

Indagine di pieno campo in ambiente lombardo sulle

**DINAMICHE DI DIFFUSIONE DEL POLLINE
DI MAIS TRA COLTIVAZIONI CONTIGUE**

**Elementi conoscitivi per delineare gli scenari di
coesistenza per la maiscoltura italiana**

*Indagine condotta da CRA – ISCBG, PTP, Hylobates
consulting, Agricola 2000, APSOCLO, CEDAB*

Alberto Verderio, Giovanni Della Porta, Davide Ederle, Luca
Bucchini, Matteo Prandi, Carlo Pozzi

Il contesto

La **COESISTENZA*** consente la **libertà** da parte dei produttori agricoli (**consumatori**) di mettere in atto nello stesso territorio (**scegliere nello stesso mercato**) sistemi di produzione basati su (**prodotti provenienti da**) metodi di coltivazione:

- **GMO**
- **Convenzionali**
- **Biologici**

*Documenti di riferimento CE

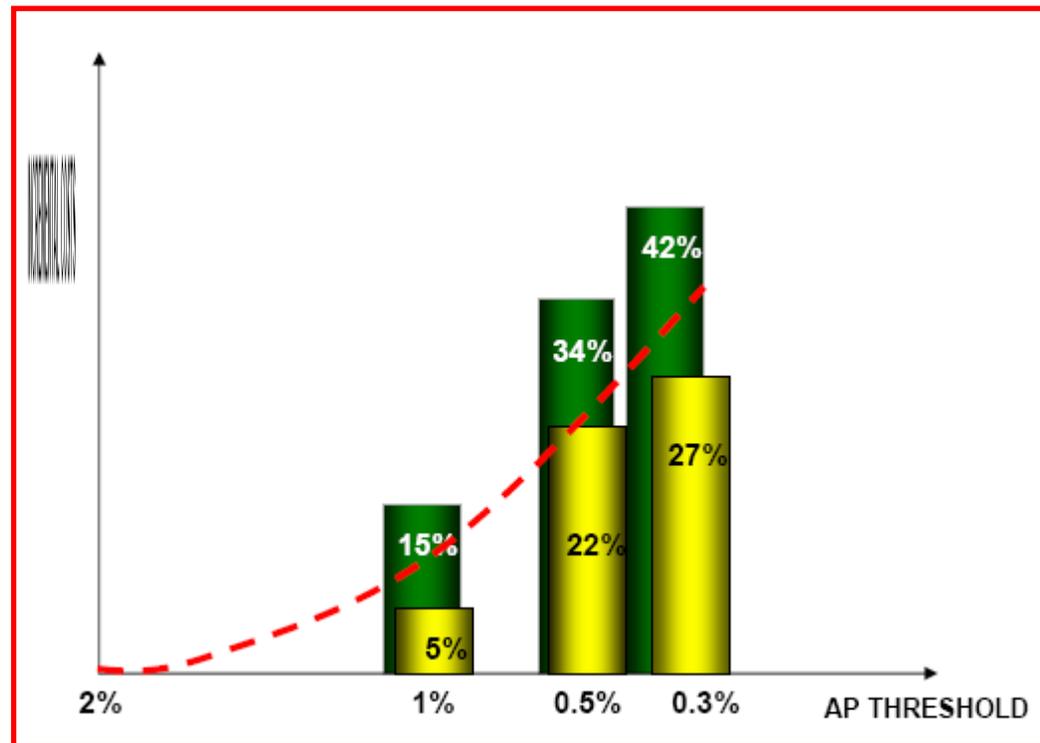
- Comunicazione “Scienze della Vita e Biotecnologie. Una strategia per l’Europa”. 2002 (Azione 17)
- Raccomandazione n° 556. 2003

Il contesto

- I **flussi produttivi** sono “**canalizzati**” attraverso filiere separate con metodi “identity preserved” finalizzati a minimizzare le commistioni di prodotto dai diversi canali

- L'adozione di limiti o **soglie di tolleranza** è elemento “**strutturale**”

- la grandezza del limite è responsabile dei costi, della convenienza ed infine della **fattibilità** stessa di una agricoltura “coesistente”



- Le principali “fonti” della **presenza accidentale di GMO** sono stati individuati in:
 - ~ “impurità” delle sementi utilizzate,
 - ~ impollinazione incrociata,
 - ~ presenza di piante “volontarie” da colture precedenti
 - ~ processi di raccolta-ammassamento-condizionamento e redistribuzione delle *commodities* agricole

- L'importanza relativa di ciascuno dei fattori è fortemente dipendente dalla specie coltivata e dalle caratteristiche del sistema agricolo in atto
- **nel mais**, specie allogama, monoica, a fecondazione anemofila, il **“gene flow” dovuto alla mobilità del polline** è la principale causa di commistione

