



SEMINARIO
**“AVANCES TECNOLÓGICOS DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA
INDUSTRIA DE LA ALPACA”**

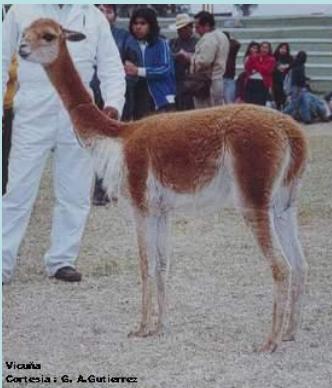
**“Investigaciones sobre mejoramiento
de la calidad de fibra de alpaca”**

Gustavo Gutiérrez Reynoso

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

Arequipa, 21 octubre 2019

Camélidos Sudamericanos



Vicuña
Cortesía : G. A. Gutiérrez

Vicuña
(*Vicugna vicugna*)

Alpaca
(*Vicugna pacos*)



Guanaco (*Lama guanicoe*)



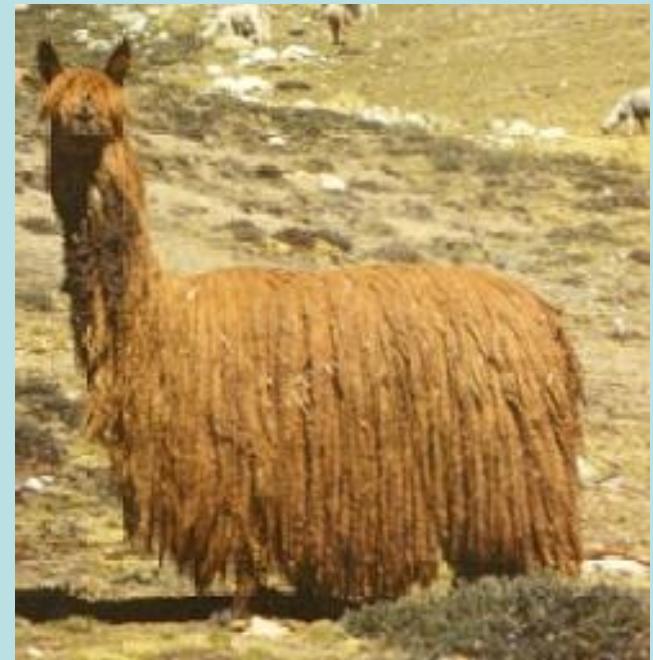
Llama (*Lama glama*)

Camélidos Sudamericanos: razas? o tipos?



Huacaya (90%)

**Alpaca
3685,500
(+)**



Suri (10%)

85% de la población mundial de alpacas en el Perú

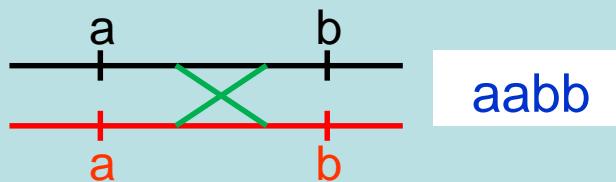
RESEARCH ARTICLE

Open Access

Fleece variation in alpaca (*Vicugna pacos*): a two-locus model for the Suri/Huacaya phenotype

Silvano Presciuttini^{1*}, Alessandro Valbonesi², Nolberto Apaza³, Marco Antonini³, Teodosio Huanca⁴, Carlo Renieri²

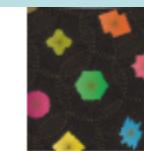
Hipotesis: Dos loci ligados



HUACAYA:
DOBLE RECESIVO
ab/ab



Gene
Volume 647, 20 March 2018, Pages 121-128



Evidence of post-transcriptional readthrough regulation in *FGF5* gene of alpaca

Stefano Pallotti ^a ¹ , Dario Pediconi ^a ¹ , Dharaneedharan Subramanian ^b, María Gabriela Molina ^c, Marco Antonini ^d, Maria Beatrice Morelli ^e, Carlo Renieri ^e, Antonietta La Terza ^a

