

Metodi di riproduzione

1. La riproduzione può essere considerata in senso lato come il mezzo per incrementare il numero di individui di una popolazione o
2. come mezzo per migliorare geneticamente la stessa popolazione ottenendo dei soggetti più performanti dal punto di vista funzionale.

Nel primo caso i due estremi di tipologie riproduttive sono:

1. Consanguinità e
2. Incrocio:

Metodi di riproduzione

1. Per Consanguinità si intende l'accoppiamento fra soggetti che presentano un coefficiente di parentela superiore a quello medio della popolazione. L'accoppiamento viene quindi effettuato sulla base dei rapporti di parentela.
2. L'Incrocio invece consiste nel far accoppiare soggetti che presentano un coefficiente di parentela inferiore a quello medio della popolazione.

Metodi di riproduzione

Nel 2° caso invece, allorquando la riproduzione sia vista come mezzo per migliorare geneticamente la stessa popolazione ottenendo dei soggetti più performanti dal punto di vista funzionale i due estremi saranno:

1. Selezione: consiste nel far accoppiare soggetti scelti in base ad una stima del loro genotipo.
2. Incrocio: consiste nel far accoppiare soggetti che presentano un coefficiente di parentela inferiore a quello medio della popolazione, sfruttando l'ETEROSI.

SELEZIONE

controllo del fenotipo di tutti gli animali della popolazione per il carattere o i caratteri considerati;

registrazione dei rapporti di parentela tra tutti gli individui;

valutazione genetica dei riproduttori e degli aspiranti riproduttori della popolazione;

scelta di riproduttori o selezione dei soggetti da destinare alla riproduzione;

impiego dei riproduttori selezionati per la produzione della successiva generazione.

Il miglioramento genetico
degli animali di interesse
zootecnico è basato sulla
scelta dei riproduttori =
SELEZIONE

SELEZIONE

La valutazione dei riproduttori si può distinguere in:

1. **Fenotipica** (massale): morfologia dell'animale;

2. **Genotipica** (individuale): origine e potenzialità genetiche

3. Funzionale: produttività;

Si possono scegliere i riproduttori attraverso l'esame del fenotipo, del genotipo, oppure tramite una valutazione funzionale.

La legge di Hardy-Weinberg e la stabilità genetica delle popolazioni

In una popolazione **panmictica**, le frequenze degli alleli e dei genotipi restano costanti.

Riferita ad organismi che si riproducono sessualmente.

Panmissia

condizione ideale caratterizzata da:

- Popolazione grande
- Accoppiamenti casuali
- Assenza di selezione (sia naturale che artificiale)
- Assenza di migrazioni (immigrazione ed emigrazione)
- Assenza di mutazioni

Panmissia

- ◆ La popolazione deve essere di grandi dimensioni. Più grande è la popolazione, minore è l'effetto delle eventuali fluttuazioni casuali delle frequenze alleliche.
- ◆ Gli accoppiamenti devono essere casuali (no selezione artificiale).
- ◆ Gli individui non devono preferire partner con particolari genotipi (no selezione artificiale).
- ◆ La selezione naturale non deve influenzare la sopravvivenza di particolari genotipi. Gli individui con genotipi diversi hanno la stessa possibilità di sopravvivere.
- ◆ Non deve esserci flusso genico. In altre parole, non devono verificarsi fenomeni di immigrazione né di emigrazione.
- ◆ Non devono avvenire mutazioni. Gli alleli non si trasformano uno nell'altro né possono comparirne di nuovi.

Selezione Fenotipica o Massale

Fatta attraverso l'esame del fenotipo: è il metodo di selezione più antico e più semplice, che fonda la selezione solo sulla rilevazione fenotipica dei caratteri dell'individuo scelto all'interno di una modesta popolazione - generalmente un'allevamento - senza tener conto dei parenti.

Selezione Genotipica o Individuale

- La selezione genotipica si applica quando il carattere si esprime in un solo sesso, quello femminile, gli ascendenti da considerare sono le madri e le nonne paterne. Viene molto usata nella stima del valore riproduttivo dei bovini, ovini, bufalini, caprini, per la produzione di latte. L'efficacia della selezione dipende molto dal grado di parentela, poiché il genotipo si dimezza ad ogni generazione.

Tipi di selezione

1. DIRETTA: il mezzo di selezione coincide con l'obiettivo di selezione (Es: misurazione della produzione di latte per selezionare questo carattere).
2. INDIRETTA: si stima il genotipo di un carattere attraverso il controllo del fenotipo di un altro carattere ad esso geneticamente correlato (Es: morfologia della mammella e produzione di latte).

Incrocio

Definizione

Metodo di riproduzione realizzato fra due animali con diverso patrimonio ereditario ossia che differiscono tra loro per almeno un paio di geni o un carattere geneticamente puro.

Incrocio: Tipologie

1. Per **INCROCIO** in senso **STRETTO** si intende un singolo atto riproduttivo fra due individui di sesso diverso e, come già detto, geneticamente differenti (Es. Incrocio industriale)
2. Per **INCROCIO** in senso **LATO** si parla di tecniche complesse di riproduzione che coinvolgono molti riproduttori di una popolazione (Es. Incrocio di sostituzione)

Es.:



X

Valore	100	40
--------	-----	----

Valore vitello	70
----------------	----

Vantaggio finale = $70-40=30$

ETEROSI (H)

E' definita anche come

1. **Iussureggiamento** degli ibridi ovvero come
2. la produzione di un **FENOTIPO MIGLIORE** della **MEDIA** dei genitori.

