



Progetto Beenomix

Selezione, conservazione e valorizzazione di *Apis mellifera*,
un modello possibile

Policoro, 31 Gennaio 2019

Convegno AAPI

Prof. Giulio Pagnacco



Premessa

Questa presentazione è divisa in due parti:

1. Lo schema selettivo messo a punto col Progetto BEENOMIX (5.X.2016 – 4.IV.2019; PSR operazione 16.2.01)
2. Il modello di selezione e gestione della biodiversità di *Apis mellifera* proposto col progetto BEENOMIX 2.0 (in corso di valutazione da parte di RL, PSR 16.1.01 GO PEI)



Lo schema selettivo BEENOMIX

Uno schema selettivo è l'insieme di azioni finalizzate a raggiungere celermente gli obiettivi di selezione scelti

Con questo progetto abbiamo puntato a migliorare la **quantità di miele** (1) e il **comportamento igienico** (0,4) delle api escludendo *famiglie aggressive e propense alla sciamatura*

Lo schema selettivo (BEENOMIX) lavora sia sulla componente femminile che maschile utilizzando un **sito di fecondazione controllata (SFC)** protetto da Ordinanza Comunale (Pasturo, LC)



Cos'è un SFC?

Un **Sito di Fecondazione Controllato, SFC**, dovrebbe essere

- Area non frequentata da api e soprattutto da fuchi
- Con un perimetro geografico che la isoli fisicamente (isole, valli delimitate, alta quota, accesso regolamentato)
- Riservato alla selezione di un breeder (o gruppo di breeder)

Ma anche

- Non eccessivamente remota
- Con accesso carrabile ragionevole
- Non eccessivamente in quota per garantire più cicli di fecondazione



Il SFC del BEENOMIX



Località Pialeral,
Comune di Pasturo
(LC),
Pendici orientali
della Grigna,
circa 1400 m slm



SFC





Lo schema selettivo BEENOMIX

È un modello applicabile da qualsiasi breeder.

Applicabile a qualsiasi base razziale, ad es. *Ligustica*, *Carnica* o tipi genetici (TG) ottenuti da meticciamiento selettivo di varia origine (*creazione di nuova biodiversità*)

Uno schema selettivo è un mezzo per raggiungere uno scopo. Lo scopo è definito dai caratteri che si vogliono selezionare e dalla relativa enfasi attribuita a questi.

I fuchi presenti nel SFC provengono da famiglie (DPQ, Drone-producing Queen) con precise caratteristiche genealogiche: la componente paterna è quindi tracciabile.



Schema BEENOMIX – Via materna

Lo schema prevede una ciclicità biennale:

- **Anno 1:** misurazione dei fenotipi di 108 famiglie figlie di 6 madri selezionate
- **Anno 2:** selezione delle migliori 6 su 108 e produzione da queste di nuove 108 VQ (18 per madre) e loro fecondazione nel SFC

Su come quando e quali fenotipi vengono misurati vedi Elio e Cristiano...