Productos

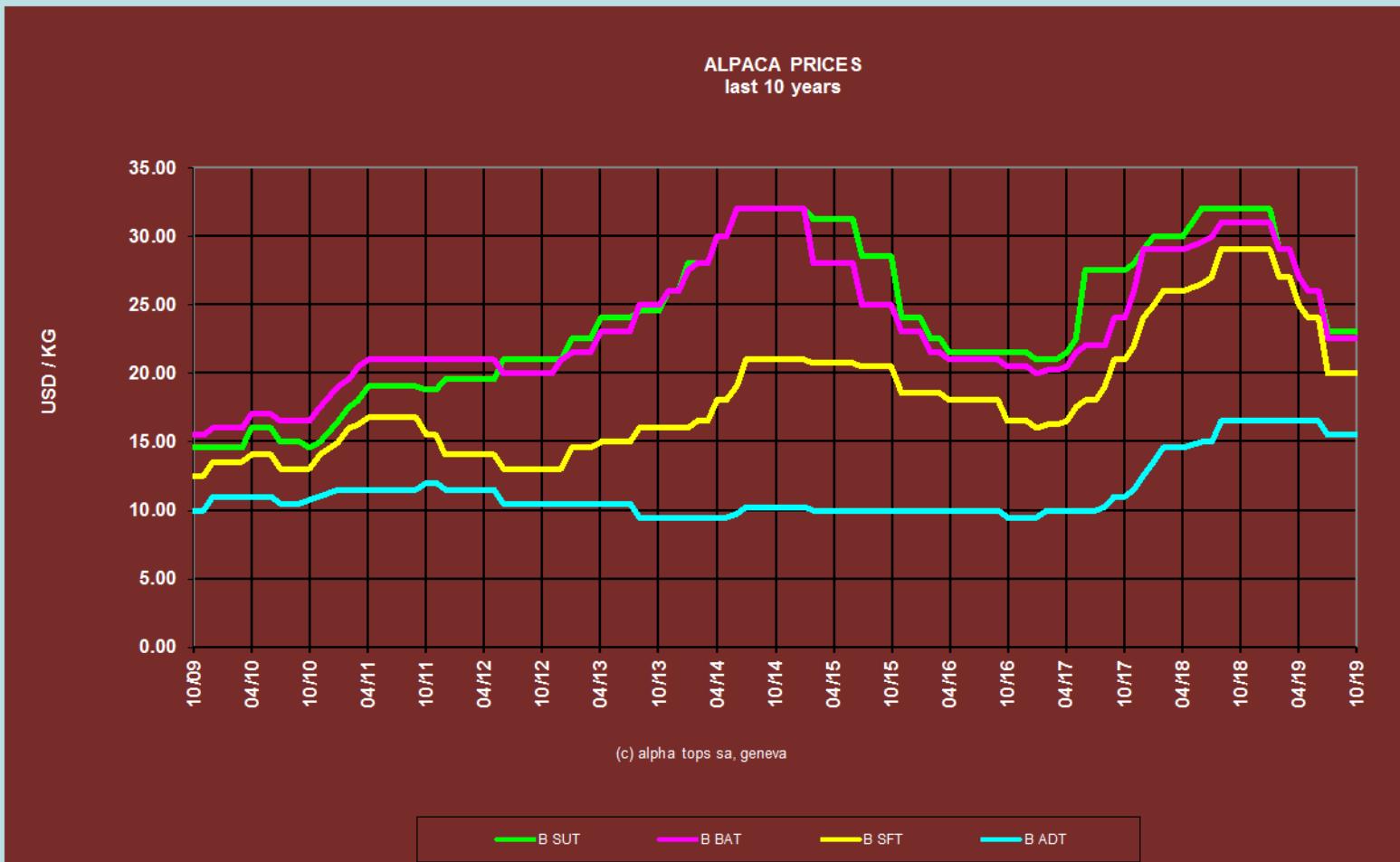
Fibra

Alpaca 4,478 t/año

51 millones USD/año



Precio de tops de alpaca (USD/kg)



Fuente: Alphatops (<http://www.alphatops.com/market/alpaca/>)

Existe mucho interés en la mejora de la crianza de alpaca

- **Fibra de buena calidad textil y de exportación**
- **Asociado a criadores con economías de supervivencia**
- **Especie nativa**
- **Alpacas están adaptadas al ambiente altoandino**
- **Herencia cultural**



Mejora de la calidad de fibra

Alimentación



Manejo



Sanidad



Genética



Investigaciones en genética cuantitativa y de poblaciones

Parámetros Genéticos (Heredabilidad y correlaciones genéticas)



(Pacomarca, Huacaya, 2016)

	FD	SD	CONF	CV	DEN	RIZ	CAB	CAL	BAL
FD	0.328	0.669	-0.958	0.102	-0.078	-0.290	-0.261	0.055	-0.119
SD		0.385	-0.723	0.803	-0.259	-0.508	-0.123	0.085	-0.085
CONF			0.233	-0.220	0.080	0.286	0.210	-0.079	0.087
CV				0.270	-0.302	-0.451	0.045	0.074	-0.042
DEN					0.254	0.781	0.134	-0.069	0.253
RIZ						0.314	0.289	0.100	0.398
CAB							0.350	0.652	0.897
CAL								0.357	0.784
BAL									0.192

FD: Fibre diameter

SD: Standard deviation of FD

CONF: Comfort Factor

CV: Coefficient of variation

DEN: Fleece density

RIZ: Crimp

CAB: Head

CAL: Legs fibre cover

BAL: Balance (general conformation)

Parámetros Genéticos

(Pacomarca Huacaya, 2015)

Caracteres Reproductivos- Heredabilidad y correlaciones genéticas

(favorable y no favorable)

HU	EPS	EPP	DG	IEP
EPS	0,18	0,79	0,20	0,01
EPP		0,33	-0,01	0,13
DG			0,11	0,16
IEP				0,06

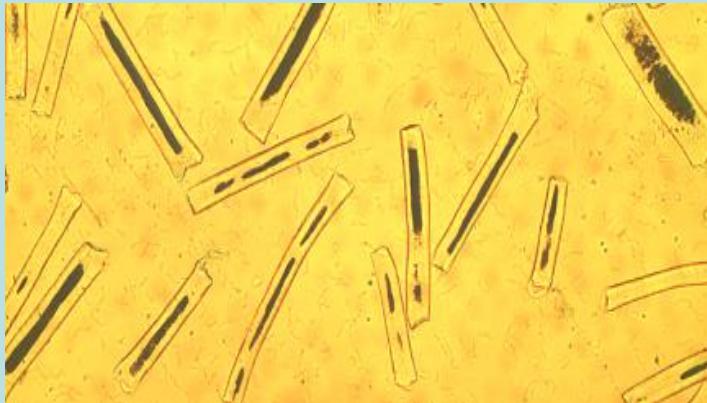
EPS –Age at first service; EPP – Age at first calving; DG –Gestation length; IEP – Calving Interval

HU	DMF	SD	CONF	CV	HU	DEN	RIZ	CAB	CAL	BAL
EPS	-0.12	-0.20	0.16	-0.20	EPS	0.21	0.18	0.04	0.09	0.07
EPP	0.05	-0.01	-0.07	-0.07	EPP	0.06	0.12	0.14	0.25	0.18
DG	-0.10	-0.06	0.11	-0.02	DG	0.07	-0.20	0.03	-0.08	0.06
IEP	0.23	0.06	-0.31	-0.06	IEP	-0.24	-0.13	0.00	-0.09	-0.17

DMF –Average fibre diameter; SD – Standard Deviation of DMF; CONF – Comfort factor ; CV - Coefficient of variation; DEN – Density; RIZ – Crimp; CAB – Head; CAL – Calce; BAL - Balance