Interessa quindi x definizione soltanto i caratteri quantitativi che sono quindi

■ **MISURABILI**

■ Naturalmente posti su **SCALA LINEARE**.

■ I caratteri quantitativi sono generalmente e mediamente a + bassa ereditabilità rispetto a quelli qualitativi. Questo fatto invoglia gli allevatori ad utilizzare l'incrocio in vece della selezione.

ETEROSI (H)

DISTINGUIAMO:

1. l'eterosi **INDIVIDUALE**, caratteristica del prodotto finale, nel caso si ottenga solo la generazione F1;
2. Dall'eterosi **PARENTALE** (paterna e materna), che si esprime nel momento in cui uno o entrambi i riproduttori sono a loro volta frutto di incrocio (meticci) e quindi il prodotto finale sia almeno un F2.

ETEROSI

- È un effetto positivo dell'incrocio caratterizzato dalla comparsa, negli animali meticci provenienti da genitori di razze diverse o nei meticci ottenuti con altre forme di incrocio (come l'alternato o il triplo), di caratteristiche zootechniche pregevoli (accrescimento, precocità, fecondità, capacità di adattamento) in confronto ai soggetti di razza pura.

È definita eterosi perchè legato all'eterozigosi dei meticci, non si verifica in tutti i casi di incrocio e tende a diminuire rapidamente se si riproducono gli ibridi tra loro (meticciamento).

L'eterosi si deve alle particolari associazioni ed interazioni che si creano fra i geni ad ogni generazione e che non si trasmettono alla discendenza.

I meccanismi genetici alla base dell'eterosi sono la dominanza e la sopradominanza di geni di sviluppo, fertilità, vigore, resistenza a cause ambientali avverse, i quali cumulandosi negli F1 cancellano l'espressione di quei geni recessivi dannosi che si sono fissati nella razza o nella linea, sia per effetto della consanguinità che mediante una errata selezione.

Non si escludono fenomeni di **epistasi** e di **complementarietà** fra geni. L'**epistasi** è una forma di interazione fra **geni**. Il fenomeno si verifica quando una coppia di alleli copre l'espressione fenotipica di un'altra coppia di alleli. Le caratteristiche fenotipiche dell'individuo saranno pertanto date dalla risultante di questa interazione; il gene che maschera l'espressione di un altro gene viene definito **epistatico**, il gene la cui espressione viene mascherata viene definito **ipostatico**. Ad esempio se il gene Y è epistatico sul gene X; il gene X è detto ipostatico rispetto al gene Y.

L'intensità dell'eterosi negli animali domestici negli è minore di minore quanto avviene in alcune specie vegetali (soprattutto il granturco).

Secondo Lush, l' eterosi incrementa dal 2% all'8% la media del peso, della statura, della rapidità di accrescimento, della fecondità, ma può contribuire in misura rilevante alla , vitalità e alla robusta costituzione degli animali.

Le specie domestiche che manifestano in modo più evidente l'eterosi sono gli aviari e i suini (ad esempio, in media, i maiali meticcii presentano un accrescimento più rapido e a 6 mesi pesano circa il 10% in più dei capi di razza pura).

Eterosi in F1 non automatica

I risultati favorevoli dell'eterosi non si manifestano qualunque sia l'incrocio praticato, ma soltanto in certi incroci nei quali si realizzi una buona "combinabilità genetica" o complesso di interazioni alleliche ed epistatiche che si manifestano negli ibridi.

Pertanto è solo l'uso di genotipi adatti che manifesta l'eterosi ed i risultati dell'incrocio industriale saranno tanto migliori quanto più accurata sarà la scelta dei riproduttori.

L'eterosi è sfruttata in molti sistemi di produzione animale, particolarmente in suinicoltura ed in avicoltura: nel primo caso si assiste normalmente all'incrocio fra razze diverse (molto utilizzato è quello fra Landrace X Large White per il suino pesante, Landrace Belga o Pietrain x Large White nel caso del suino leggero) oppure fra linee diverse della stessa razza;

Questa tecnica prevede la creazione di linee fortemente selezionate (*grand parents*) che sono incrociate fra loro con l'ottenimento dei cosiddetti *parents* i quali forniranno i prodotti finali da impiegare nella produzione.

ETEROSI: Tipi

Un'eterosi individuale, caratteristica del prodotto finale, nel caso si ottenga solo la generazione **F1**: L'eterosi individuale (Hi) si definisce come la differenza di rendimento nella progenie ottenuta per incrocio tra linee o razze e la media dei parentali.

Un'eterosi parentale (paterna e materna), che si esprime nel momento in cui uno o entrambi i riproduttori sono a loro volta frutto di incrocio (meticci) e quindi il prodotto finale sia almeno un **F2**.

ETEROSI PATERNA E MATERNA

In suincoltura si sfrutta soprattutto l'eterosi materna.

I caratteri che maggiormente risentono dell'eterosi parentale sono:

- eterosi materna: numerosità della nidiata, peso della nidiata, velocità di crescita in svezzamento, produzione di latte, precocità.
- eterosi paterna: precocità sessuale, peso dei testicoli, volume dell'ejaculato, qualità del seme, comportamento all'accoppiamento, tasso di concepimento.

