clonación 2002
Cultivo Celular

Genética cuantitativa 1950
Modelo Animal 1975
Identificación de QTL
Mapeo de Genes
Genotipado a gran escala GWAS
Selección Genómica 2007



Progreso genético – Animales + productivos

LA REVOLUCIÓN VERDE

¿HABRÁ EN EL MUNDO SUFICIENTES ALIMENTOS PARA SATIFACER A TODA LA HUMANIDAD?

Selección genética, altos insumos y maquinaria de tres cereales clave en la alimentación humana: trigo, arroz y maíz.

Incremento de la producción con una media de 2,2% anual - 40 años

Se logró casi triplicar las cosechas, sin apenas variar la superficie cultivada.

Agronegocios – semillas, agroquímicos – maquinaria etc.

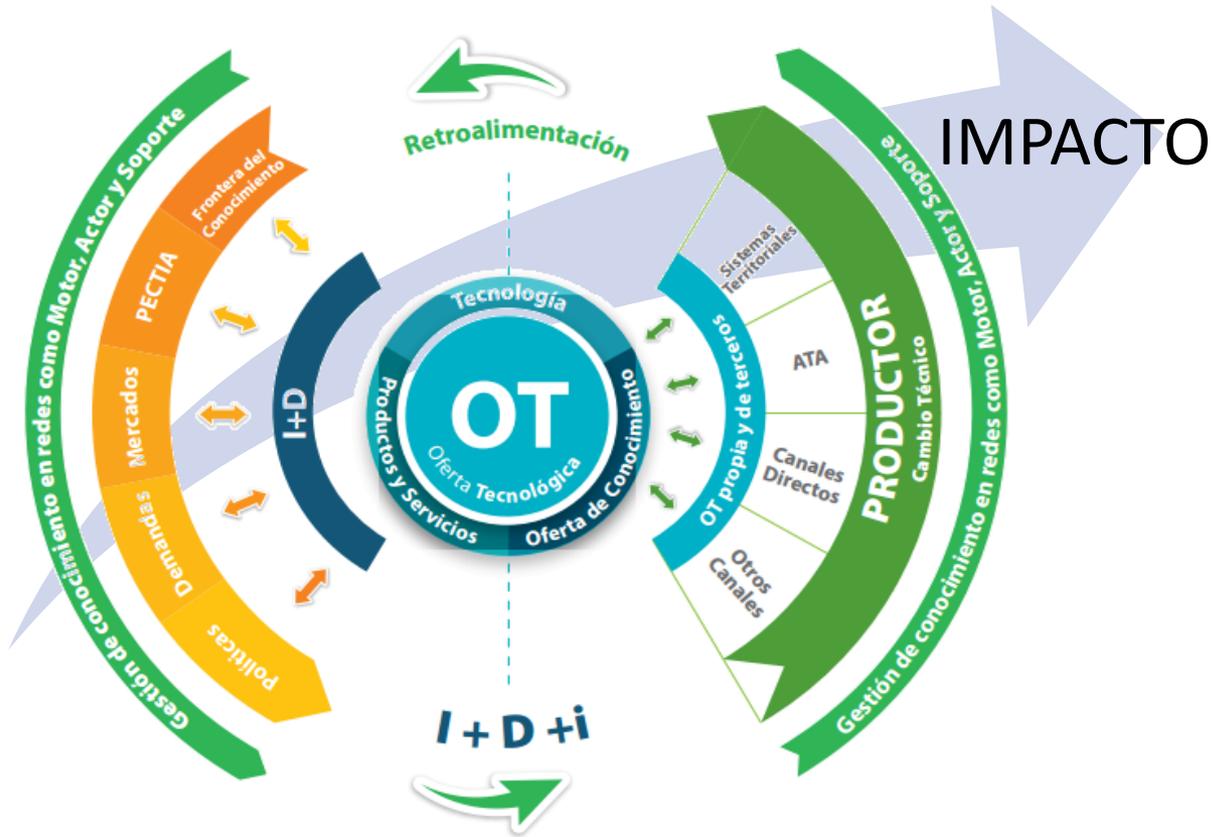
Perdida de diversidad – deterioro del ambiente

**Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA**

**Contribuir al cambio técnico para mejorar
la productividad y competitividad del
sector agropecuario colombiano**

MODELO

“Gestión del Conocimiento en Red”



Frutales

cítricos, aguacate, promisorios, pasifloras, mora, guayaba, uchuva, plátano y mango.



Raíces y tubérculos

Papa, yuca, ñame, batata, arracacha, achira.



Hortalizas

Tomate, cebolla, ají, berenjena y plantas aromáticas.



Ganadería y especies menores

Bovinos, ovinos, caprinos y apicultura.



Transitorios y Agroindustriales

Arroz, algodón, maíz, caña, fique, tabaco, soya y cereales.



Permanentes

Caucho, palmáceas y forestales.



Cacao

Marco Estratégico Corporativo



AGROBIODIVERSIDAD

Nuestra riqueza natural

Bancos de Germoplasma para alimentación y agricultura

- Los Bancos de Germoplasma de la nación colombiana son **repositorios** destinados a la **conservación de la diversidad genética** de diferentes especies de interés agropecuario.
- Corpoica hoy Agrosavia desde el año 1994, tiene a cargo el Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación Colombiana, el cual engloba tres subsistemas: **Vegetal, Animal y Microorganismos**. Cada subsistema conserva entidades biológicas de importancia económica para el país.

Banco de Germoplasma Vegetal

Conservar, caracterizar y promover el uso de las especies vegetales que contribuyan a la seguridad alimentaria de la nación colombiana.

Descripción

El Banco Vegetal, conformado en el año 1994, conserva más de **treinta y cuatro mil accesiones** de especies de interés agrícola, conservadas en tres sistemas de conservación, así:

- **Semilla:** aproximadamente treinta mil accesiones de semillas ortodoxas e intermedias, en dos Centros de Investigación de Agrosavia: La Selva y Tibaitatá.
- **In vitro:** aproximadamente mil doscientas accesiones de especies con multiplicación clonal en el CI Titabitatá.
- **Campo:** aproximadamente cuatro mil accesiones en nueve Centros de Investigación de Agrosavia: Caribia, Turipaná, La Selva, Palmira, El Mira, Nataima, Tibaitatá, La Libertad y La Suiza.

Banco de Germoplasma de Microorganismos

Conocer, conservar la variabilidad genética y promover el uso de especies de microorganismos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la nación colombiana.

Descripción

El Banco de Germoplasma de Microorganismos conserva **2253** accesiones de especies nativas de importancia para el sector agropecuario distribuidas en cinco colecciones: dos de interés agrícola (control biológico y biofertilizantes) y tres de interés pecuario (dos en salud animal y uno en nutrición animal).

