

Tracce genetiche della storia evolutiva degli animali zootecnici

Paolo Ajmone Marsan
Istituto di Zootecnica
Università Cattolica del S. Cuore
Piacenza, Italy
paolo.ajmone@unicatt.it

Darwin, evoluzione e agricoltura, Piacenza, 26 Novembre 2009

L'ORIGINE DELLE SPECIE

Il primo capitolo è interamente dedicato all'allevamento di piante e animali

On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.

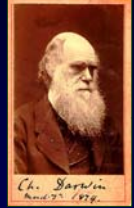
By Charles Darwin

Contents

Introduction

Chapter I Variation under Domestication

Causes of Variability -- Effects of Habit -- Correlation of Growth -- Inheritance -- Character of Domestic Varieties -- Difficulty of distinguishing between Varieties and Species -- Origin of Domestic Varieties from one or more Species -- Domestic Pigeons, their Differences and Origin -- Principle of Selection anciently followed, its Effects -- Methodical and Unconscious Selection -- Unknown Origin of our Domestic Productions -- Circumstances favourable to Man's power of Selection.



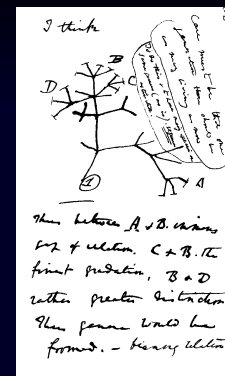
www.literatureorg.com

Discendenza da un progenitore comune

«...mi sono trovato a studiare i piccioni domestici con particolare attenzione poiché in questa specie l'evidenza che tutte le razze domestiche siano discese da una sola forma conosciuta è molto più chiara che in qualsiasi altro animale domesticato in tempi remoti...»



Discendenza da un progenitore comune



Darwin C., 1837. First Notebook on Transmutation of Species.

La selezione

«...Non tardai a rendermi conto che la selezione era la chiave con cui l'uomo era riuscito ad ottenere razze utili di animali e piante. Ma per qualche tempo mi rimase incomprensibile come la selezione si potesse applicare ad organismi viventi in natura....»

La selezione naturale

Nell'Ottobre 1838, cioè quindici mesi dopo l'inizio della mia ricerca sistematica, lessi per diletto il libro di Malthus sulla Popolazione e poichè, date le mie lunghe osservazioni sulle abitudini degli animali e delle piante, mi trovavo nella buona disposizione mentale per valutare la lotta per l'esistenza cui ogni essere è sottoposto, fui subito colpito dall'idea che, in tali condizioni, le variazioni vantaggiose tendessero ad essere conservate, e quelle svantaggiose ad essere distrutte. Il risultato poteva essere la formazione di nuove specie (Autobiografia, Einaudi p. 100 e sgg)»

Selezione artificiale e naturale

C. Darwin, 1868 *The variation of animals and plants under domestication* London: J. Murray

“Senza dubbio l'uomo seleziona i diversi individui, sparge i semi e di nuovo seleziona le diverse progenie... Si può quindi dire che l'uomo abbia condotto un esperimento su vastissima scala; ed è un esperimento che la natura, nel corso di tempi molto lunghi, ha eseguito incessantemente”

	1910	2000
Frumento (q/ha)	20	60
Latte bovino (q/lattaz)	25	100
Mais (q/ha)	15	130



LA RIVOLUZIONE DEL NEOLITICO



Agricoltura



Insiediamenti
Crescita demografica
Stratificazione della società



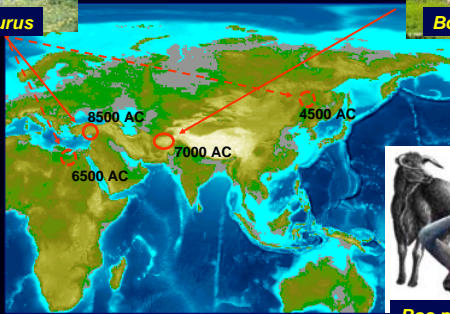
CENTRI DI DOMESTICAZIONE DEI BOVINI



Bos taurus



Bos indicus



Bos primigenius

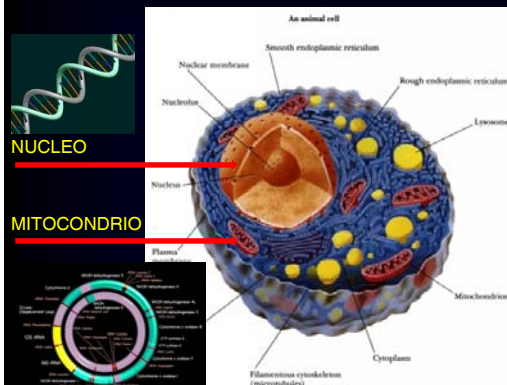
(Meadow, 1993; Helmer et al., 2005; Payne & Hodges 1997)

Cosa ci racconta il DNA della storia e dell'evoluzione degli animali zootecnici dopo la domesticazione?