- Nei caratteri produttivi ha molta importanza l'**eterosi materna** (Hm) che rappresenta il vantaggio ottenuto nell'utilizzazione di femmine ibride rispetto alla media delle popolazioni parentali.
- Un riproduttrice ibrida esprime l'**eterosi materna** nei caratteri come la dimensione e il peso della nidiata.

INCROCI CHE SFRUTTANO L'ETEROSI MATERNA

SCHEMI:

incroci a tre vie

incroci continuati (reincroci)

incroci a quattro vie (anche l'eterosi paterna)

incroci alternati

incroci a rotazione

OBIETTIVI: produzione di femmine meticcio da utilizzare per la riproduzione; produzione di soggetti da macello con eterosi individuale per rusticità e resistenza alle malattie.

APPLICAZIONE: nelle specie animali con elevata efficienza riproduttiva femminile e breve ciclo biologico (suini, conigli, specie avicole).

Es: nell'allevamento suino si utilizzano per la riproduzione femmine meticcio che producono in media 1-2 suinetti in più per nidiata rispetto ai soggetti di razza pura.

Incrocio: TIPI

- Incrocio INTRARAZZIALE (outbreeding e topcrossing): riproduzione di animali appartenenti a linee diverse della stessa razza (outbreeding) e/o popolazione (topcrossing).
- Incrocio INTERRAZZIALE (crossbreeding): accoppiamento di animali di razze diverse della stessa specie o animali puri con meticci.
- Incrocio INTERSPECIFICO

Incrocio: Prodotti

La parola ibrido in senso lato significa prodotto della riproduzione di due genotipi diversi (almeno per un carattere). Perciò si può usare per qualsiasi incrocio ma, di solito, per l'incrocio interrazziale il termine più corretto è "meticcio" che quindi è un tipo di ibrido.

Incrocio intrarazziale: → ibrido

Incrocio interrazziale: → meticcio

Incrocio interspecifico: → ibrido

PREVEDIBILITÀ DELL'ETEROSI

L'eterosi non è facile da prevedere fra razze diverse ma di sicuro maggiore sarà la distanza genetica fra i due riproduttori che accopierò e maggiore sarà il lussureggiamento degli ibridi.

Quindi il tipo di incrocio che da massima eterosi sarà quello **INTERSPECIFICO**. D'altra parte invece, fra razze diverse di una stessa specie, non è sempre possibile conoscere a priori la distanza genetica fra l'una e l'altra.

METICCI

gli animali provenienti da qualsiasi forma di incrocio tra razze.

In senso genetico, sono dei **poliibridi** perché **eterozigoti** per un numero più o meno rilevante di loci, naturale conseguenza delle differenze genetiche che sussistono tra le razze incrociate o tra l'animale di razza pura ed il meticcio.

Fra i diversi tipi di incrocio, possiamo ricordare:

a) *incrocio industriale* che si effettua, nella produzione della carne, fra due razze differenti per l'ottenimento di un prodotto (detto F1 = 1^a generazione filiale) da destinare **completamente alla macellazione**; questa tecnica è detta **industriale** in quanto i prodotti ottenuti sono caratterizzati da grande uniformità morfologica;

INCROCIO INDUSTRIALE DI PRIMA GENERAZIONE

Produzione di animali meticci in F1 a partire da due RAZZE DIVERSE appartenenti alla STESSA SPECIE.

I meticci sono chiamati "mezzo sangue" perchè il loro patrimonio genetico proviene per metà da una razza parentale e per metà dall'altra razza.

Nell'indicazione dell'origine dei meticci, si segue la regola di far precedere il nome della razza paterna a quello della razza materna (es. il prodotto di uno stallone puro sangue inglese con una fattrice araba sarà un mezzosangue angloarabo).

INCROCIO A DUE VIE (O INDUSTRIALE DI PRIMA GENERAZIONE)

SCHEMA: AxB (AB) destinati alla macellazione

OBIETTIVI: produzione di soggetti da macello con caratteristiche intermedie fra il padre e la madre; eterosi individuale per caratteri quali la rusticità e la resistenza alle malattie (sfruttamento della componente genetica non additiva)

APPLICAZIONE: negli allevamenti bovini da latte si attua l'incrocio di tori di razze da carne con bovine di razze da latte.

Si ottengono vitelli con attitudine alla produzione di carne intermedia, ma in ogni caso superiore a quelli della razza da latte.

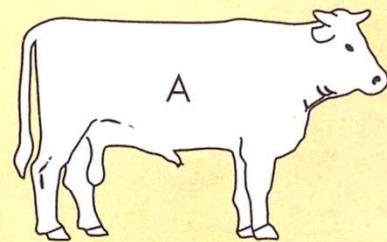
Razze bovine X l'incrocio industriale:

Atteso che le riceventi dell'incrocio industriale sono soprattutto le bovine:

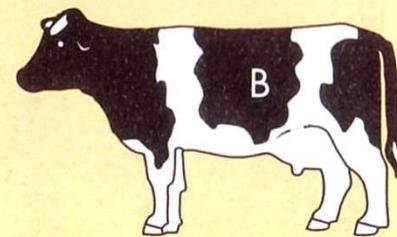
- A) *FRISONE* e
- B) *BRUNE*

I tori delle razze incrocianti più usati sono:

- A) *BIANCO BLU BELGA (BBB)*,
- B) *LIMOUSINE* (se si temono le distocie per feti troppo grossi).
- C) *CHAROLAISE*
- D) *PIEMONTESE*

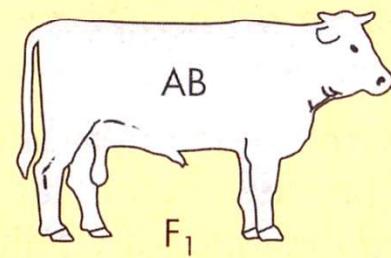


es.: toro di razza
da carne
CHAROLAIS



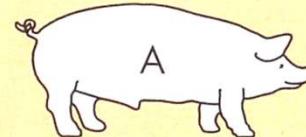
es.: vacca di razza
da latte
FRISONA ITALIANA

X

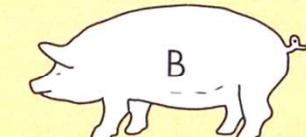


F_1

meticcio CHAROLAIS x FRISONA
da destinare all'ingrasso

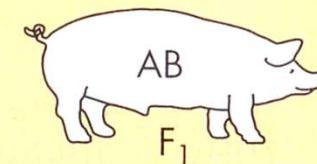


es.: verro LANDRACE



es.: scrofa
LARGE WHITE

X



AB

F_1

meticcio LANDRACE x LARGE WHITE
commerciale da ingrasso

INCROCIO INDUSTRIALE DI PRIMA GENERAZIONE

ALTRI ESEMPI DI INCROCIO INDUSTRIALE

BOVIDI

Toro Frisone X vacca Bruna Alpina

I meticci mezzosangue sono denominati preti per il loro mantello quasi nero, sono animali robusti, di eccellente sviluppo, con produzioni lattifere generalmente superiori a quelle delle vacche brune, pur mantenendo caratteristiche di adattabilità e rusticità "preti" adattabilità

Zebù x razze bovine lattifere europee

Le vacche meticce sono capaci di acclimatarsi e dare buone quantità di latte nelle difficili condizioni ambientali ed igieniche dei paesi tropicali e subtropicali. quantità rusticità.

ALTRI ESEMPI DI INCROCIO INDUSTRIALE SUINI

È la specie nella quale l' incrocio industriale raggiunge la massima applicazione perchè determina effetti pronunciati di eterosi che economicamente si traducono in benefici per aumento di precocità e rapidità di ingrassamento, nonchè aumento di fecondità delle scrofe.

Verri Large White x scrofe Cinta senese

I meticci (definiti bigi o tramacchiati per la caratteristica del mantello) sono vigorosi, rustici, robusti, capaci di alimentarsi bene anche al pascolo e nel bosco.