Banco de Germoplasma Animal

Conservar, caracterizar y enriquecer las razas criollas de animales domésticos y promover una mayor utilización de su biodiversidad en programas agropecuarios productivos de la nación colombiana.

Descripción del Banco de Germoplasma Animal

Como apoyo y garantía a la conservación *in vivo* y al mantenimiento de la variabilidad genética, el sistema de bancos dispone de un Banco *in vitro* para la conservación principalmente de semen y embriones

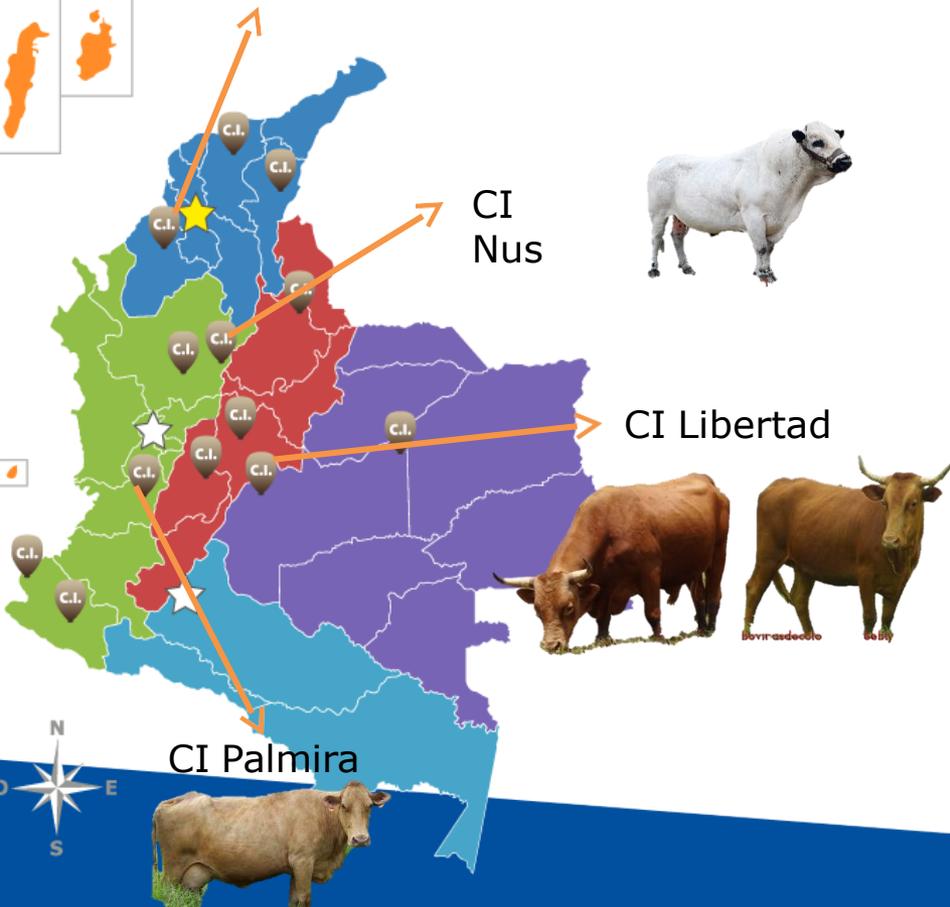
Especie	Razas (Región)
Bovina (<i>Bos taurus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Blanco Oreginegro (Región) • Sanmartinero • Romosinuano • Costeño con Cuernos • Hartón del Valle
Porcina (<i>Sus scrofa</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Zungo (Costa Atlántica) • Sanpedreño (Antioquía) • Casco de Mula (Meta)
Ovina (<i>Ovis orientalis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Criolla (Nariño) • Mora (Nariño)

Bancos de germoplasma de Razas criollas colombianas

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



CI Turipaná



CI Nus



CI Libertad



CI Palmira



1. Programas de conservación

- Núcleos establecidos desde los años 30.
- Bancos de Germoplasma desde 1994.

2. Programas de fomento (2005-2015):

- Incremento de la población de animales (113 ganaderías vinculadas).
- Nuevo banco de la raza Casanare 2012
 - Actualmente cuenta con casi 200 animales
- Nuevo Banco de la raza Hartón del Valle
 - Actualmente con 147 animales
- Inicio de Banco de la raza Chino Santandereano
 - Actualmente 24 animales.

Resultados -Tecnologías

“En camino hacia un sector agropecuario sostenible”

Material vegetal

- **C015 y C029** adaptadas a condiciones del caribe colombiano
- Potencial de exportación (forma, color y tamaño)



Berenjena

- En el 2017 se cosecharon **6,5 hectáreas** en los departamentos de Córdoba y Bolívar
- Rendimiento de **30,6 t/ha/año**, lo que supera un 37% el de la berenjena criolla de la Región Caribe, alcanzando un precio 39% mayor

- **Theobroma Corpoica La Suiza TCS 01, 06, 13 y 19**
- Características especiales en sabor y aroma



Cacao

- En el 2017 habían **1.119 hectáreas** con estos materiales en Boyacá, Santander y Sucre
- Rendimiento de **1200 kg/ha/año** de almendra seca, lo que duplica el rendimiento de las variedades universales

- Rendimiento promedio de fruta fresca de **28,6 toneladas por hectárea por ciclo** productivo en un periodo de 216 días
- Alto contenido de **solidos solubles** totales de $10,8^{\circ}$ Brix y acidez de $0,74\%$ de ácido



- **Corpoica Carmín 0328** alto rendimiento y calidad para uso industrial
- **Corpoica Rosa-C** con alto contenido de vitamina C para consumo en fresco

Guayaba

- Alto potencial de producción de fruto con un rendimiento de **44.3 t/ha/año**
- Alto contenido de **solidos solubles** totales $14.40 \pm 3.40^{\circ}$ Brix



- Clones de **guanábana 2513-1 y 2513-4**
- Características de calidad y tamaño de fruto

Guanábana

Material vegetal

Primeras variedades mejoradas para la altillanura

- **Corpoica Mapiria Año 1**
- **Corpoica Yopare Año 2**
- **Corpoica Yucao Año 3**



Marañón

- En el 2017 habían **1535 hectáreas** en el Vichada
- Rendimiento de mas de **1 tonelada de nuez por ha/año**, lo que generó **2,5 millones de pesos** por ha/año

- Producción de materia seca para la época seca y de lluvia de **1200,7 kg/ha** y **4128,8 kg/ha** respectivamente
- Proteína cruda para la época seca y de lluvia: **11 y 13.3%** respectivamente



- **Corpoica sabanera**
Nuevo cultivar de pasto guinea (*Panicum máximum*)

Alta producción de forraje y excelente calidad nutricional

Pasto Guinea

- En el 2017 habían **14.000 hectáreas** en el departamento de Nariño
- Rendimiento de **8 t/ha** por ciclo productivo, lo que supera en **3,5 t/ha** a la variedad de la región



Variedades mejoradas para el sistema de producción de economía campesina del sur de Nariño

- **Obonuco Andina**
- **Obonuco San Isidro**

Arveja

- **Híbrido de palma de aceite OxG Corpoica EL MIRA**



Palma de Aceite

- **Precoz.** Primeras cosechas se producen entre los 34 y 36 meses después de su siembra
- Frutos con hasta un **98 % de pulpa con aceite**; representan entre 35 y 55 % del peso del racimo.