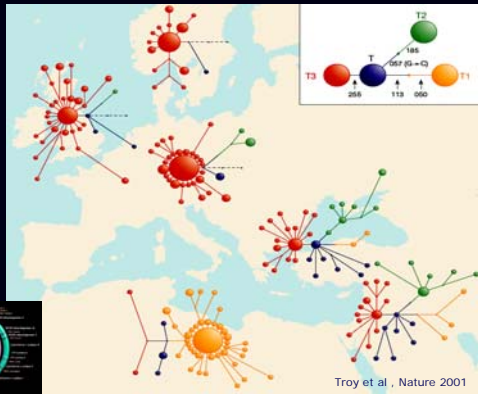


LE TRACCE DELLA DOMESTICAZIONE

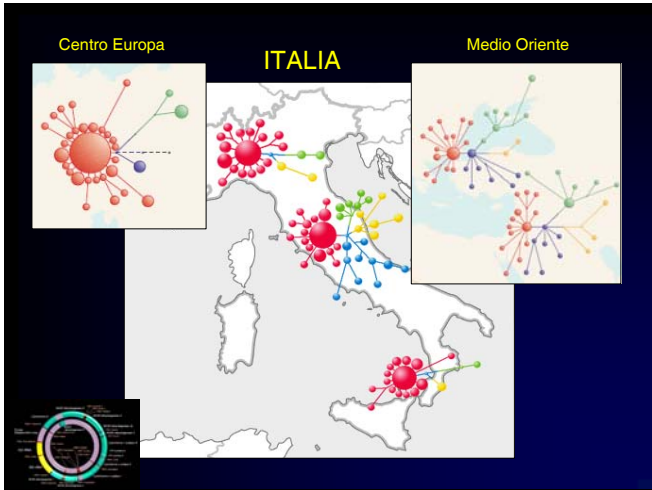
Due genomi



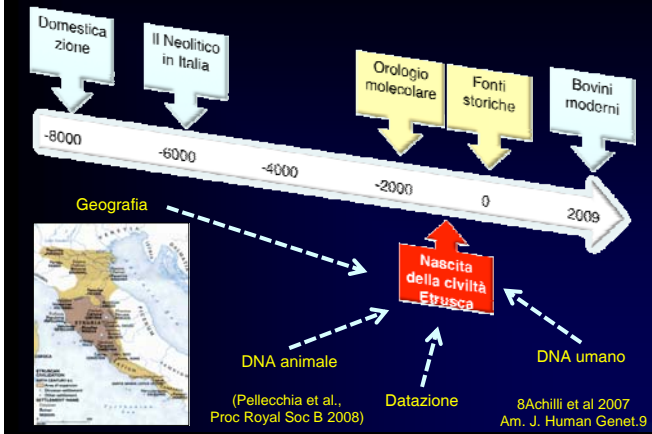
Variabilità e domesticazione



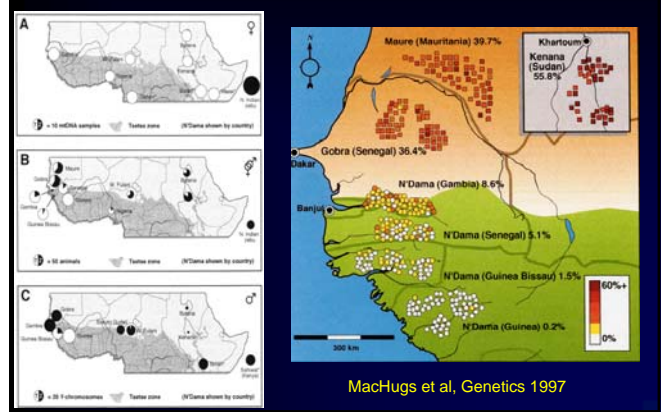
LE TRACCE DELLE MIGRAZIONI



Il DNA è un orologio molecolare



Introggressione di *Bos indicus* in Africa

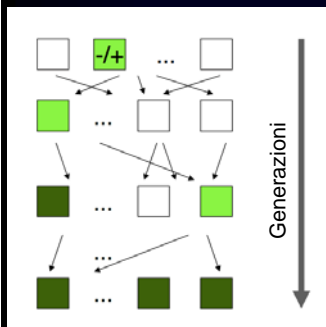


LE TRACCE DELLA SELEZIONE

Le mutazioni

«...sta nel potere dell'uomo di operare una selezione accumulativa: la natura fornisce variazioni successive, e l'uomo le accumula nelle direzioni che gli sono utili. In questo senso si può dire che egli si è fabbricato le razze che gli sono vantaggiose...»