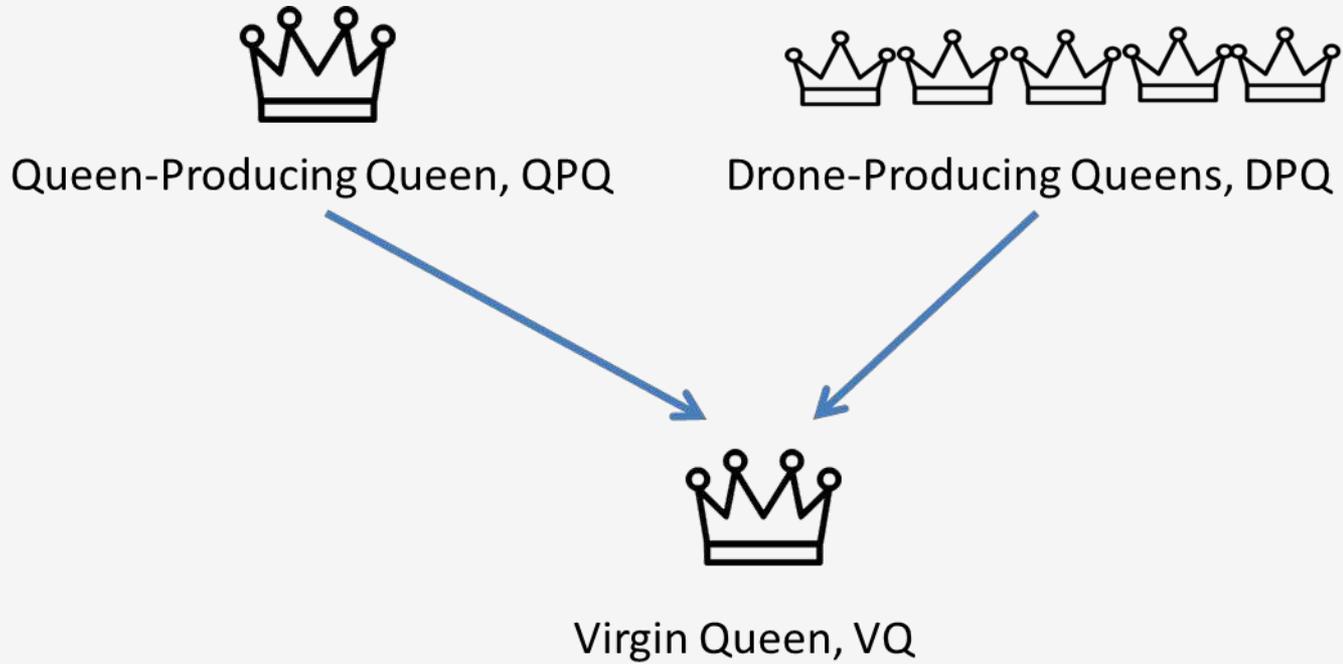
Schema BEENOMIX – Via paterna

Il nucleo in selezione è «diviso» in due gruppi (A e B): nell'anno in cui il gruppo A misura i fenotipi, quello B seleziona e feconda le nuove VQ.

Quindi complessivamente le famiglie in selezione sono $108 + 108 = 216$ nell'arco di 2 anni.

Da queste 216 verranno scelti 2 «maschi» e 12 madri

I «maschi» in realtà saranno i nonni delle nuove generazioni. Dai maschi si allevano figlie che saranno i «padri» (le DPQ). I fuchi prodotti da queste sono di fatto spermatozoi.





Schema BEENOMIX – Via paterna

Alla fine dell'anno in cui si misurano i fenotipi (supponiamo gruppo A) viene anticipata la scelta del **maschio** (famiglia eccellente).

Da questa famiglia **si producono 100 VQ** figlie che vengono subito fecondate in Pialeral.

La fecondazione nel SFC non è tassativa (siamo a fine stagione), serve solo a dare maggiore omogeneità alle 100 famiglie che verranno prodotte e valutate nell'anno successivo.