Material vegetal

Variedades de Yuca:

- Cumbre 3, Corpoica la Francesa, Ropain, Belloti, Sinuana y Melúa 31



- En el 2017 165 productores sembraron **125 hectáreas**
- Rendimiento de **25 t/ha** lo que triplica al de la variedad tradicional
- Precio en el **mercado 50%** mayor debido al proceso de rallandería

Yuca

- En 2017 habían sembradas **1450 hectáreas** en Santander y Boyacá, además de **3 hectáreas** en Antioquia para la producción de semilla
- Rendimiento de **15,5 t/ha**, lo que supera en un **35%** la variedad predecesora
- Mayor **resistencia a enfermedades**



- **CC 93- 7711 y CC 93- 7510** para producción de panela
- **Alto rendimiento**

Caña de Azúcar



Colección de 8 clones de **naranja margaritera**.

Frutos de mayor tamaño y mayor peso con % de jugo mayor a 39%



Lulo La Selva

Precocidad y resistencia nemátodos



Colección de 15 variedades comerciales de **cítricos**

Única fuente de semilla básica sana de cítricos



Cebolla de rama Corpoica - Aquitania 1

Tolerancia a la pudrición radicular



Fríjol: Froilan, Radical Jiji, Rojo 39 y Rojo 43

Mayores rendimientos y calidad nutricional (biofortificado)

Material vegetal



Batata (Aurora y Ambarina)

Mayor rendimiento y atributos para consumo en fresco y calidad nutricional



Papa (Perla Negra y Mary)

Tolerancia a gota, propiedades nutracéuticas, mayores rendimientos



Papa criolla Sol Andina

Precocidad, mayores rendimientos, consumo en fresco y para la industria



Maíz (Corpoica V-114 y V-159)

Mayores rendimientos y tolerancia a plagas y enfermedades, menos requerimientos de insumos



Sorgo dulce forrajero JJT-18

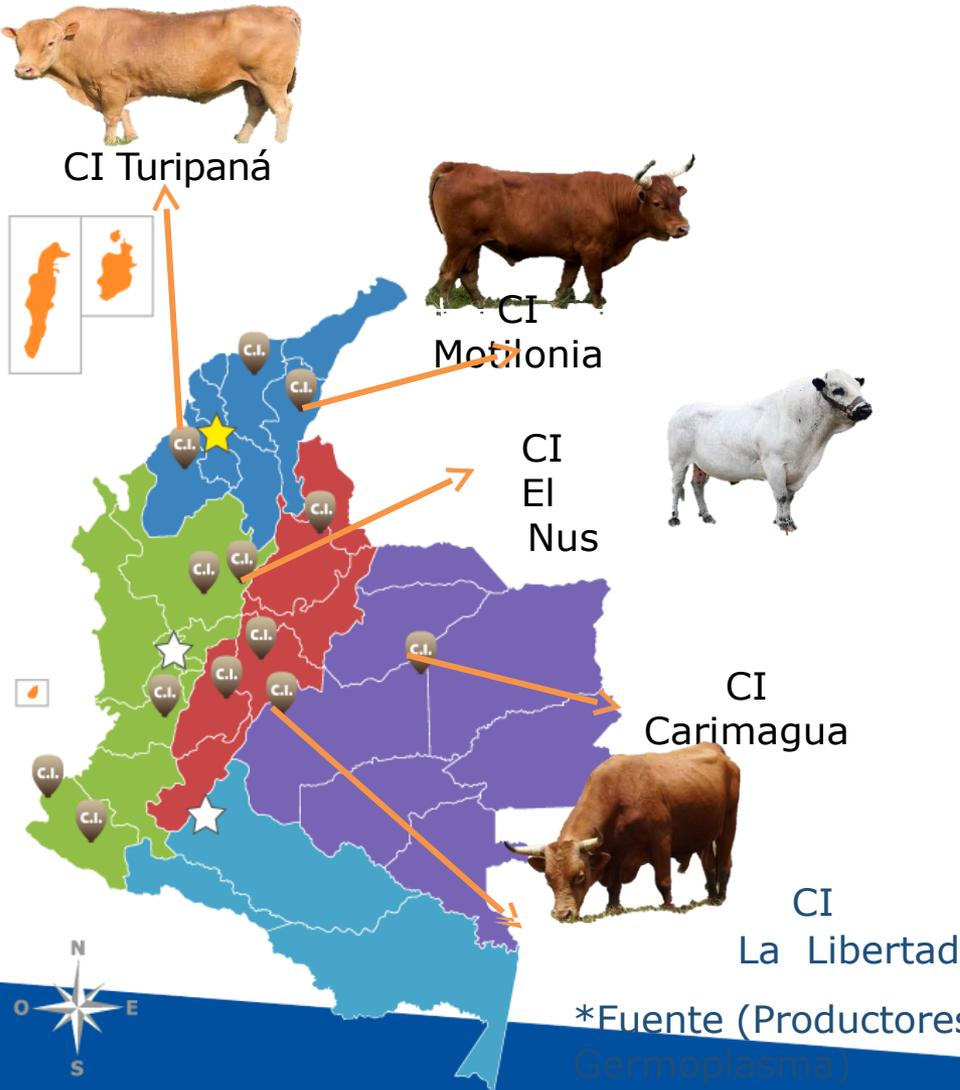
Alternativa suplementación ganadera, tolerancia a sequía



Arroz Corpoica Llanura 11.

Resistencia a Pyricularia, alta calidad molinera y culinaria

Mejoramiento Genético en el Ganado Criollo Colombiano

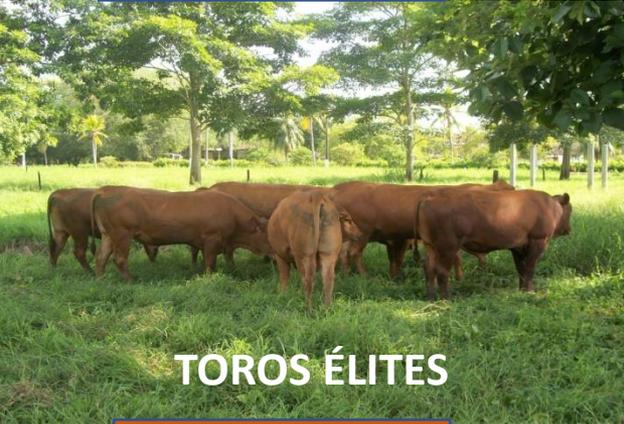


Programas de selección:

- Caracterización productiva y genómica en razas criollas
 - Crecimiento
 - Reproducción
 - Adaptación (resist. Garrapatas, estres ambiental)
 - Tipo productivo
- Desarrollo de pruebas de comportamiento y catálogos de toros superiores (2011).
- Creación de núcleos de selección: Programa de mejoramiento genético.
- Sistema de información genómica para valoración genética en razas criollas.