ALTRI ESEMPI DI INCROCIO INDUSTRIALE

Ovini



Ariete Merino

X



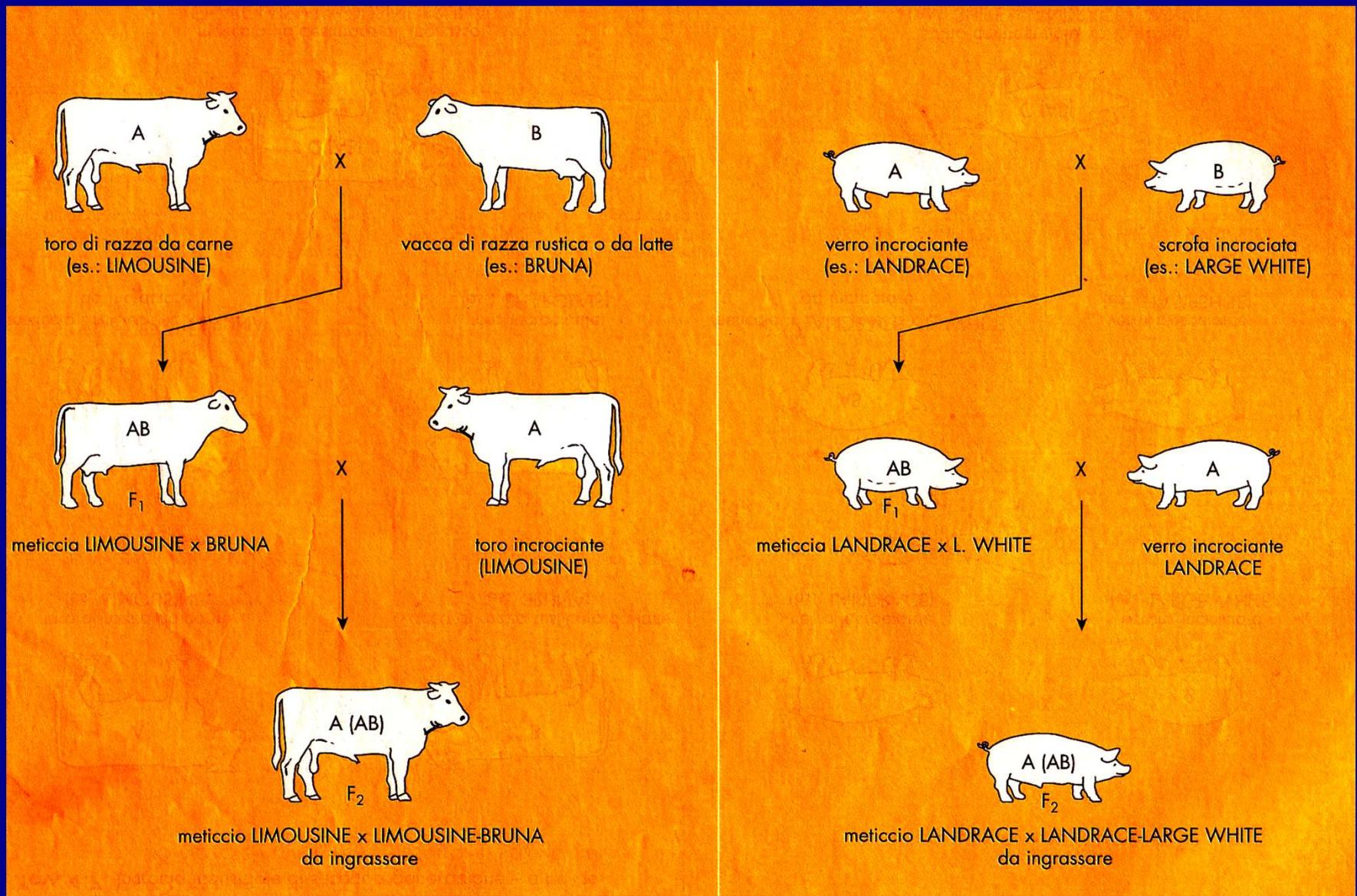
provided by Sally Anne Thompson

Dorset Down

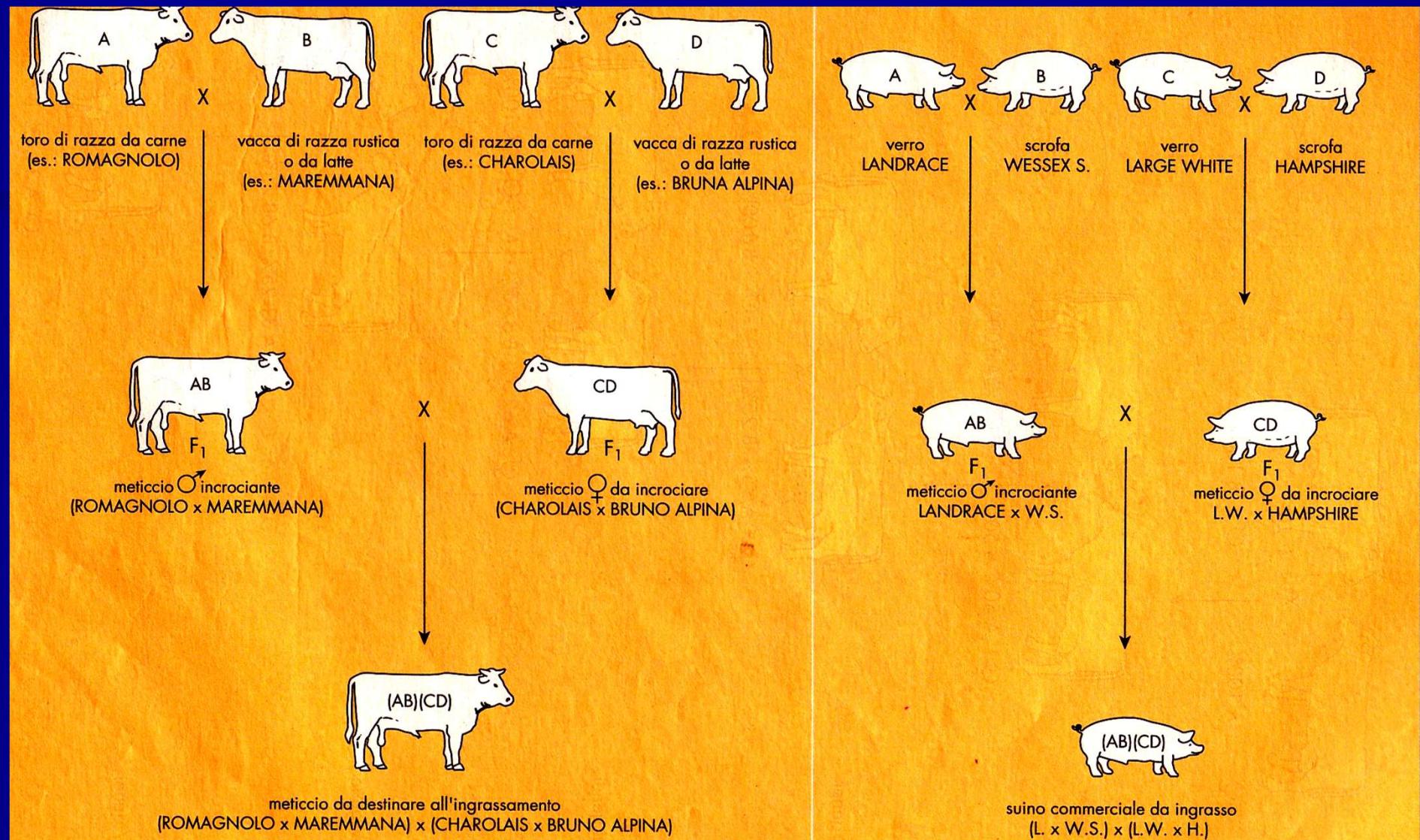
Eccellenti agnelli da carne e pecore con abbondante produzione di lana fina.