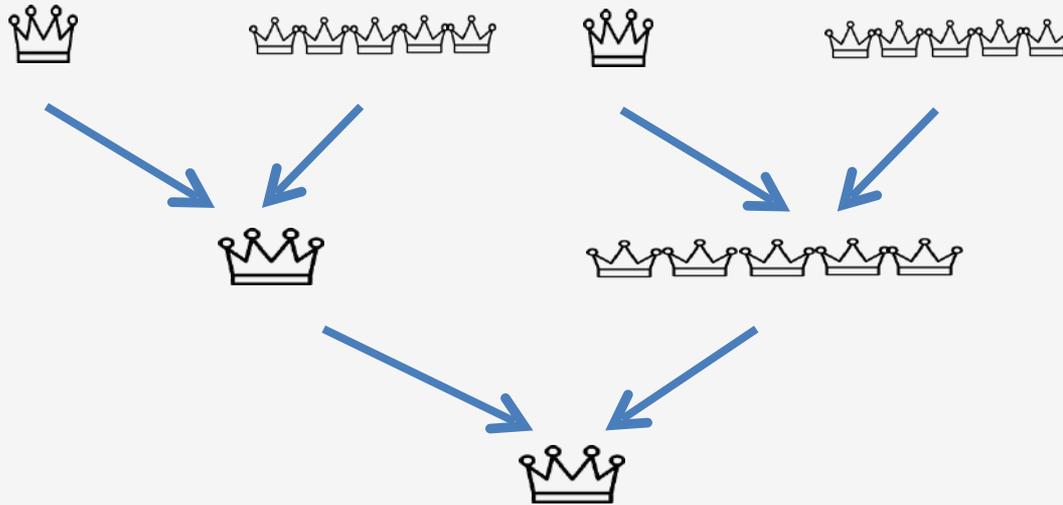
Schema BEENOMIX – Via paterna

Le 100 famiglie figlie del «maschio» (gruppo A) vengono valutate e tra queste selezionate le migliori **15 su 100**.

Queste 15 costituiranno le **Drone-producing Queens**, DPQ, attive in Pialeral nell'anno seguente in cui verranno fecondate le Virgin Queen, VQ, del gruppo B

Le DPQ sono quindi i «padri» delle future generazioni

I due gruppi sono pertanto integrati in un'unica popolazione: il «maschio» scelto nel gruppo A feconda (attraverso le DPQ sue figlie) le VQ selezionate nel gruppo B e viceversa. E quindi la genetica dei due gruppi è perfettamente integrata.



In un SFC i fuchi (spermatozoi) sono prodotti da un gruppo di DPQ tra loro sorelle (i padri).

La madre delle DPQ (nonna paterna) è stata a suo tempo fecondata in un SFC secondo un analogo schema.

Il pedigree di ogni regina può essere quindi ricostruito con una madre (0,5) e un «gruppo di padri» (*dummy fathers*, 0,3873)



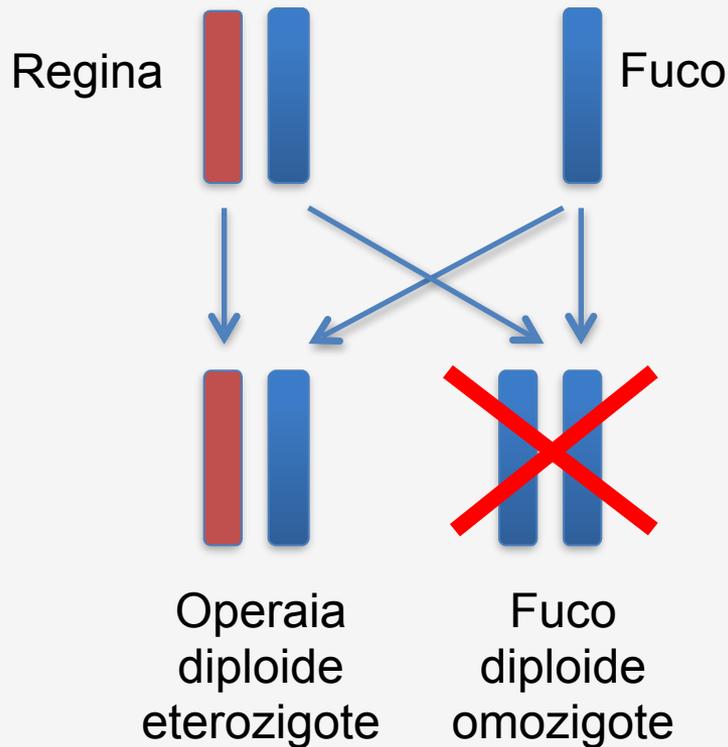
Schema BEENOMIX – Via paterna

Le 15 DPQ inoltre non sono figlie casuali del maschio selezionato ($i = 0$), ma sono quelle con le migliori performance ($i = 1,54$).

Oltre a ciò è possibile, dai fuchi prodotti da ciascuna delle 100, identificare gli alleli portati dalla regina al *locus SDL*.

Nella scelta delle 15 DPQ, oltre alla performance, si terrà quindi conto della variabilità al locus SDL.