Parámetros Genéticos



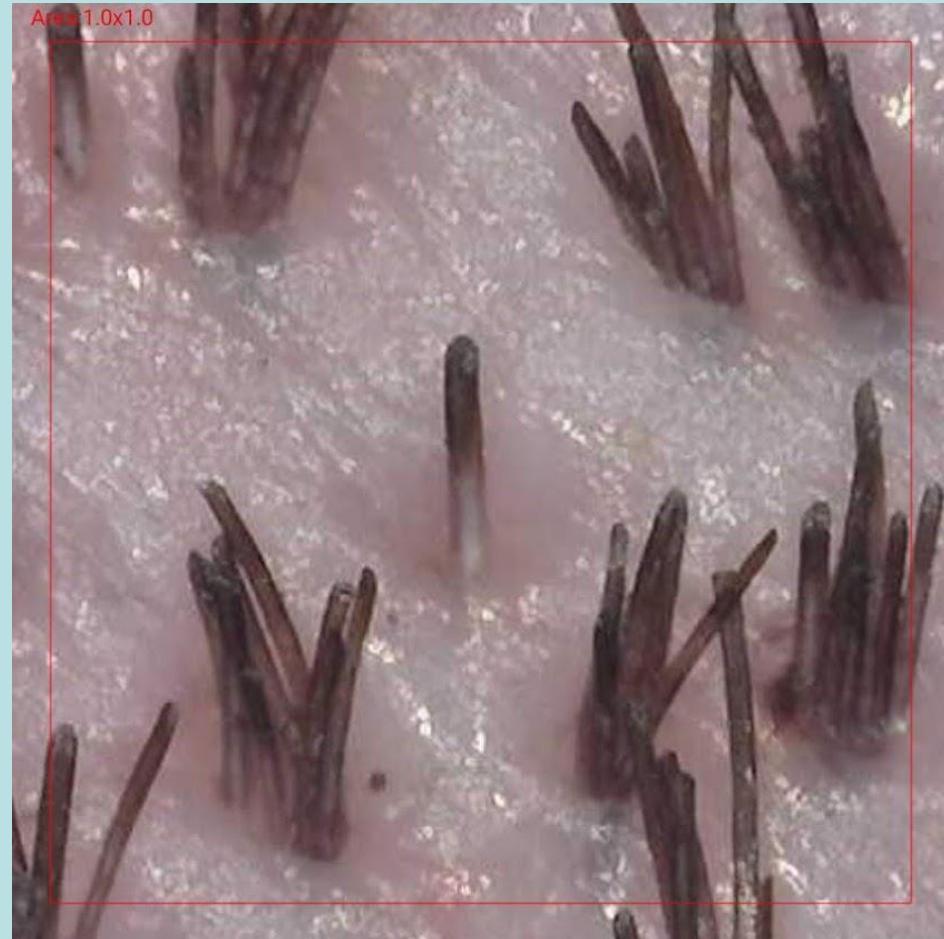
Índice de herencia para categorías
de medulación de fibras
individuales (Pinares et al., 2017)

0.36 (0.16)

Correlación genética entre DF con caracteres de crecimiento y peso de vellón fueron positivos y moderados (Cruz et al., 2017, More et al. 2018).



DENSIDAD DE CONDUCTOS PILOSOS Y DE FIBRA EN LA PIEL DE ALPACAS HUACAYA



Mendoza et al. 2019 (Por publicar)

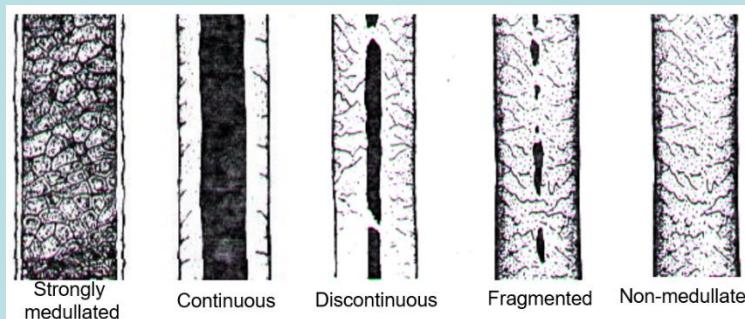
Programas de mejoramiento genético en alpacas

- Pocas iniciativas aisladas
 - INCA TOPS SA, Pacomarca, Puno.
 - INIA, Quimsachata, Puno
 - MICHELL, Mallkini, Puno
 - DESCO, Arequipa y Puno
 - UNALM, Cerro de Pasco
- Empadre controlado
- Identificación animal e información genealógica
- Control de producción
- Evaluación genética dentro de rebaño.



Objetivos y criterios de selección para alpacas Huacaya

Objetivo	Criterio
Disminuir la finura promedio del vellón (vellones finos)	Diámetro promedio de la fibra (DF)
Uniformidad de la finura en el vellón	Desviación estándar del DF?
Incrementar el peso de los vellones	Peso de vellón
Disminuir el efecto picazón	Porcentaje de medulación?



Registros de producción y genealogía



Pruebas de paternidad usando ADN

- CONOPA, Rodríguez y col. (2004)
- UNALM, Iannaccone (2005)
- UPCH-IPEN, Agapito y col. (2009)
- INIA, Yalta y col. (2015)
- UNALM-INIA, Morón et al (2015)