Mutazioni e selezione



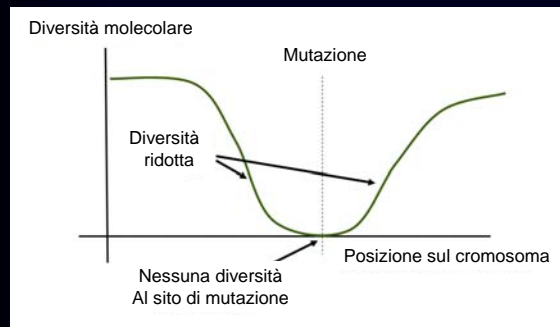
Comparsa della mutazione

Aumento di frequenza

Fissazione

Generazioni

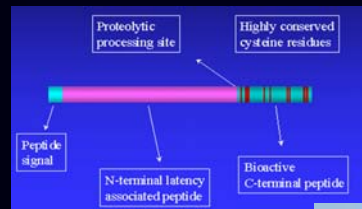
Tracce della selezione



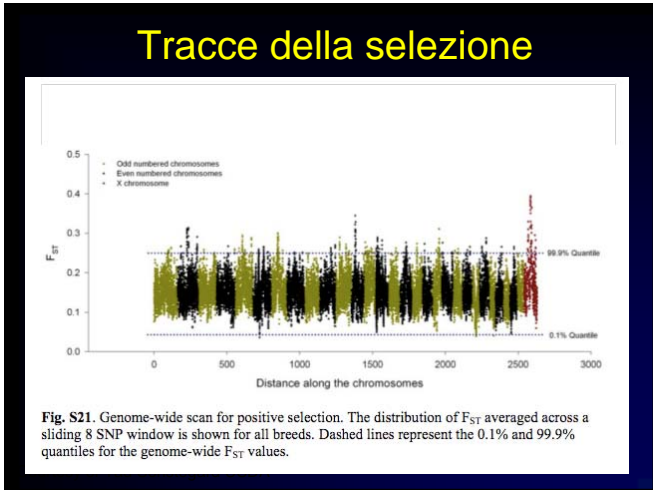
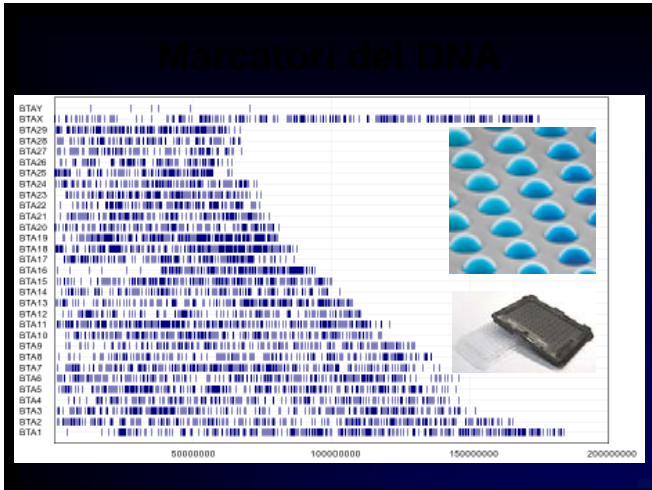
Le mutazioni



Il gene della miostatina



DGAT1
PRP
GHR
Caseine
Siero proteine
Calpaina
Calpastatina
SCD
.....



Tracce della selezione

Table 1. Genomic regions associated with extreme F_{ST} values with gene content consistent with domestication. F_{ST} values averaged over eight adjacent SNP. Gene functions from OMIM and NCBI Gene database, except for *R3HDM1* described in (2).