MODELO DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CARNE BOVINA EN LA REGION CARIBE DE COLOMBIA

Romo X Romo



TOROS ÉLITES

1º ESCENARIO CRIA

2º ESCENARIO CEBA

Romo X Cebú



HEMBRAS BRAHMAN

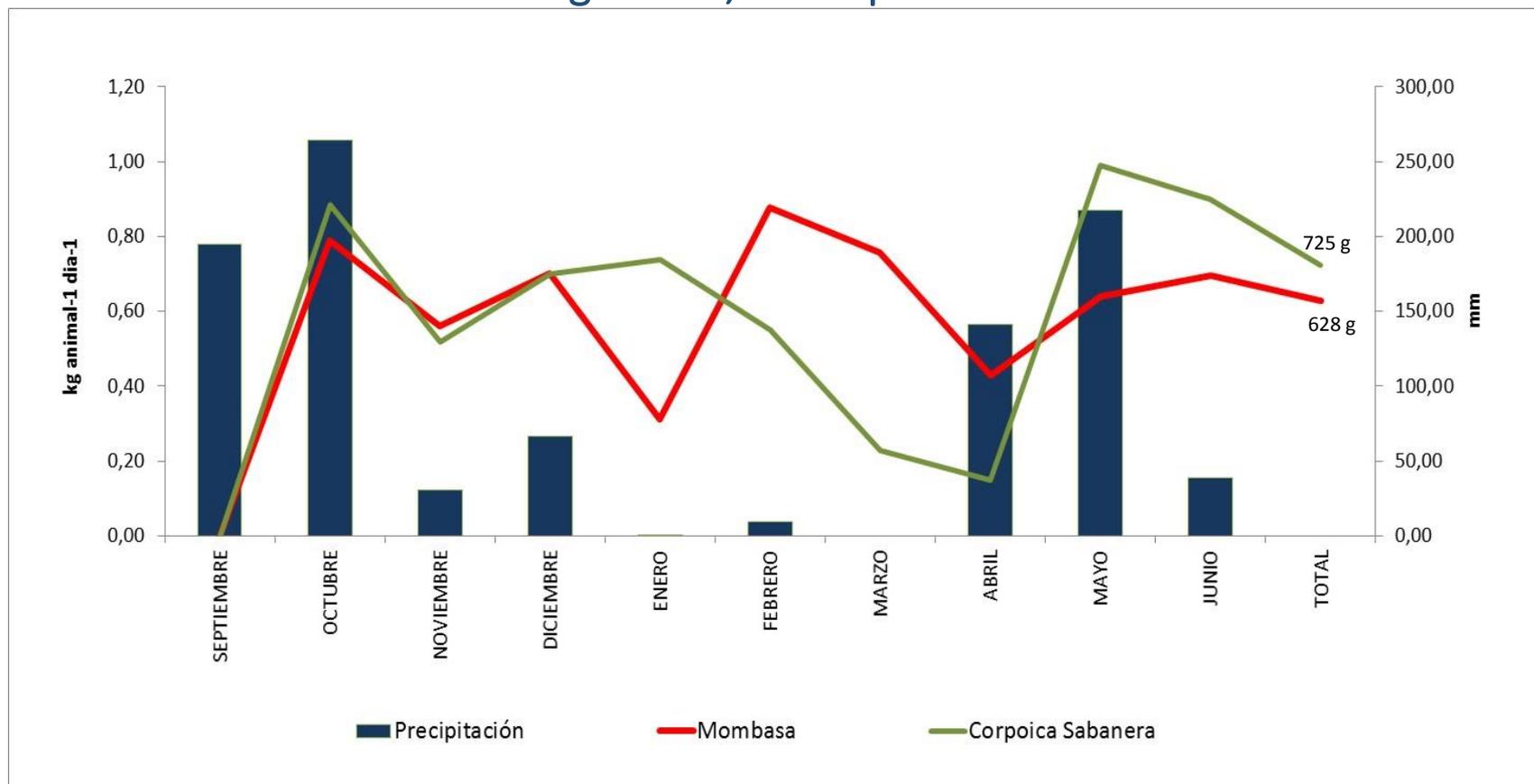
BIOTIPO F1 ADAPTADO

APUESTA DE VALOR

Biotipo adaptado cría

Indicador	Brahmán	Romo	F1 Ro X Ce
Intervalo Entre Partos (días)	590	442	-
Edad al Primer Parto (meses)	42	37	-
Fertilidad (%)	60-65	80	-
Longevidad (años)	8	>10	-
Peso al Destete (kg)	205	172	<u>214</u>
Peso a 16 meses (kg)	280	240	<u>330</u>
Edad al sacrificio (meses)	30	27	<u>22</u>
Rendimiento en canal (%)	53	55	54
mortalidad (%)	9	5,9	<u>1,1</u>

Ganancia diaria de peso promedio (kg de carne animal⁻¹ día⁻¹), segundo ciclo de ceba, duración 336 días. 2014- 2015. Agrosavia, CI Turipaná.



Pastura	Fecha de Entrada	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Carga (animales/ha)	Carne/ha/año (kg)
Mombasa	25/07/2014	220,0	431,1	4	916,8
Corpoica Sabanera	25/07/2014	219,9	463,5	4	1058,5

Implementación de herramientas de selección genómica

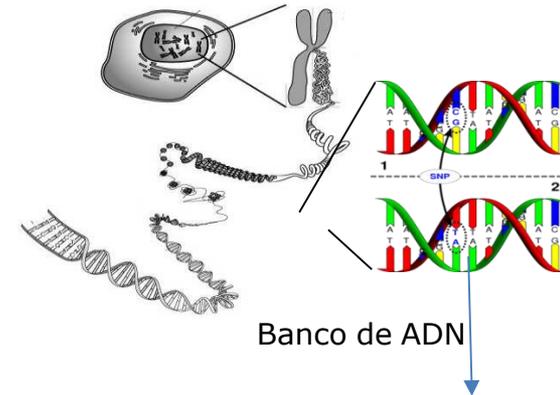
Población de referencia con información fenotípica (Proyecto Caracterización)

Información fenotípica y genealógica

Análisis de asociación Genómica (Determinar efecto SNPs)