Esquema de evaluación genética

Índice de selección

Reporte de merito genético

Reporte de valores fenotípicos



Rebaño



Muestra de Fibra

Registro de información

Información genealógica

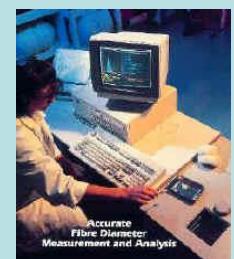
Muestras de bulbo piloso y/o sangre



Laboratorio de ADN

Laboratorio de Fibras

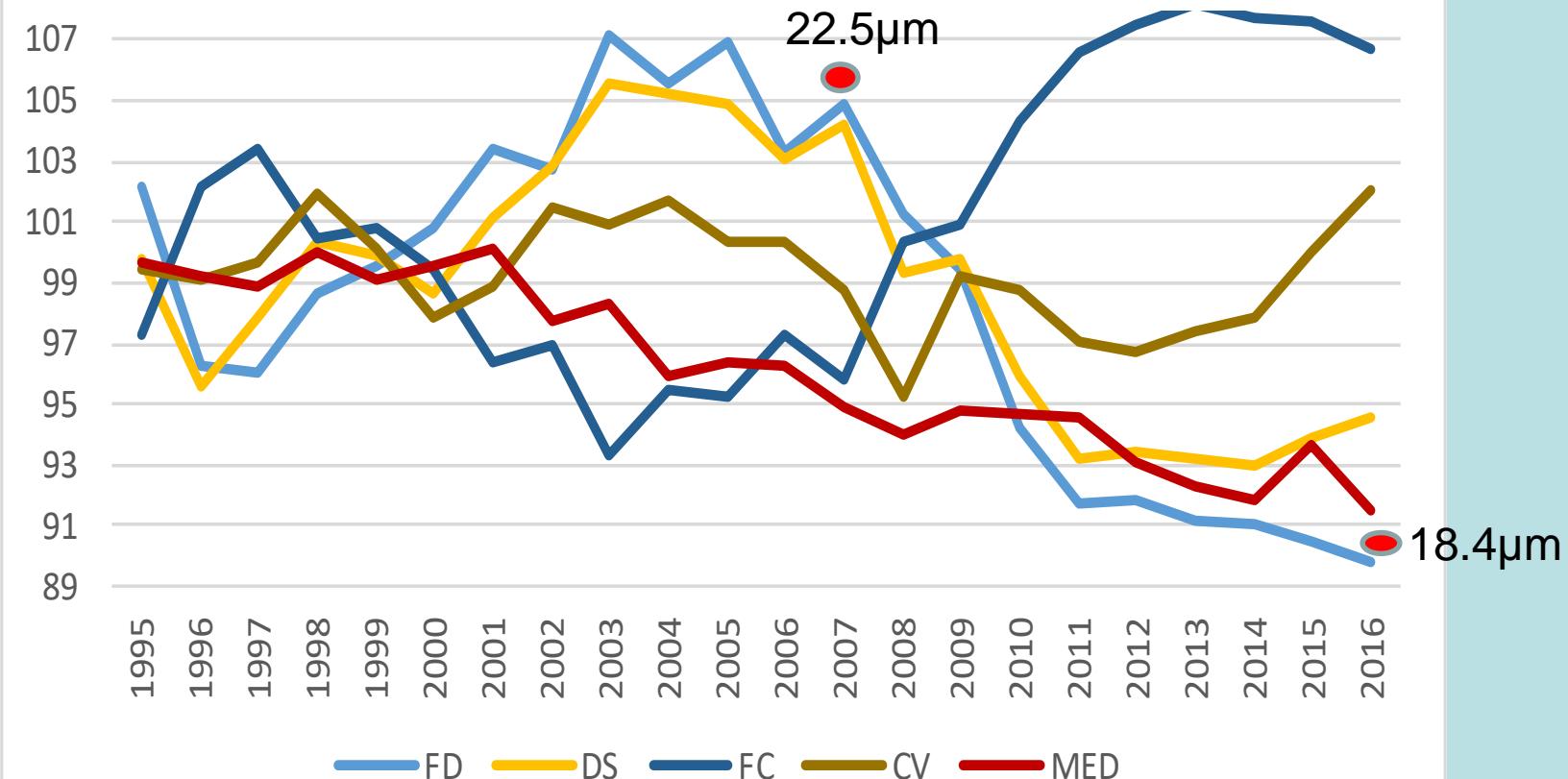
Centro de Evaluación genética

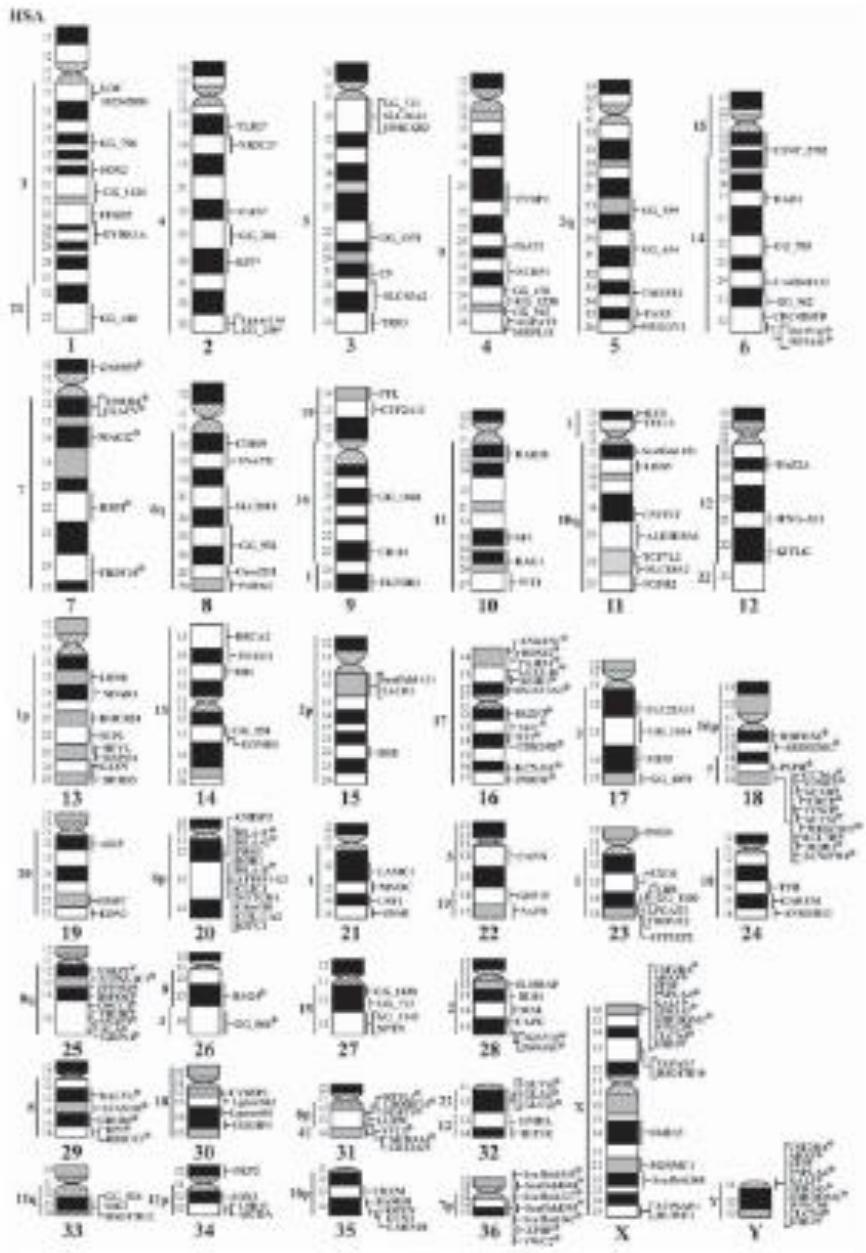


Pacomarca- Tendencia Genetica



Huacaya FIBRA





Avances en el conocimiento del genoma de la alpaca

- Genoma de referencia VICPAC 2- 22x
- Tamaño del genoma: 2 GB
- 230 marcadores moleculares reportados y localizados en el genoma (Ávila et al. 2015)
- Panel de marcadores microsatelites para prueba de paternidad.