Sesso



La determinazione del sesso è regolata dal *Sex determination locus* (SDL) e dal *Complementary sex determiner* (CSD), loci complessi con un ricco polimorfismo:

- Gli individui eterozigoti per SDL evolvono in femmine normali
- Gli individui omozigoti evolvono in maschi, ma le operaie divorano la larva

La selezione naturale tende a incrementare il numero di alleli perché la vitalità della covata è maggiore. Una selezione artificiale intensa può ridurre il numero



Schema BEENOMIX – Via paterna

15 DPQ producono fuchi (spermatozoi) che potenzialmente trasmettono 30 alleli diversi.

Ma le 15 DPQ sono figlie di un'unica regina scelta con funzione di maschio.

Se questa aveva alleli **A** e **B** ed era stata fecondata da 15 fuchi (**C1, C2, C3..., C15**), sono possibili 30 genotipi diversi nelle DPQ

	Fuchi														
Regina	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
A	A/C1	A/C2	A/C3	A/C4	A/C5	A/C6	A/C7	A/C8	A/C9	A/C10	A/C11	A/C12	A/C13	A/C14	A/C15
B	B/C1	B/C2	B/C3	B/C4	B/C5	B/C6	B/C7	B/C8	B/C9	B/C10	B/C11	B/C12	B/C13	B/C14	B/C15

È in corso la messa a punto di un test genetico che permetta la scelta di 15 DPQ su 100 con genotipi diversi al locus SDL

GRUPPO A

Anno 1.

Individuate tra 108 famiglie le 6 migliori (future madri) → traslarvo → 378 VQ

fecondazione in Pialeral con 15/100 DPQ di B:

270 per la rimonta aziendale (famiglie in produzione) + le nuove 108 + 100 figlie di B

Anno 0.

Misure fenotipiche sulle 108 famiglie e sulle **100** di B. A fine estate viene individuata la famiglia migliore (futuro padre A) → traslarvo → **100 VQ** fecondate in Pialeral.

Anno 1.

Individuate tra 108 famiglie le 6 migliori (future madri) → traslarvo → 378 VQ

fecondazione in Pialeral con 15/100 DPQ di B:

270 per la rimonta aziendale (famiglie in produzione) + 108 + 100 figlie di B

Anno 0.

Misure fenotipiche sulle 108 famiglie e sulle **100** di B. A fine estate viene individuata la famiglia migliore (futuro padre) → traslarvo →

Lo Schema in sintesi

GRUPPO B

Anno 1.

Individuate tra 108 famiglie le 6 migliori (future madri) → traslarvo → 378 VQ

fecondazione in Pialeral con 15/100 DPQ di

A: 270 per la rimonta aziendale (famiglie in produzione) + le nuove 108 + 100 figlie di A

Anno 0.

Misure fenotipiche sulle 108 famiglie e sulle **100** di A. A fine estate viene individuata la famiglia migliore (futuro padre) → traslarvo → **100 VQ** fecondate in Pialeral.

Anno 1.

Individuate tra 108 famiglie le 6 migliori (future madri) → traslarvo → 378 VQ

fecondazione in Pialeral con 15/100 DPQ di

A: 270 per la rimonta aziendale (famiglie in



Produzione in selezione

Le 15 DPQ attive in Pialeral ogni anno fecondano 478 VQ:

- 108 VQ della futura selezione femminile
- 100 VQ della futura selezione maschile
- *270 VQ per la rimonta biennale delle famiglie in produzione commerciale*

Assumendo un tasso di fecondazione del 65% le VQ da portare in Pialeral ogni anno non saranno 478, ma circa 750.

Ogni VQ richiede circa 100 fuchi maturi e una DPQ ben gestita ne mantiene circa 2.000 per la maggior parte della stagione

Quindi $15 \text{ DPQ} \times 2.000 \text{ fuchi} = 30.000 \text{ fuchi attivi} \rightarrow 300$ fecondazioni.

Le 750 VQ potranno essere agevolmente fecondate in Pialeral in 3 cicli di raccolta successivi di 3 settimane ciascuno.



Fin qui la SELEZIONE...

Questo schema selettivo BEENOMIX è molto più efficiente di uno schema che sceglie solo le madri e lascia le VQ alla fecondazione casuale.