Sistema de indexación genómica

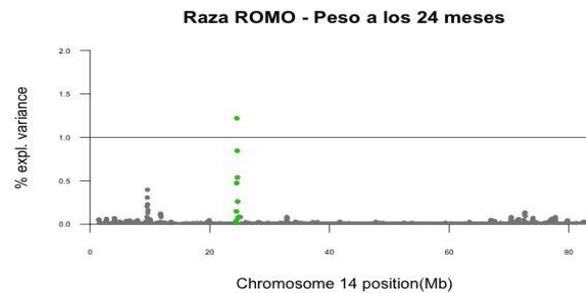
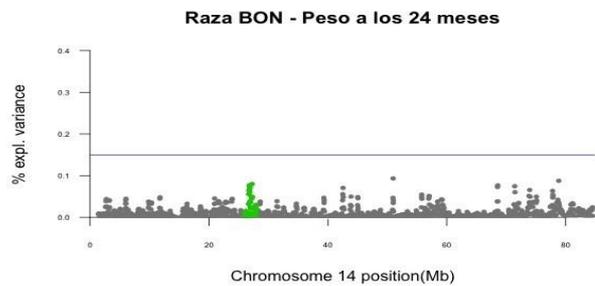
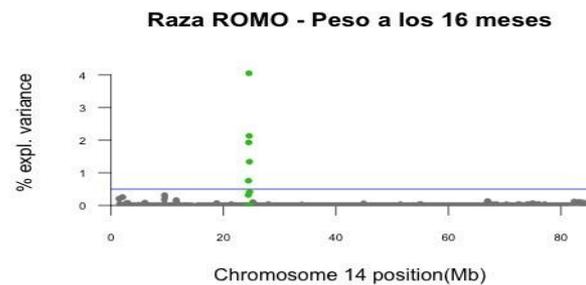
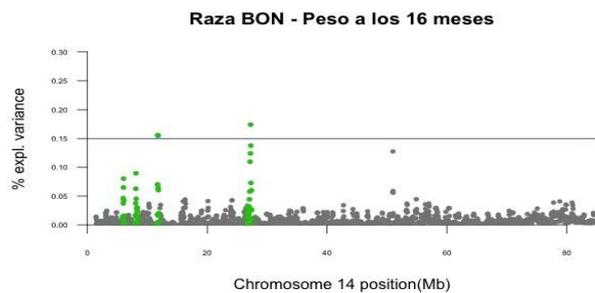
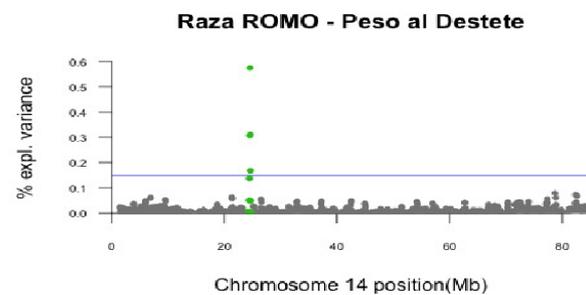
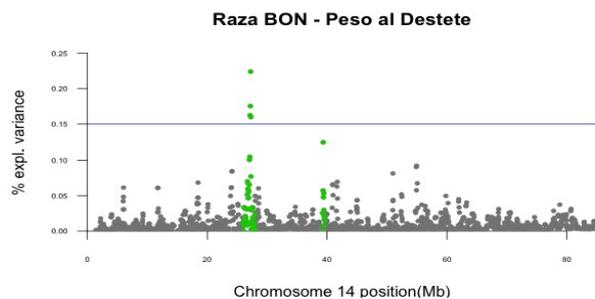
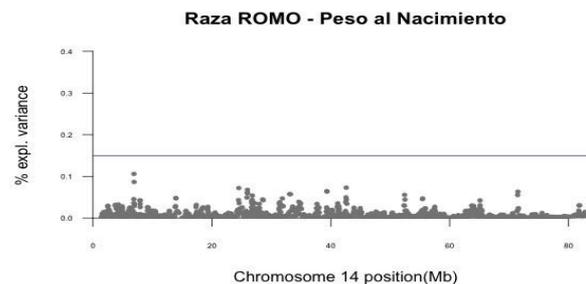
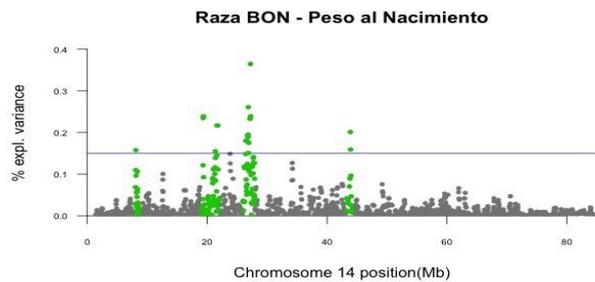
ÍNDICE VALIDADO PARA SELECCIÓN GENOMICA