(Ávila et al 2015)



VicPac3.1

- Muestra: Carlotta (AHFN-0088), alpaca Hembra
- Número de accesión GenBank: GCA_000164845.4
- Cobertura del genoma: 260.0x
- Tecnología de secuenciamiento: Illumina HiSeq; PacBio RSII; Dovetail genomics
- De 77389 scaffolds, 86 scaffolds fueron asignados a cromosomas (75.6% del tamaño total del ensamblaje).

Chromosome-Level Alpaca Reference Genome *VicPac3.1* Improves Genomic Insight Into the Biology of New World Camelids

Mark F. Richardson^{1,2†}, Kylie Munyard^{3‡}, Larry J. Croft¹, Theodore R. Allnutt⁴, Felicity Jackling⁵, Fahad Alshanbari⁶, Matthew Jevit⁶, Gus A. Wright⁶, Rhys Cransberg³, Ahmed Tibary⁷, Polina Perelman^{8†}, Belinda Appleton² and Terje Raudsepp^{9*}

Cromosoma	Scaffolds	Cromosoma	Scaffolds
1	5	21	3
2	1	22	1
3	3	23	2
4	3	24	1
5	1	25	3
6	2	26	2
7	1	27	1
8	1	28	1
9	3	29	2
10	1	30	3
11	5	31	1
12	2	32	3
13	3	33	1
14	2	34	1
15	2	35	4
16	6	36	3
17	1	X	7
18	2	Total	86
19	1		
20	2		

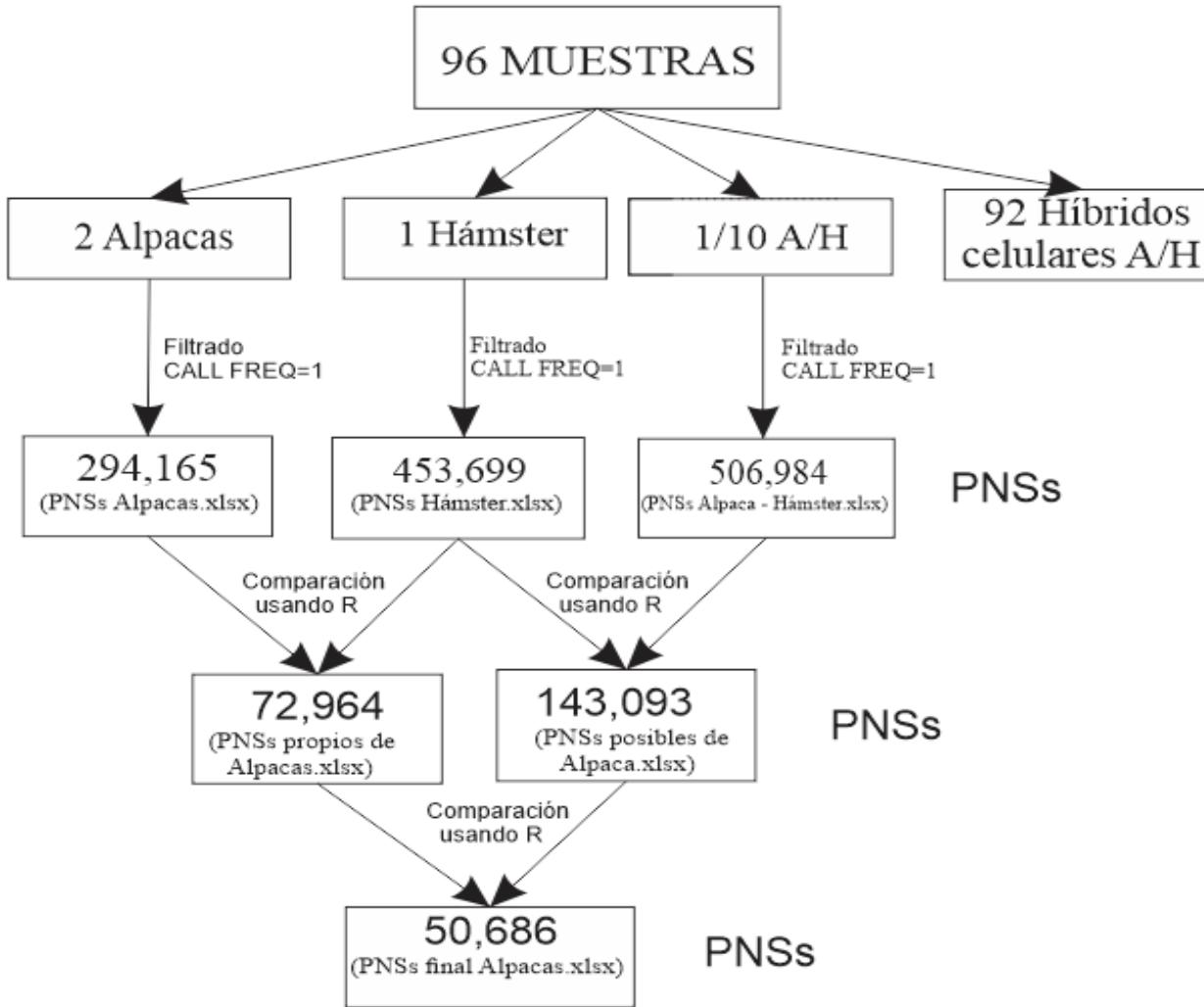
Establecimiento de un mapa físico preliminar de marcadores moleculares de Polimorfismo de Nucleótido Simple (PNS) en Alpaca (*Vicugna pacos*) en base a información obtenida con un chip de Bovinos (Bovine HD Genotyping Beadchip)

Objetivos

- a) Identificar las secuencias de marcadores PNS que resultaron positivos con el chip bovino (Bovine HD Genotyping Beadchip), y a su vez identificar dichas secuencias en el Genoma base de Alpaca disponible en el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI).
- b) Estimar la relación de ligamiento entre marcadores PNSs de Alpaca mediante el uso de un panel celular híbrido (Alpaca/hámster) irradiado
- c) Desarrollo de un mapa físico de PNSs de Alpaca basado en la localización física cromosómica de grupos de marcadores ligados mediante la técnica de Hibridación in situ con fluorescencia (FISH).