Il progresso genetico (ΔG) è circa **3 volte maggiore** con questo schema rispetto allo stesso schema senza il SFC

Uno schema selettivo come questo può lavorare su un tipo genetico definito (ad es. *Ligustica* o *Carnica*), oppure su una particolare «selezione» di queste razze, o su un tipo genetico «nuovo» con un'origine anche sintetica (*creazione di nuova biodiversità*)



Normativa recente in fatto di riproduzione e biodiversità

Regolamento UE 1012 del 8 Giugno 2016

Recepito col Decreto Legislativo n. 52 del 11 Maggio 2018

Definizione di «Razza»:

popolazione di animali sufficientemente uniforme per essere distinta da altre della stessa specie da uno o più gruppi di allevatori che hanno stabilito di iscrivere tali animali in un LG...

Il D.lg. 52 (articolo 1) individua i **principi fondamentali della disciplina relativa alle condizioni zootecniche e genealogiche applicabili alla riproduzione animale...** per perseguire la corretta gestione del patrimonio genetico delle razze zootecniche nei settori della:

- **Riproduzione**
- **Selezione**
- **Ricostituzione**
- **Creazione di nuove razze**
- **Conservazione della biodiversità zootecnica**

Il decreto si riferisce a **Bovini Bufalini, Ovini, Caprini, Suini ed Equini**



Esempi di ricostruzione:

- Suino Nero di Parma
- Porsù Negar
- Asino Pantesco
- Cavallo di Persano

Esempi di creazione di nuova biodiversità

- Brangus (dal 1932)
- Haflinger
- Gentile di Puglia
- Suini ibridi commerciali
- Pecore Assaf.e (Frisona Bavarese x Awassi) dal 1955

Tutte le razze domestiche di ogni specie non originano direttamente dalla «creazione», ma sono il risultato di **selezione e meticciamenti in continua evoluzione nel tempo.**

Il genoma di tutte le razze è continuamente plasmato dalla selezione artificiale in ragione delle necessità produttive e di allevamento



SECONDA PARTE:

la moltiplicazione e i suoi problemi

Se un **SFC** è fondamentale per la selezione di un apicoltore (o di un gruppo di apicoltori), il problema si pone quando è necessario fecondare migliaia di **regine da destinare alla commercializzazione**. E queste regine devono essere **«certificate»** come appartenenti ad un **determinato TG**

È necessario quindi controllare anche questi accoppiamenti in un' **Area di Accoppiamento (ADA)** in cui i fuchi siano del TG desiderato.

In mancanza di un'ADA, l'accoppiamento in ambiente espone al rischio di ibridazioni con fuchi di TG diversi da quello desiderato

SFC → Selezione

ADA → Accoppiamento «in razza»



Uno sguardo al futuro...

Ogni ADA deve garantire la **fecondazione in purezza per un preciso TG** ed essere quindi **un servizio disponibile ad ogni apicoltore che vuole fecondare le VQ della sua selezione**