b) *Incrocio di 2^generazione*

- di reincrocio (meticce F1 accoppiate con maschi della stessa razza del loro padre)
- a tre vie (meticce F1 accoppiate con maschi di altra razza incrociante)
- a quattro vie (meticce F1 accoppiate con un altro meticcio F1 derivante da un altro incrocio semplice interessante 2 razze diverse da quelle dalle quali provengono le stesse meticce)



INCROCIO INDUSTRIALE DI SECONDA GENERAZIONE- PER REINCROCIO



INCROCIO INDUSTRIALE DI SECONDA GENERAZIONE- A QUATTRO VIE

INCROCIO DI SOSTITUZIONE (1)

Detto anche di assorbimento o continuato o grading up, applicato per sostituire gradualmente una razza preesistente con una razza nuova, più idonea agli scopi economici dell'allevamento.

Si utilizzano negli accoppiamenti solo i riproduttori maschi della razza nuova incrociante (si eliminano quelli della razza da sostituire incrociata); le femmine meticce F1 e quelle delle generazioni successive si accoppiieranno sempre con i maschi della razza incrociante.

INCROCIO DI SOSTITUZIONE (2)

Dopo un impiego sistematico per 5-6 generazioni consecutive dei riproduttori puri della razza incrociante, si riesce a sostituire integralmente o quasi il patrimonio genetico della razza preesistente.

Naturalmente si può prevedere una certa persistenza di geni e complessi genici della razza sostituita, anche dopo una lunga serie di generazioni di incrocio, per fenomeni di scambio tra cromosomi omologhi delle due razze o traslocazioni reciproche.

INCROCIO DI SOSTITUZIONE (3)

ESEMPI:

Antica razza bovina friulana con la razza
Simmenthal (CH)  **Pezzata Rossa Friulana**
(ora P. R. Italiana)

Razza Maremmana con la **Chianina**

Bovini Podolici pugliesi con la razza **Romagnola**.

INCROCIO DI RITORNO

È un incrocio di sostituzione alla rovescia. Ha lo scopo di ricostruire una popolazione o una razza primitiva che è stata sottoposta all'incrocio continuato con una razza di importazione senza dare gli scopi attesi o perché si vuole preservare la razza dall'estinzione (conservazione della biodiversità).

INCROCIO "ALTERNATO" e "A ROTAZIONE" (1)

Definito anche **criss crossing**, è caratterizzato dall'impiego, regolarmente alternato, di riproduttori maschi di:

1. due (**ALTERNATO**) ovvero
2. tre o più (**A ROTAZIONE**)

razze con le femmine meticce provenienti dalle stesse razze.

Applicato per ottenere individui dotati di caratteristiche intermedie, in realtà dà origine a due tipi distinti di meticci nei quali prevale o il patrimonio genetico dell'una o dell'altra razza.

NB: non ricorrere sempre agli stessi riproduttori maschi ma selezionarli da linee diverse e non imparentate tra loro.

INCROCIO "ALTERNATO" e "A ROTAZIONE" (2)

ESEMPI: OVINI

Tra **Merinos** e **Lincoln**, i meticci con circa 2/3 di sangue merino, detti **comeback**, producono lana di buona finezza, mentre quelli con 2/3 di sangue **Lincoln**, detti **second cross** sono ovini di precoce sviluppo eccellenti per la produzione di carne.



Ariete Merino



Pecora Lincoln

INCROCIO "ALTERNATO" e "A ROTAZIONE" (3)

ESEMPI: SUINI

Tra Duroc Jersey e Poland China

o tra Large White e Landrace

i meticci hanno alta prolificità.

INCROCIO DI INSANGUAMENTO o INTERCORRENTE

Impiego, una volta tanto o a distanza di varie generazioni, di riproduttori di un'altra razza per **"insanguare"** cioè introdurre in un allevamento del nuovo materiale genetico, apportato da una razza con caratteristiche affini, per poi ottenere una ridistribuzione o qualche combinazione genotipica favorevole.

L'incrocio intercorrente nell'ambito della razza prende il nome di **rinfrescamento del sangue** e viene adottato quando in un allevamento l'impiego della consanguineità o della selezione non ha dato i risultati sperati, ma si manifestano fenomeni di diminuzione di fecondità, di mole o di produzione.

SELEZIONE RICORRENTE RECIPROCA (1)

È una tecnica riproduttiva ideata per la produzione di mais ibridi ed attualmente applicata per la produzione di galline ovaiole e polli ibridi da carne con alta precocità.

L'incrocio può essere effettuato sia tra ceppi diversi e ceppi consanguinei della stessa razza che tra razze diverse.

SELEZIONE RICORRENTE RECIPROCA (2)

Scelti i riproduttori (A e B) si praticano, su due lotti, gli incroci A x B e B x A. Tutti gli ibridi F1 sono sottoposti ad accurati controlli di accrescimento e di consumo alimentare.

Mediante questa prova di discendenza sono selezionati i galli e le galline che hanno dimostrato di possedere la migliore "combinabilità" nel dare i prodotti di incrocio.