Polimorfismos de Nucleótido Simple (SNP) en Alpaca (*Vicugna pacos*) en base a información obtenida con un chip de Bovinos (Bovine HD Genotyping Beadchip)



33 grupos de ligamento con 216 PNSs

**Mamani et al.
2017, 2019**



in Genetics

Evolutionary and Population Genetics

More authors

Evaluation of SNP Genotyping in Alpacas Using the Bovine HD Genotyping Beadchip



Manuel More¹, Gustavo Gutiérrez¹, Max Rothschild², Francesca Bertolini³ and F. Abel Ponce de León^{4*}

¹Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru

²Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, IA, United States

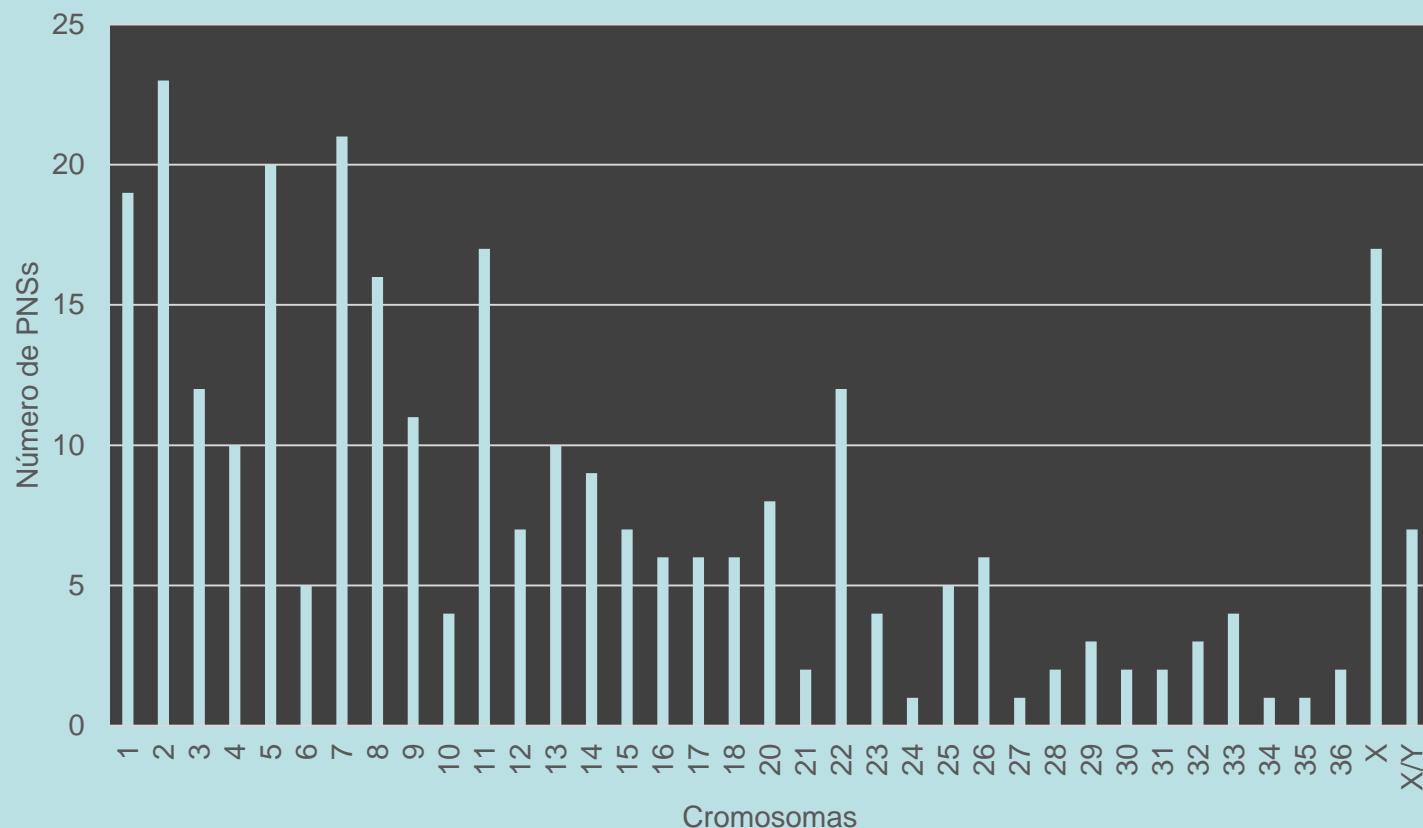
³National Institute of Aquatic Resources, DTU-Aqua, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark

⁴Department of Animal Science, University of Minnesota, Minneapolis, MN, United States

- Genotipado de 40 alpacas con Bovine HD beadchip
- Los efectos del valor límite de no genotipificación ≥ 0.25 , la tasa de genotipificación = 1 y el GenCall Score promedio ≥ 0.7 fueron significativos e identificaron 6756 PNSs.
- De los PNSs identificados, 400 PNSs fueron polimórficos ($FAM \geq 0.01$), con localización única en el genoma de la alpaca.
- La asignación predictiva a los cromosomas de alpaca fue posible para 292 PNSs. Se localizaron 209 PNSs en 202 loci de genes de alpaca.



Identificación de 400 PNSs polimórficos (40 alpacas), con localización única en los dos genomas de referencia (292 localizados de manera predictiva en cromosomas de alpaca)



TRABAJOS ORIGINALES

Presentado: 31/07/2018
Aceptado: 03/02/2019
Publicado online: 30/03/2019

Correspondencia:

*Autor para correspondencia
1 Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina S/N, Lima 12.
2 University of Minnesota, St. Paul, MN 55108, United States.
Email AGFS: 20110366@lamolina.edu.pe

Identificación bioinformática de Polimorfismos de Nucleótido Simple (PNSs) en genes candidatos para las características de la fibra en alpacas (*Vicugna pacos*)

Bioinformatic identification of Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in candidate genes for fiber characteristics in alpacas (*Vicugna pacos*)

Alvaro Gonzalo Fernández Suárez^{*1}, Gustavo Augusto Gutiérrez Reynoso¹, Federico Abel Ponce de León Bravo²

1 Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
2 University of Minnesota, United States.