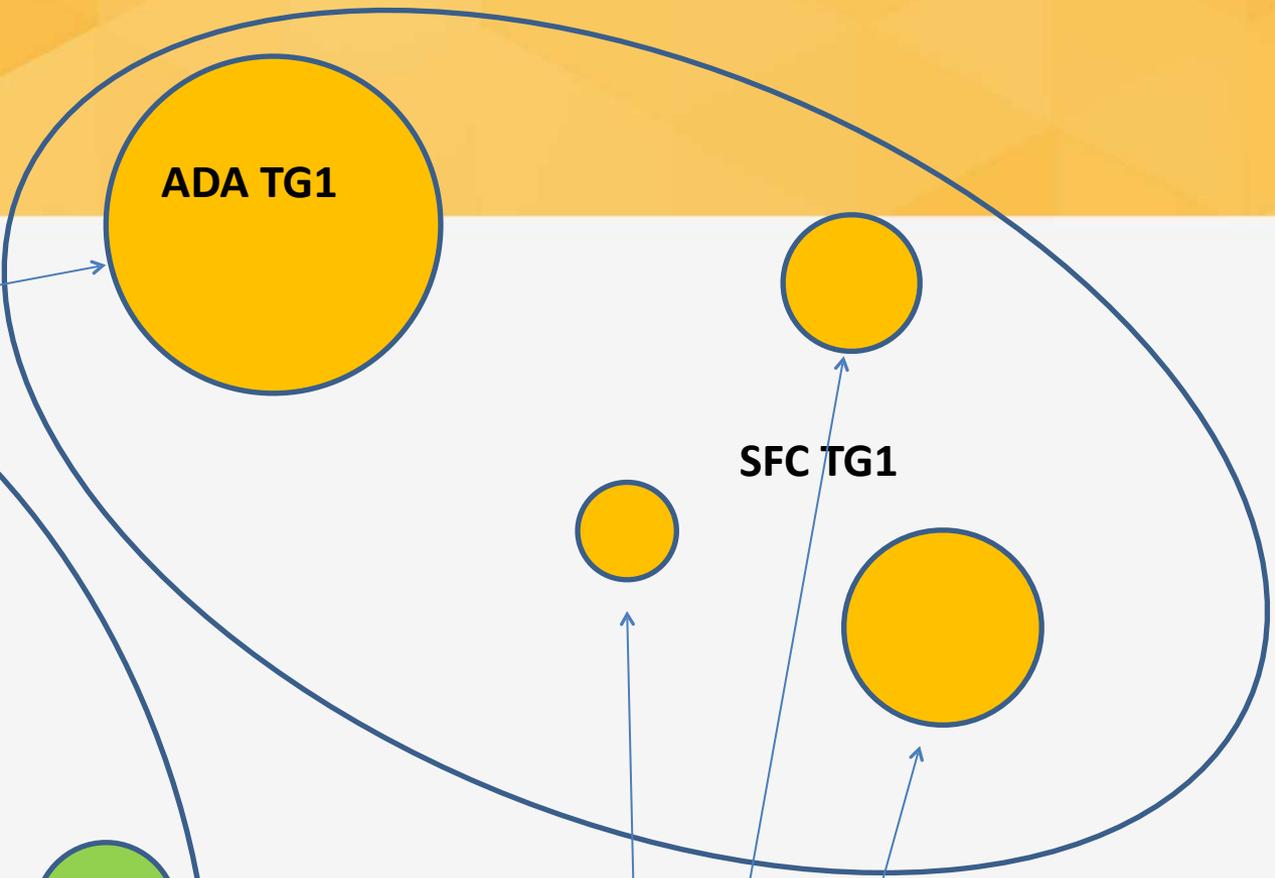
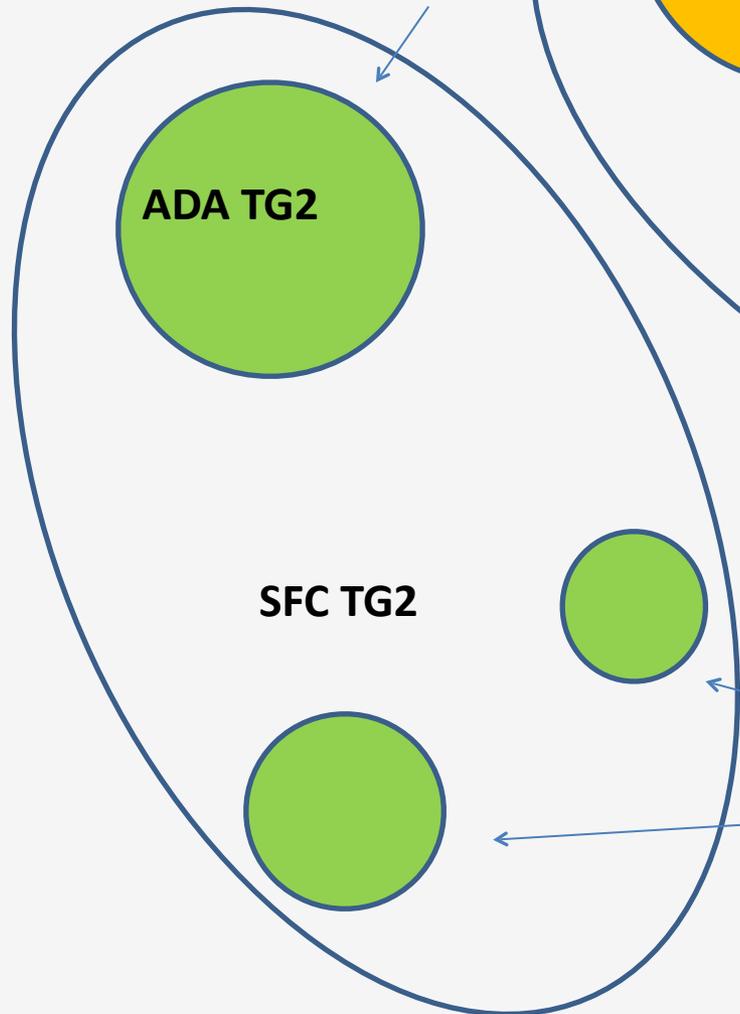
Le DPQ presenti nell'ADA dovrebbero essere **molto più numerose** di quelle presenti in un SFC in modo da garantire la fecondazione anche di migliaia di VQ.