SELEZIONE RICORRENTE RECIPROCA (3)

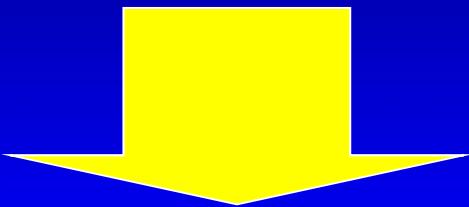
I riproduttori così selezionati sono accoppiati nell'ambito di ciascuna razza, in modo da ottenere una discendenza di razza pura che, nell'anno successivo verrà provata attraverso l'incrocio.

Generalmente un ciclo selettivo richiede due anni perché nel primo anno si provano gli animali con l'incrocio in base alle caratteristiche degli ibridi ottenuti, e nel secondo anno si attua la riproduzione selettiva in purezza.

CONSANGUINEITA'

Attraverso la riproduzione di animali fra loro parenti: aumenta il livello medio di omozigosi nella popolazione (si "fissano i caratteri") si riduce il livello medio di eterozigosi aumenta il livello di consanguineità, fino al limite (teorico) in cui tutti gli animali saranno tra loro geneticamente uguali

Problema: Geni recessivi ad azione letale, Sub-letale, patogena o riducente la fertilità



Depressione da consanguineità

mortalità prenatale e neonatale

morbilità

Diminuzione rusticità

Fecondità

Longevità

CONSANGUINEITÀ

Coefficiente di consanguineità (F_x)

probabilità che entrambi i geni di un determinato locus siano identici per origine.

La consanguineità fa aumentare nei figli il grado di omozigosi di geni identici per origine

La consanguineità è espressa da un coefficiente che può assumere qualunque valore compreso tra zero (nessuna consanguineità) ed uno (massima consanguineità teoricamente possibile, mai raggiunta nella realtà).

CONSANGUINEITA' E INCROCIO

Nella pratica zootecnica, si evita di raggiungere livelli eccessivi di consanguineità, per evitarne gli aspetti negativi, ma un certo grado si richiede per poter fissare i caratteri.

Per risolvere questa situazione apparentemente contraddittoria è necessario adottare l'incrocio alla fine di un programma di riproduzione in consanguineità. Fra i vari schemi di incrocio quello che meglio si adatta ad essere impiegato alla fine di un programma di consanguineità è il cd "incrocio a 4 vie" che sfrutta l'eterosi paterna e materna attraverso l'F1 intermedia.

IBRIDAZIONE INTERSPECIFICA

È una particolare forma di incrocio tra animali di specie diverse, sistematicamente affini, con finalità economiche analoghe a quelle dell'incrocio industriale.

La differenza sostanziale è data dalla sterilità degli ibridi ottenuti.

L'aspetto biologico da considerare riguarda la necessaria affinità sistematica e quindi genetica delle specie da ibridare.

La fecondazione ed a volte la copula fra animali di specie diversa è spesso impossibile per impedimenti di natura anatomica, per una completa e reciproca repulsione degli animali o anche per la diversa stagione riproduttiva ed i particolari costumi di accoppiamento.

Al giorno d'oggi nuove tecnologie di riproduzione (es. la fecondazione artificiale, la fecondazione in vitro, l'embryo transfer, ecc.) hanno ampliato notevolmente la possibilità di ibridazione ma nonostante il loro sussidio la fecondazione può non avvenire perché il gamete maschile è incapace di penetrare nell'uovo o perché il pronucleo, pervenuto nel citoplasma ovulare, non entra in appaiamento con i cromosomi femminili e degenera.

Quando invece esiste una sufficiente **affinità strutturale e genetica** fra i cromosomi delle due specie, la fecondazione avviene e si ottiene la nascita di **individui vitali** e spesso dotati di caratteristiche di vigore, sviluppo, produttività anche superiori a quelle delle specie genitrici (**eterosi**).

Un altro aspetto tipico dell'ibridismo di specie la **sterilità** più o meno completa degli individui ibridi.

La causa dipende principalmente da alterazioni che insorgono durante la gametogenesi per il mancato appaiamento dei cromosomi dell' ibrido, anche quando le due specie hanno lo stesso numero aploide. Talvolta la **gametogenesi** può compiersi (eccezionalmente o regolarmente) in un sesso e mancare in un altro, per cui può capitare che solo gli ibridi di un sesso (in genere quello omogametico) sono fecondi.

IBRIDI DI INTERESSE ZOOTECNICO EQUIDI



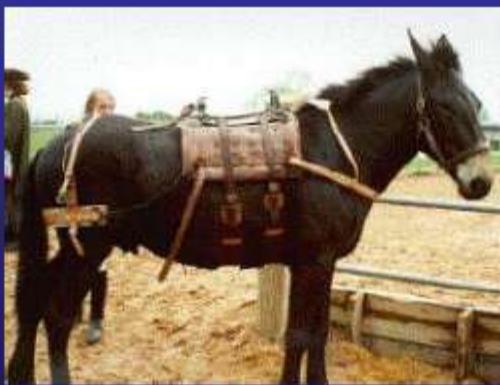
Asino stallone

×



Cavalla

F1



Mulo

IBRIDI DI INTERESSE ZOOTECNICO

EQUIDI

Il **MULO** ha caratteri morfologici intermedi fra l'asino ed il cavallo, con predominanza del primo per la testa, il collo, la groppa, la struttura degli arti e del piede; prende dal cavallo lo sviluppo scheletrico, il torace e la statura.