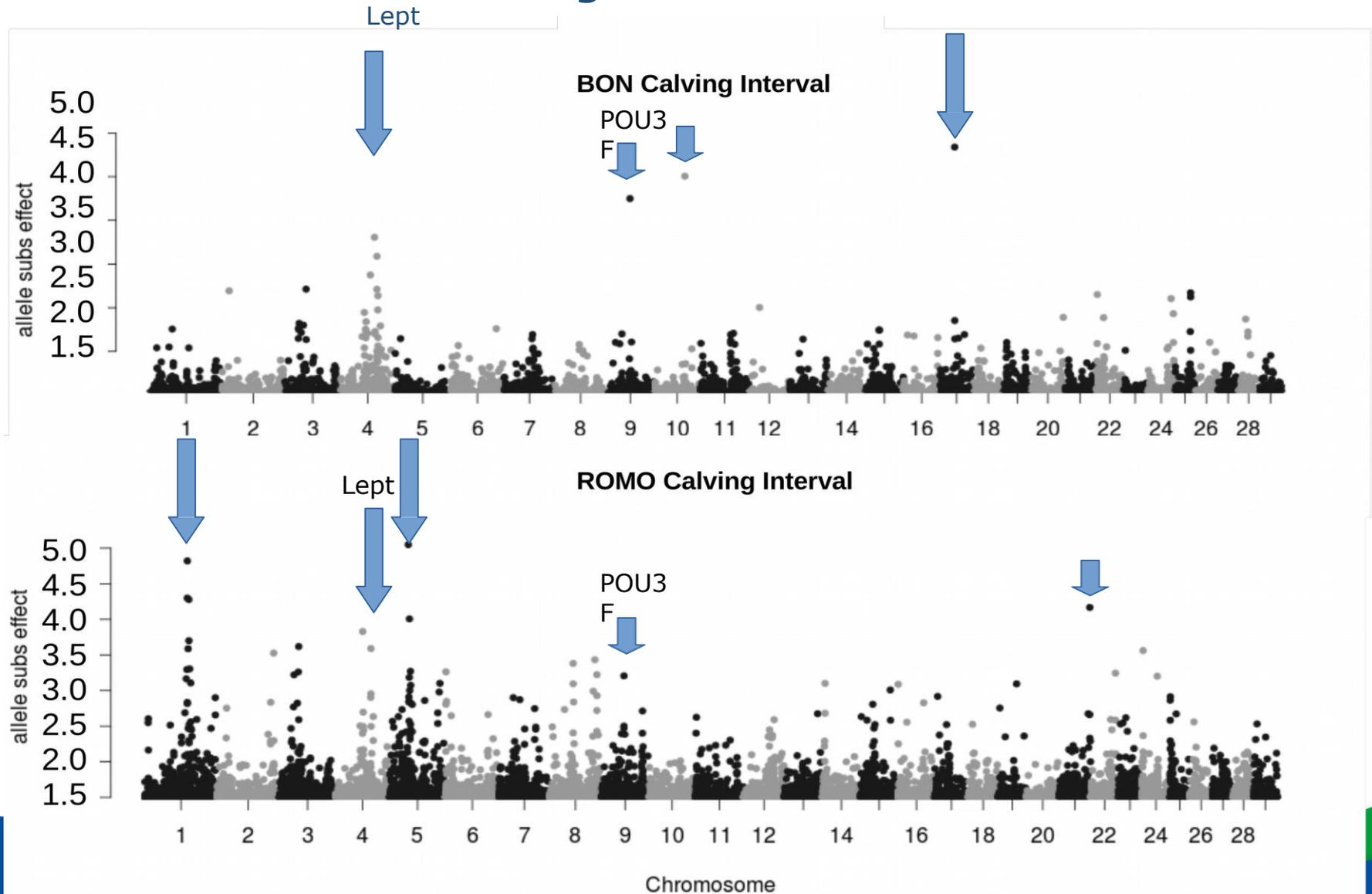
Tecnología de Microarray



a gran escala 56K,
770 K

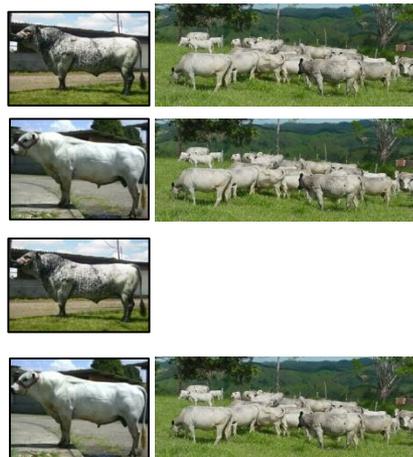


GWAS para Características Reproductivas usando SSgBLUP



MODELO PARA SELECCIÓN GENÓMICA

Población de referencia



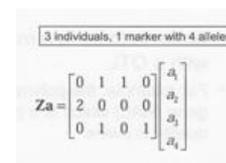
AGROSAVIA
Población de validación
Centro de Investigación Agropecuaria



Genotipos

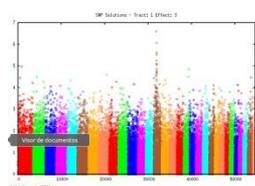
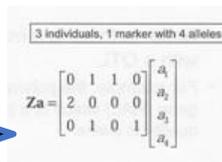


Registros



DEPp

Corr (DEGg
DEGp) Habilidad
de predicción



Efectos de
SNP

DEP
Genómicos

Genealogía + Registros

POBLACIÓN DE REFERENCIA

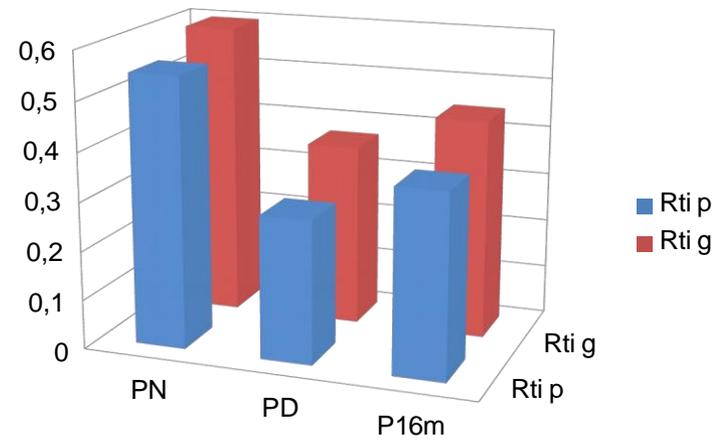
3200 Animales genotipados
BON (n=890)
ROM (n=620)
CCC (n=610)
SAM (n=620)
4000 animales proyectados

RESULTADOS

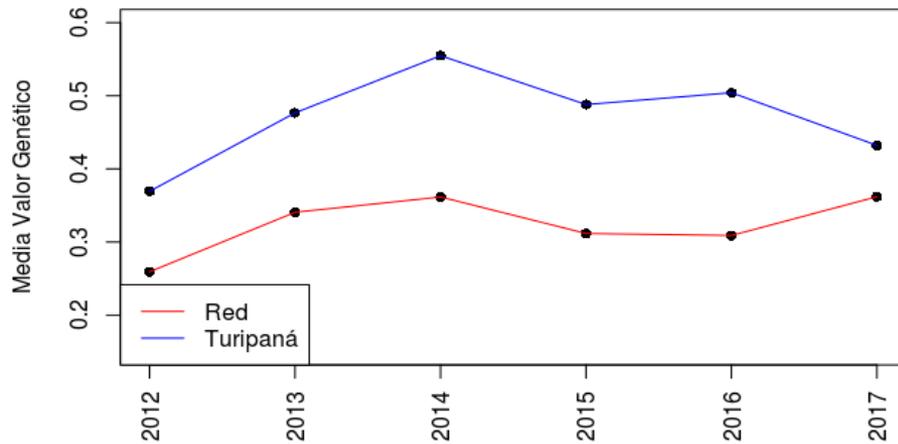
VALORACIÓN GENÓMICA EN LA RAZA BON

Diferencia en la exactitud por uso de información genómica

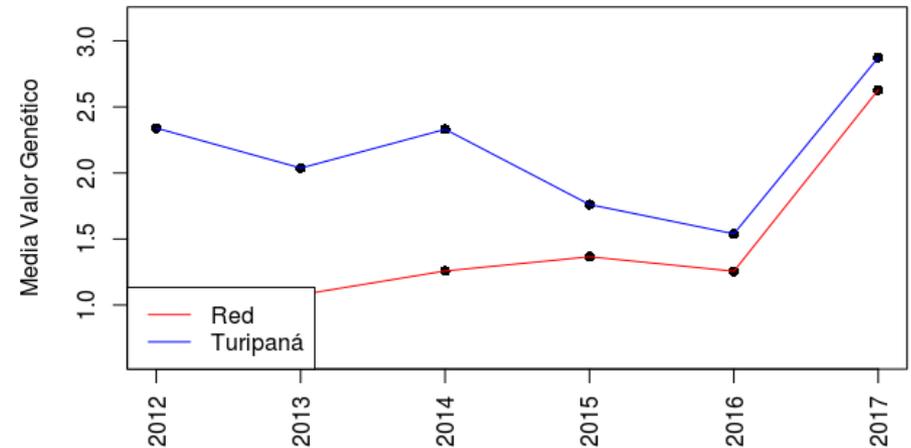
	PN	PD	P16m
Rti p	0,55	0,29	0,37
Rti g	0,60	0,37	0,45
Dif. %	0,18	0,25	0,19