Genes	Index SNP	F_{ST}	BTA	Location	Effect or important phenotypes
High values					
<i>ZRANB3, R3HDM1</i>	rs29021800	0.31	2	64740286...64931017	Feed efficiency
<i>WIF1</i>	BTA-27454	0.29	5	52666749...53098507	Mammalian mesoderm segmentation
<i>SPOCK1</i>	BTA-54269D	0.30	7	47501122...47899778	Proteoglycan—synaptic fields of the developing CNS
<i>NBA1</i>	BTA-153399	0.34	12	25804192...26389285	Human idiopathic autism
<i>NM12, DGAKD, C10L1</i>	BTA-45533	0.31	19	46088946...46517261	Activator of serum complement system
<i>DACH2, CHM, POU3F4, BRWD3</i>	BTA-161991	0.39	X	41471338...44478564	Human mental retardation
<i>NLGN2 to DGAT2L6</i>	BTA-164256	0.36	X	49279035...50192452	Severe combined immunodeficiency
Low values					
<i>PPARGC1A, DHX15, SOD3</i>	BTG-039516	0.04	6	45354707...45415844	Antioxidative extracellular protection
No known gene	BTG-049723	0.05	14	4569804...5204473	
<i>DNAH9</i>	rs29018632	0.05	19	30943404...31220868	Multisubunit molecular motor
<i>POU5F1, MHC</i>	BTA-55856	0.05	23	27895932...28145846	Major histocompatibility complex
<i>ZNF157</i>	rs29024230	0.04	23	30242236...30502490	Expressed in olfactory tissues
<i>AUIS2</i>	BTG-074065	0.04	25	31773107...32498861	Human autism susceptibility candidate
<i>RYR2</i>	rs29011563	0.05	20	8736599...8772170	Stress- and exercise-induced sudden cardiac death



Tecnologie: sequenziamento

10⁷ € → 10⁶ € → 10⁵ € → 10⁴ € → ?

1990 2000 2007 2009 2010

www.pacificbiosciences.com

golgi.harvard.edu/branton/index.htm

Identificazione di geni utili e dannosi

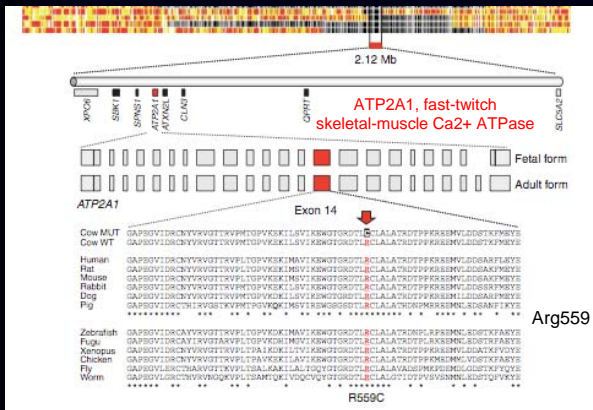
Defect	Population			Mapping			
	Breed	Cases ^a	Controls ^b	Log10(p)	Chrom.	Interval	Gene
Congenital muscular dystonia 1 (CMD1)	Belgian Blue	12 (83)	14 (2,000)	>4 ^c	25	2.12 Mb	<i>ATPK5A1</i>
Congenital muscular dystonia 2 (CMD2)	Belgian Blue	7 (21)	24 (2,000)	>4 ^c	29	3.61 Mb	<i>SLED6A5</i>
Ichthyosis fetalis (IF)	Chianina	3 (3)	9 (96)	3.30 ^c	2	11.78 Mb	<i>ABCA12</i>
Crooked tail syndrome (CTS)	Belgian Blue	8 (36)	14 (2,000)	>4 ^c	19	2.42 Mb	—
Renal hypofasciolaris (RL)	Holstein-Friesian Danish Red	6 (16) 6 (27)	24 (141) 14	>4 ^c	17	0.87 Mb	—

^aNumbers correspond to sample sizes used to perform the genome-wide scan, whereas the numbers in brackets correspond to the total number of samples available. ^bHighed genome-wide log10(p) value obtained using either ASSOCI or ASSOCI*. —, gene not known.

Congenital muscular dystonia 1 (CMD1)

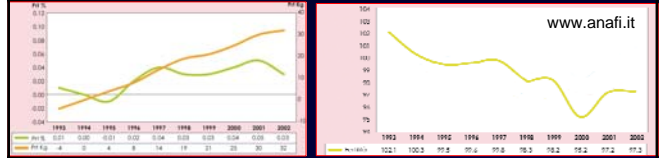
Charlier et al, 2008 Nature Genetics

Il confronto tra genomi



La selezione umana

Più mirata ed efficace, soprattutto per caratteri difficili o costosi da misurare (ad es. fertilità, resistenza a malattie, adattamento, comportamento)



Diversificata, e verso nuovi obiettivi (ad es. produzione di acidi grassi, biopeptidi)

La conservazione della biodiversità



Un ritorno al passato, per capire meglio



RINGRAZIAMENTI

LAB ANIMAL GENETICS UNICATT (Piacenza-IT)



- A. Torroni
- A. Achilli
- L. Cavalli-Sforza
- P. Taberlet
- Consorzio Resgen Consortium
- Bovine HapMap Consortium
- SelMol Consortium