Fonti di “contaminazione”	Colza (completamente fertile)	Mais
Semi	0.3%	0.3%
Semina	0%	0%
Coltivazione	0%	0%
Impollinazione da campi OGM	0.2%	0.2%
Spontanee (anno prec)	0.2%	0%
Raccolto	0.01%	0.01%
Trasporto	0.05%	0.01%
Conservazione	0.05%	0.05%
% finale	0.81%	0.57%

La fecondazione nel mais

Allogama (fecondazione incrociata)
Monoica (infiorescenza maschile e femminile separate sulla stessa pianta)

Ogni pianta produce 6-10 milioni di granuli di polline
6-800 "sete" da altrettanti ovuli

Rapporto sete/polline 1:10000

Polline

- trasportato dal vento
- Vitalità 1-3h (in dipendenza da T e UR)
- Dimensione e peso elevati vs altre anemofile
 - **Capacità di "libera" percorrenza** comunque notevole:
72-88% a 6-8m, 5% a 30-60m, 1% a....
 - **Capacità di fecondazione (outcrossing)** molto inferiori

pennacchio



sete



OBIETTIVI DELLA SPERIMENTAZIONE

VALUTARE nell'ambiente padano (specifico per condizioni climatiche, ambientali ed agronomiche) **L'ENTITÀ DELL'OUTCROSSING** a diverse distanze da una fonte di mais "marcatore"

a Nelle condizioni di **maggior favore per la diffusione del polline** e la fecondazione incrociata

b In presenza di **fattori di disturbo** facilmente ottenibili nella pratica agronomica, quali:

- **aree di separazione** "vuote" tra le colture
- **aree cuscinetto** (buffer areas) tra le colture marcatore e ricevente
- **Sfasatura** dell'epoca di **fioritura**

GLI ESPERIMENTI

Sono stati utilizzati **MAIS CONVENZIONALI** con **diverso colore della granella:**



Marcatore (dominante)

Ricevente (recessivo)

a

GIALLO

su

BIANCO

b

ROSSO

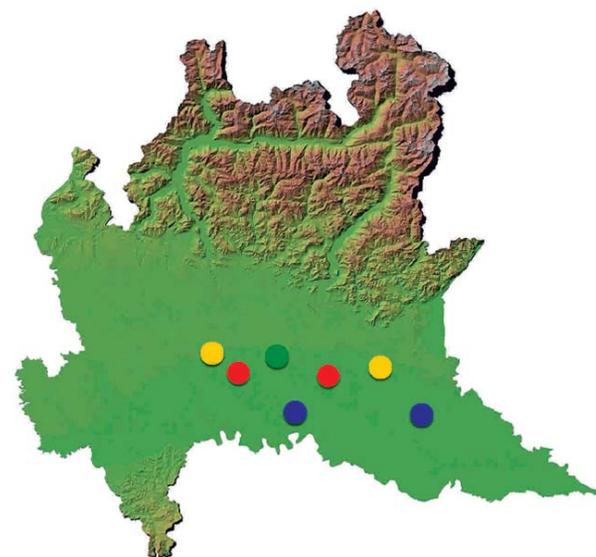
su

GIALLO



GLI ESPERIMENTI

ESPERIMENTO	LOCALITA'	VARIETA' MARCATRICI	VARIETA' RICEVENTI	DIMENSIONE CAMPO
TIPO 1	Marcaria (MN)	COSTANZA ELEONORA	PR32B10 DAMIANA	9 ha
	Pizzighettone (CR)	LOLITA COSTANZA PR31K18	PR32B10 DAMIANA	7 ha
TIPO 2	Visano (BS)	COSTANZA ELEONORA	PR32B10	9 ha
	Carpiano (MI)	COSTANZA ELEONORA	PR32B10	5 ha
TIPO 3	Ticengo (CR)	COSTANZA ELEONORA	PR32B10	3 ha
TIPO 4	Aspice (CR)	B73xMo17 purple	DKC6040 DKC6530 DK440 ELEONORA	0,5 ha 3 repliche
	Tavazzano (LO)	B73xMo17 purple	PR33A46 COSTANZA PR36B08 ELEONORA	0,5 ha 3 repliche