Tendencia genéticas para las características de crecimiento



Peso al nacer



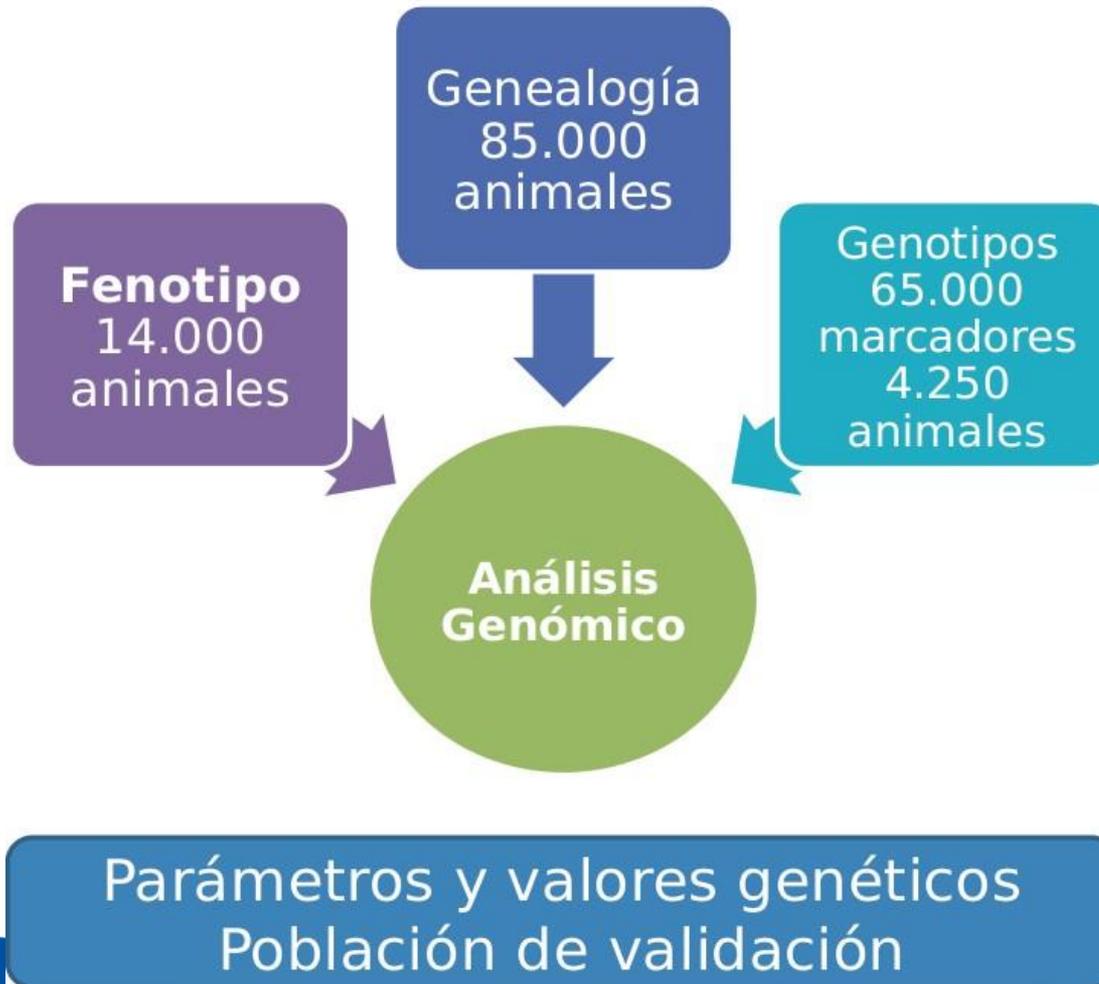
Peso al destete



Plataforma de información genómica para programa de selección en Cebú Brahman en Colombia



¿Cómo funciona el sistema?



Productos



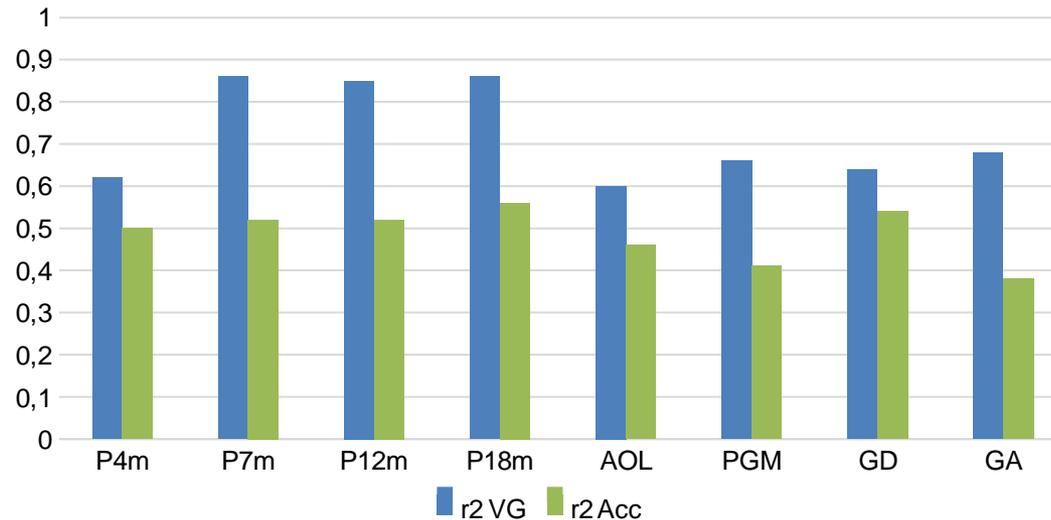
Mecanismo de selección basado en una plataforma de información genómica que incluye 41 variables