**48 PNSs potenciales en las regiones intrónicas y exónicas de 22 genes de keratinas
(Gonzales, Gutiérrez y Ponce de León, 2019)**

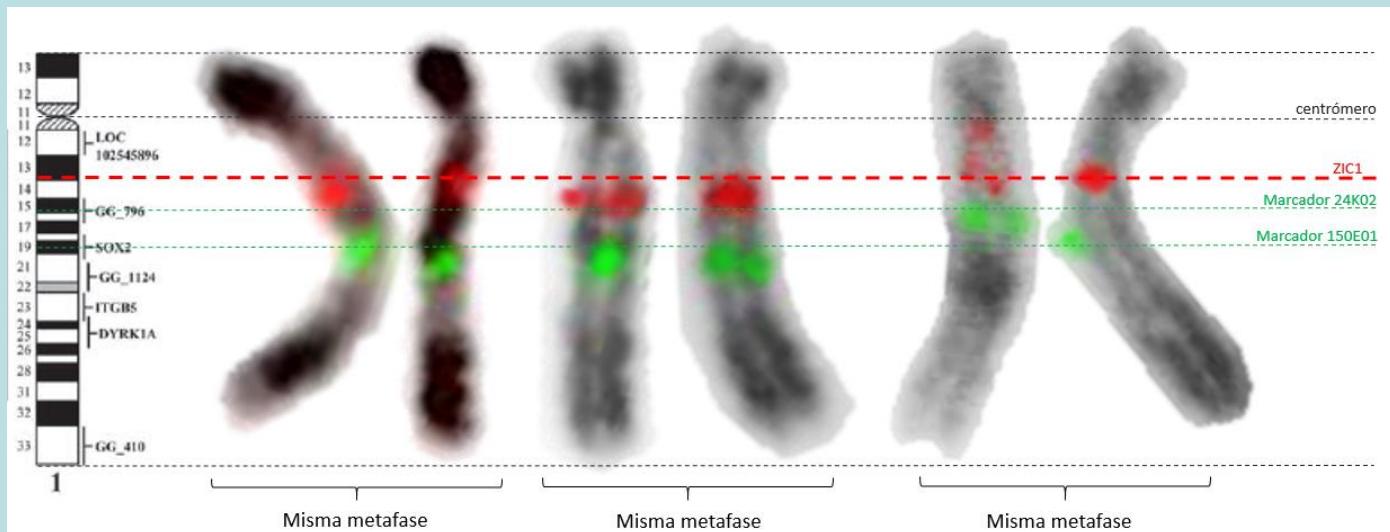
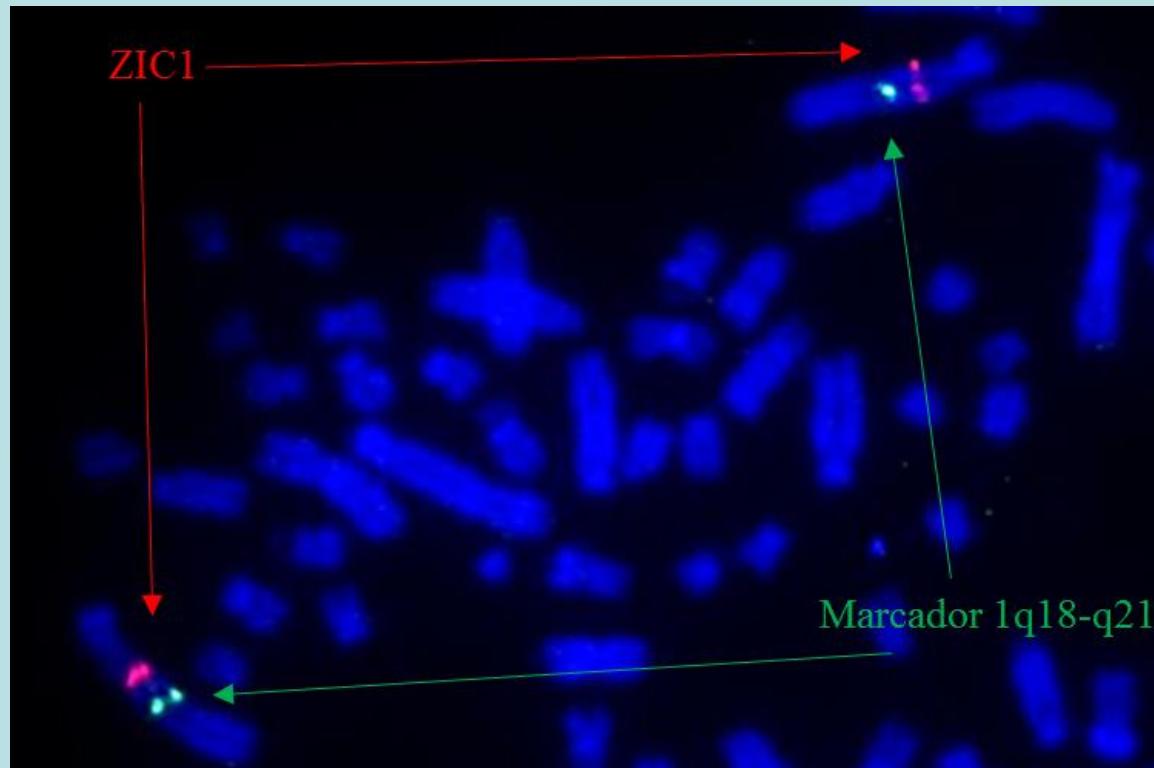
Localización de genes mediante FISH

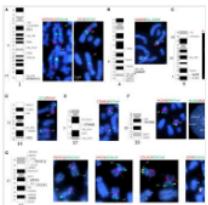
ZIC1

GEN
ALX3
COL1A1
CTNNB1
DAB2IP
KRT15
KRTAP13-1
NCOA6
SOX9
TNFSF12
ZIC1
ZIC5

1q13-q14

Mendoza et al.
2019





Chromosomal Localization of Candidate Genes for Fiber Growth and Color in Alpaca (*Vicugna pacos*)

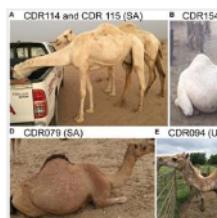
Mayra N. Mendoza , Terje Raudsepp , Fahad Alshanbari , Gustavo Gutiérrez and F. Abel Ponce de León

Original Research The alpaca (*Vicugna pacos*) is an economically important and cultural signature species in Peru. Thus, molecular genomic information about the genes underlying the traits of interest, such as fiber properties and color, is critical for improved ...