Un'ADA deve avere una dimensione definita e un perimetro controllabile. Una dimensione troppo ampia (come una Provincia o una Regione) impedisce un reale controllo del nomadismo

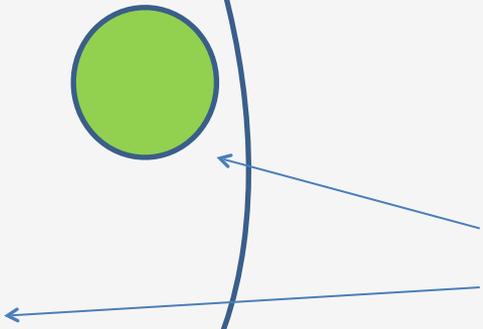
Un'ADA è simile a un SFC, ma con più DPQ.

Non viene garantito il pedigree (non fa selezione), ma viene garantito il TG (conservazione)

Fecondazioni in razza



Fecondazioni in selezione





Uno sguardo al futuro... lontano

Il TG presente in un'ADA, ossia il TG delle DPQ che la popolano di fuchi, può **coincidere con una razza** o sottospecie (ad es. *Apis m. Ligustica*).

Ma può essere anche **una particolare «selezione»** di una data razza. Ad es. Ligustiche selezionate per colore e docilità, oppure Ligustiche selezionate per HB, oppure per produzione di miele...

Può addirittura essere una **«selezione nova»** di un TG sintetico con particolari pregi produttivi (nuova *biodiversità*)

Ogni produttore di regine può portare le sue VQ alla fecondazione nell'ADA più coerente con le sue finalità produttive

Ma può anche fecondarle con fuchi di «selezioni» diverse o anche di razze diverse per **valorizzare l'eterosi** delle famiglie



Uno sguardo al futuro... lontanissimo

Ogni breeder affina quindi a casa sua la selezione del **suo TG preferito** grazie a un SFC di suo esclusivo uso.

Un gruppo di breeder (al limite un'associazione di apicoltori) con selezioni simili gestiscono un'ADA popolata da fuchi di quel TG.

Sarà loro compito fornire le DPQ necessarie

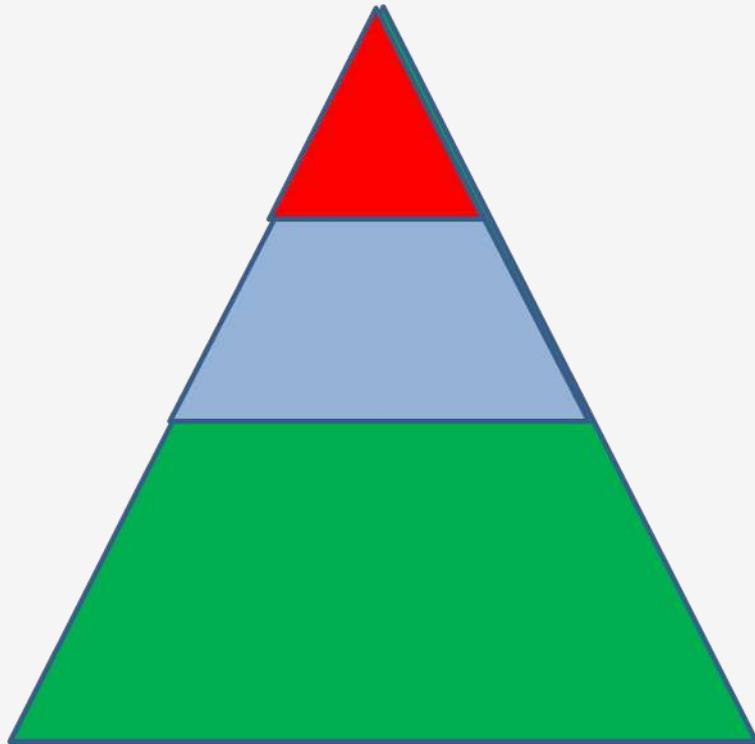
Qui vengono fecondate le VQ destinate alla commercializzazione (marcate in modo riconoscibile).