Eficiencia de predicción basado en Información genómica

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

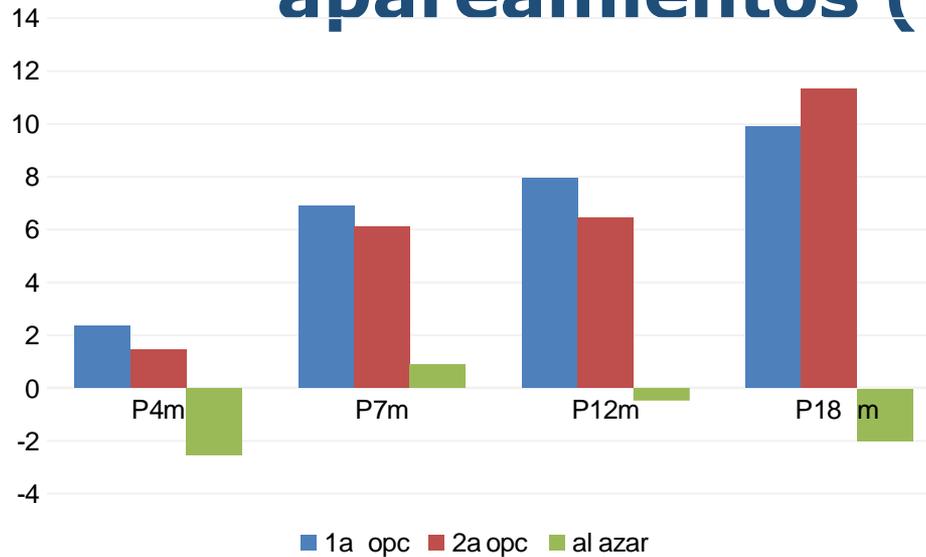
Correlación entre VG Referencia Vs Validación



Exactitud sin información genómica entre 0.17 a 0.30

Exactitud con información genómica entre 0.30 y 0.47

Efectos del uso de Programación de apareamientos (Pesos)



Promedio	Nuevo parámetro
P4m 133 kg	135,3
P7m 195 kg	201,9
P12m 256 kg	264,0
P18m 317 kg	326,9

El desarrollo agropecuario

“Nuevos paradigmas”

Nuevas Demandas

Mas allá del rendimiento

Mejoramiento genético para atributos definidos

- Resistencia a enfermedades y plagas
- Contenido de nutrientes
- Adaptación a estrés hídrico

Producción pecuaria sostenible

- Desarrollo de inmunógenos
- GEI – Selección por consumo residual
- Sistema Información para toma de decisiones
- Prevención y control de enfermedades

Producción agrícola sostenible

- Control de plagas y enfermedades
- Recuperación de la capacidad productiva del suelo
- Disponibilidad de agua
- Sistemas de riego
- Manejo y conservación del recurso hídrico

Valor agregado

- Nutrientes requeridos por el consumidor
- Nuevos productos
- Mayor tiempo de conservación
- Nuevos procesos agroindustriales para PYMES rurales

Inocuidad

- Reducción de metales pesados en suelo, agua y productos
- Resistencia a antibióticos
- Disminución de residuos contaminantes
- Trazabilidad

Articulaciones tecnología y sociedad

- Agricultura Familiar
- Enfoque de Género
- Sistemas Territoriales de Innovación

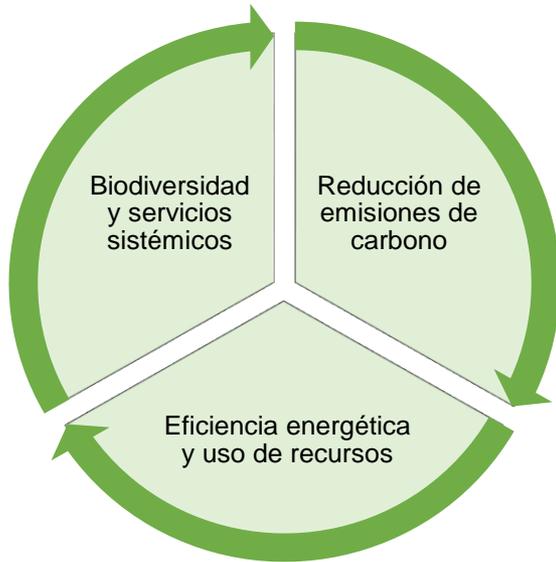
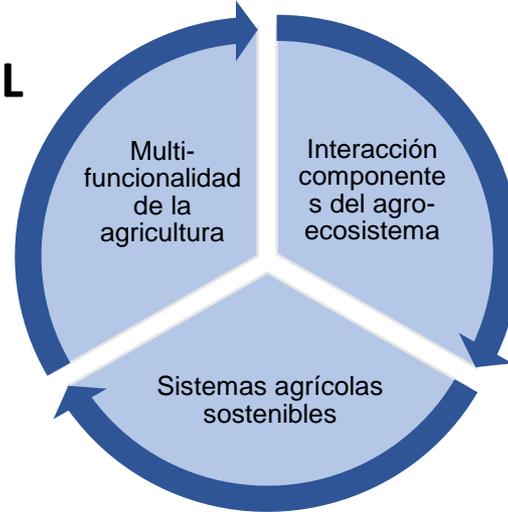
Zonas Posconflicto

- Modelos productivos
- Cultivos alternativos
- Frontera agrícola

AGROECOLOGÍA

NUEVOS PARADIGMAS PARA EL SECTOR AGROPECUARIO

AGROECOLOGÍA

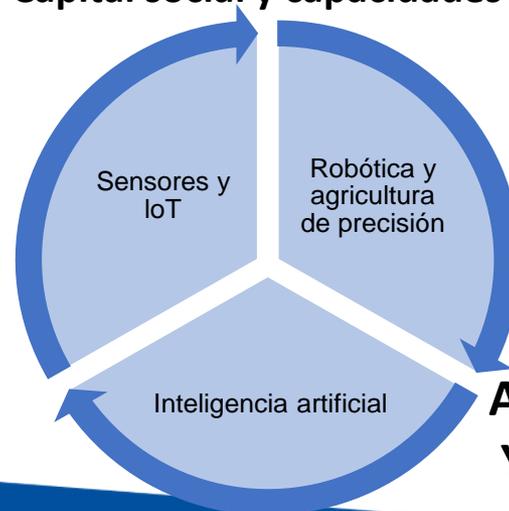


CRECIMIENTO VERDE

- OE 1 Productividad y competitividad**
- OE 2 Disponibilidad e inocuidad de alimentos**
- OE 3 Sostenibilidad ambiental**
- OE 4 Capital social y capacidades**



AGRICULTURA FAMILIAR



AGRICULTURA DIGITAL Y AUTOMATIZADA

Reflexiones

- Tecnologías generadas deben dar soluciones oportunas a las demandas del sector agropecuario.
- Soluciones adecuadas a las características del territorio y de las comunidades que lo habitan.
- Tecnologías adoptadas por el sector productivo para incrementar la productividad, equidad y sostenibilidad.
- Garantizar acceso a mercados que promuevan el campo colombiano como un negocio sostenible.



GRACIAS