IBRIDI DI INTERESSE ZOOTECNICO EQUIDI

La grande utilità economica del **MULO** dipende dalla notevole capacità di lavoro in difficili condizioni ambientali (soprattutto in montagna), accompagnata da minori esigenze alimentari, di ricovero e di governo nei confronti del cavallo.

Eccezionalmente le mule possono essere feconde, soprattutto se accoppiate con il cavallo.



BARDOTTO



CAVALLO STALLONE



ASINA

F1



BARDOTTO

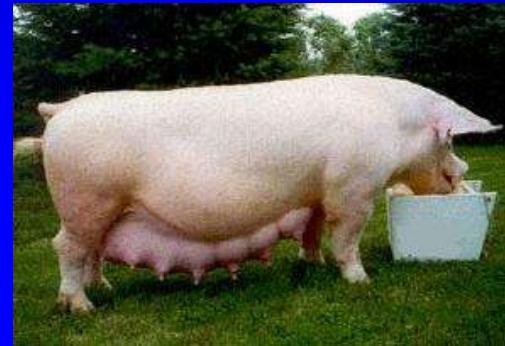
Fenotipicamente è più simile al cavallo ma non presenta le pregevoli caratteristiche funzionali del mulo.

SUINI

La **scrofa** accoppiata con il
cinghiale dà ibridi fertili.



×



F1

Ibridi fertili

BOVIDI (1)

In Asia: ibridi tra maschi Yack e bovine e tra tori e femmine Yack (migliori risultati). Le femmine ibride sono feconde e ottime lattifere, mentre i maschi sono sterili.



F1

Ibridi fertili



Ibridi sterili



BOVIDI (2)

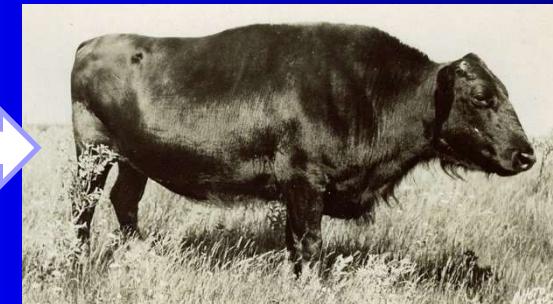
In America: il “**cattalo**” ibrido tra il bisonte americano e bovini domestici appartenenti a diverse razze. Il fenotipo è variabile in relazione alla razza bovina impiegata. È allevato per la produzione di carne.



Bisonte Americano



Holstein



Cattalo

IL METICCIAMENTO

È un complesso metodo di riproduzione che ha lo scopo di formare nuove razze in cui si fondono, coesistendo in modo armonico, caratteri pregevoli esistenti separatamente in altre razze.

È sempre preceduto dall'incrocio in una qualsiasi delle sue forme e numerosi sono gli schemi che consentono di riunire nei **bimeticci** (i prodotti dell'accoppiamento di meticci) patrimoni genetici provenienti da diverse razze. In pratica si attua prima una serie di incroci e poi una selezione fra i discendenti.

METICCIAMENTO SEMPLICE O SU 2 RAZZE

P

A × B

F1

A 50%
—
B 50%

F2

A 50%
—
B 50%

×

A 50%
—
B 50%

METICCIAMENTO SU 3 RAZZE

P	$A \times B$
F_1	$\begin{array}{c} A \ 50\% \\ \hline B \ 50\% \end{array}$
F_2	$\begin{array}{c} A \ 50\% \\ \hline B \ 50\% \end{array} \times \ C$
F_3	$\begin{array}{c} A \ 25\% \\ \hline B \ 25\% \end{array} \times \begin{array}{c} A \ 25\% \\ \hline B \ 25\% \end{array}$ $\hline C \ 50\% \qquad \qquad \qquad C \ 50\%$

METICCIAMENTO SU 4 RAZZE

P

A × B

C × D

F1

A 50%
B 50%

×

C 50%
D 50%

F2

A 25% B 25%
C 25% D 25%

×

A 25% B 25%
C 25% D 25%

La scelta dei meticci F1 destinati alla riproduzione avviene sulla base del **fenotipo**. La prima riproduzione tra meticci darà luogo a bimeticci F2 ed è in questa generazione che si manifesteranno in tutta la loro complessità i fenomeni di **segregazione dei geni** e **ricombinazione** con la comparsa di tutti i genotipi prevedibili.

Il vero lavoro inizia a questo stadio con l'identificazione di soggetti F2 e delle generazioni successive, che possiedono le combinazioni desiderate dei caratteri (geni) allo stato omozigote.

Il riconoscimento di autentici razzatori, mediante controlli morfo-funzionali della discendenza, rappresenta il momento cruciale del meticciamento ed è a questo punto che si rende opportuna ed indispensabile la riproduzione consanguinea, per la rapida costituzione di famiglie e di linee nelle quali, il processo di purificazione genetica, consente di fissare i caratteri della nuova razza.

Il meticciamento è intervenuto nella costituzione di molte razze equine come il Puro sangue inglese, l'Anglo arabo, l'Anglo normanno; ed ovine merinizzate come la Gentile di Puglia e la Sopravvissana.