Published on 19 June 2019

Front. Genet. doi: 10.3389/fgene.2019.00583

GEN	Cromosoma
MC1R	21
ASIP	15
TYRP1	4



A CDR114 and CDR 115 (SA) B CDR154
B CDR078 (SA) E CDR084 (US)

Dromedary (*Camelus dromedarius*)

Fahad Alshanbari , Caitlin Castaneda , Rytis Juras , Andrew Hillhouse , Mayra N. Mendoza , Gustavo A. Gutiérrez , Federico Abel Ponce de León and Terje Raudsepp

Original Research Melanocortin 1 receptor (MC1R), the agouti signaling protein (ASIP) and tyrosinase related protein 1 (TYRP1) are among the major regulators of pigmentation in mammals. Recently, MC1R and ASIP sequence variants were associated with white and ...

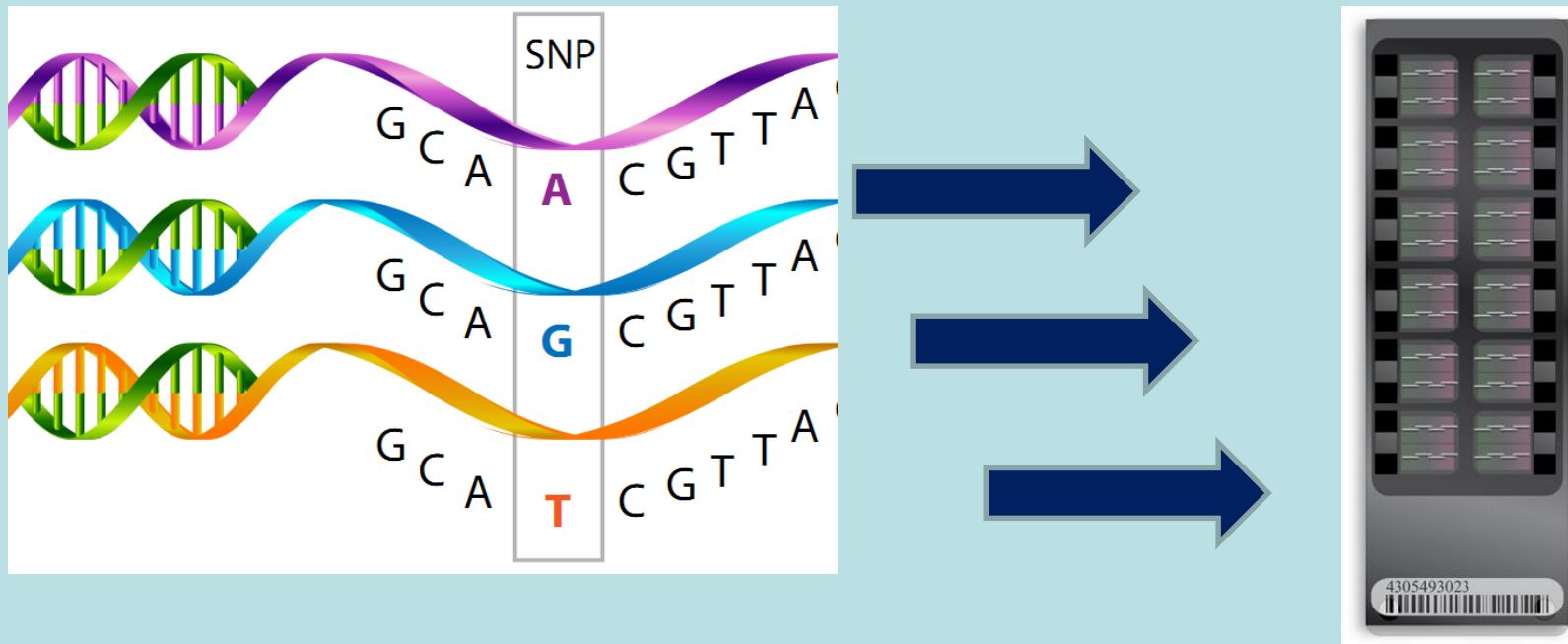
Published on 16 April 2019

Front. Genet. doi: 10.3389/fgene.2019.00340



PROYECTO DE INVESTIGACION ESTRATEGICA PRIORIZADA:

Identificación de polimorfismos de nucleótidos simples (PNSs) y desarrollo de un chip de PNSs para la implementación de tecnologías avanzadas de mejora genética en alpacas huacaya



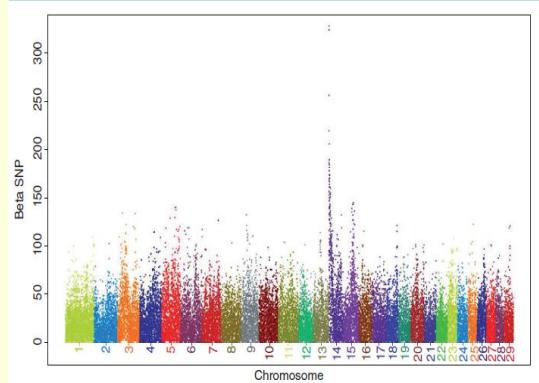
Identificación de polimorfismos de nucleótidos simples (PNSs) y desarrollo de un chip de PNSs para la implementación de tecnologías avanzadas de mejora genética en alpacas huacaya

Avances

- Colección de sangre y extracción de ADN de 150 alpacas
- Preparación de 2 bibliotecas reducidas de ADN por alpaca: ApeKI y PstI-MspI (AgResearch).
- Secuenciamiento las bibliotecas reducidas de ADN y 6 genomas a 30x (AgResearch).
- 4'283,956 PNSs identificados
- Selección preliminar de 53,114 PNSs con cobertura estimada del 92% del genoma

Acciones futuras de investigación en la UNALM

- Identificación y localización de mayor numero de PNSs
- Implementación de laboratorio FISH en la UNALM
- Duplicación de una librería BAC de Alpaca (CHORI-246)
- Construcción de un chip de alpacas 50k-90k
- Estudios de asociación de PNSs (960 alpacas) y caracteres de interés: finura, peso de vellón.
- Estudios de herencia del color de vellón negro y marrón
- Selección asistida por marcadores PNSs en alpacas





Agradecimientos



Gracias