Gli apicoltori commerciali (non breeder) rinnovano le loro regine acquistando VQ fecondate in ADA.

Le razze autoctone o particolari «selezioni» di queste sono garantite dal rischio di erosione genetica. Solo l'hobbista che lascia fare alla natura è esposto a questo rischio. Ma questo non impatta sulla conservazione in purezza di tutti i TG.



La piramide degli allevatori



Breeder, selezionano in SFC, moltiplicano in ADA, vendono regine fecondate in ADA ai

Commercianti che producono miele e acquistano regine ADA dai breeder.

Hobbisti e altri possono acquistare regine ADA oppure lasciano fare alle api.

Un apicoltore capace può sviluppare senza problemi le prime due funzioni.



Virtuose ed utili conseguenze

Breeder e commerciali che utilizzano TG diversi possono convivere uno accanto all'altro sullo stesso territorio perché non hanno VQ da fecondare nel territorio. Le fecondazioni avvengono solo nei SFC o in ADA.

Anche il nomadismo può essere praticato senza restrizioni

I breeder possono valorizzare con «selezioni» diverse ogni nicchia della variabilità genetica della specie. Possono esplorare anche combinazioni eterotiche senza che la conservazione dei TG sia compromessa.

C'è tutto lo spazio per una valorizzazione commerciale a 360° fondata sulla qualità delle «selezioni» prodotte.



BEENOMIX 2.0

Col progetto **BEENOMIX 2.0** proponiamo di creare questo modello per una apicoltura di precisione del futuro.

Verrà **creata un'ADA a disposizione degli apicoltori** che vi vogliano fecondare le loro VQ.

L'ADA sarà in Lombardia (BS), attiva dal 2020 e popolata da fuchi di un TG di sintesi (Beenomix) prodotti da 36 DPQ.

La selezione di questo TG punterà su **produzione e comportamento igienico** con alcune novità in relazione alla mitigazione gli effetti sfavorevoli dei cambiamenti climatici **in CORSO** (*produzione per ape, longevità, stop invernale di covata*)



Malga Pom del Pin (750 m): un'ADA perfetta





Due conclusioni

Puntare esclusivamente sulla «**purezza razziale**» di un TG senza preoccuparsi di renderlo competitivo attraverso una attività selettiva rigorosa è una battaglia di retroguardia. *Sarà il mercato a decretare che più del nome conta la qualità...*

Andrebbe infine comunque risolto una volta per tutte il problema del **riconoscimento razziale** di un individuo (morfometria alare/tergiti, pannello di SNP, mtDNA ... *Sebbene l'orientamento UE per le altre specie domestiche sia sempre più orientato ad una riconoscimento culturale più che biologico.*



Anno Domini MML (2050 ...

In una situazione «a regime»...

- tutte le VQ sono fecondate in SFC o in ADA. Non ci sono VQ utili da fecondare in ambiente (fuchi sfaccendati...)*
- non è necessaria alcuna restrizione sul nomadismo*
- per il controllo della purezza genetica dei TG è sufficiente quello fatto solo sulle DPQ delle ADA*
- ogni breeder può puntare a selezionare i caratteri che preferisce nel TG che preferisce*
- può anche costruire famiglie ibride senza che i fuchi prodotti da queste trovino VQ da «inquinare geneticamente»*



www.beenomix.it

Grazie!!!