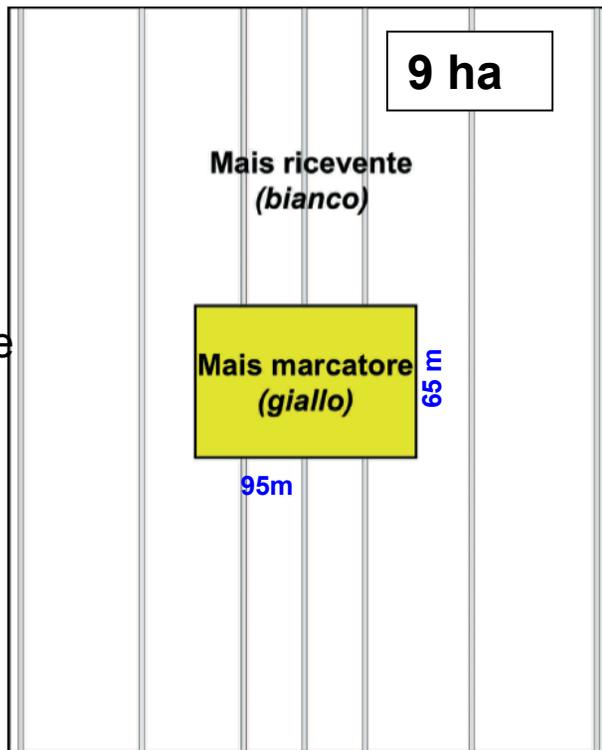


ESPERIMENTI DI TIPO 1 E 4

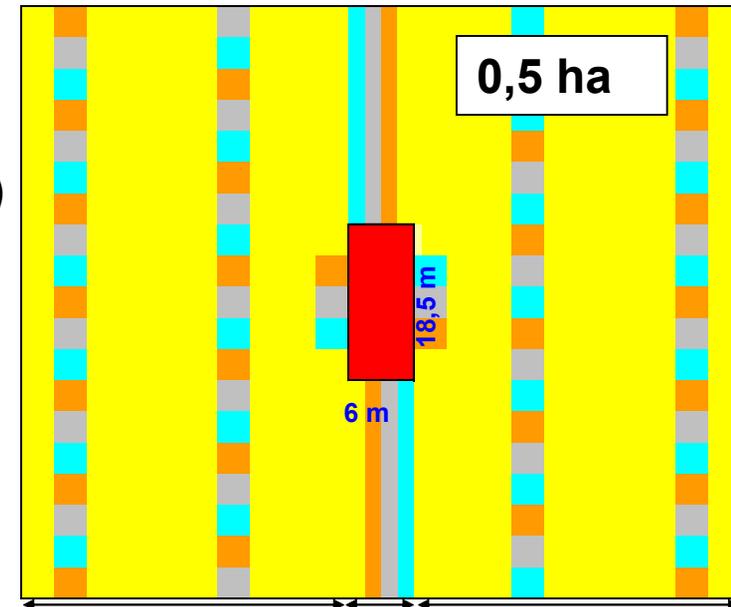
A condizioni di maggior favore per la diffusione del polline

- marcatore al centro degli appezzamenti
- ricevente contiguo al marcatore
- contemporaneità di fioritura
- ampliamento “ombrello” di polline marcatore

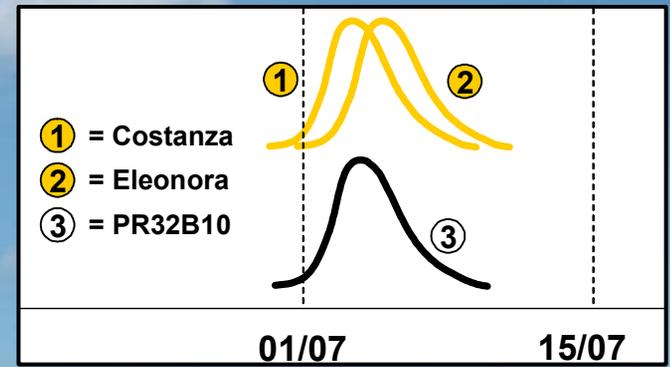
Tipo 1
(2 loc)
Marcaria
Pizzighettone



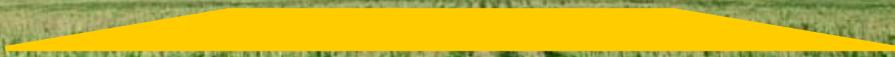
Tipo 4
(2 loc, 3 rep)
Aspice
Tavazzano



Marcaria (MN)



giallo



bianco

RISULTATI EXP TIPO 1

**MEDIA 2
località**

Marcaria

Pizzighettone

metri*

Media

SW

SE

NO

NE

Media

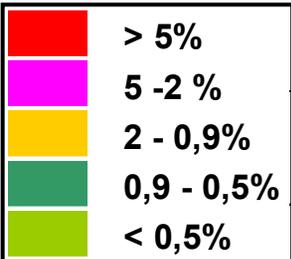
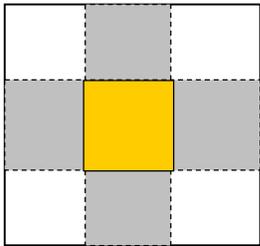
SE

SO

NO

NE

0,9 %

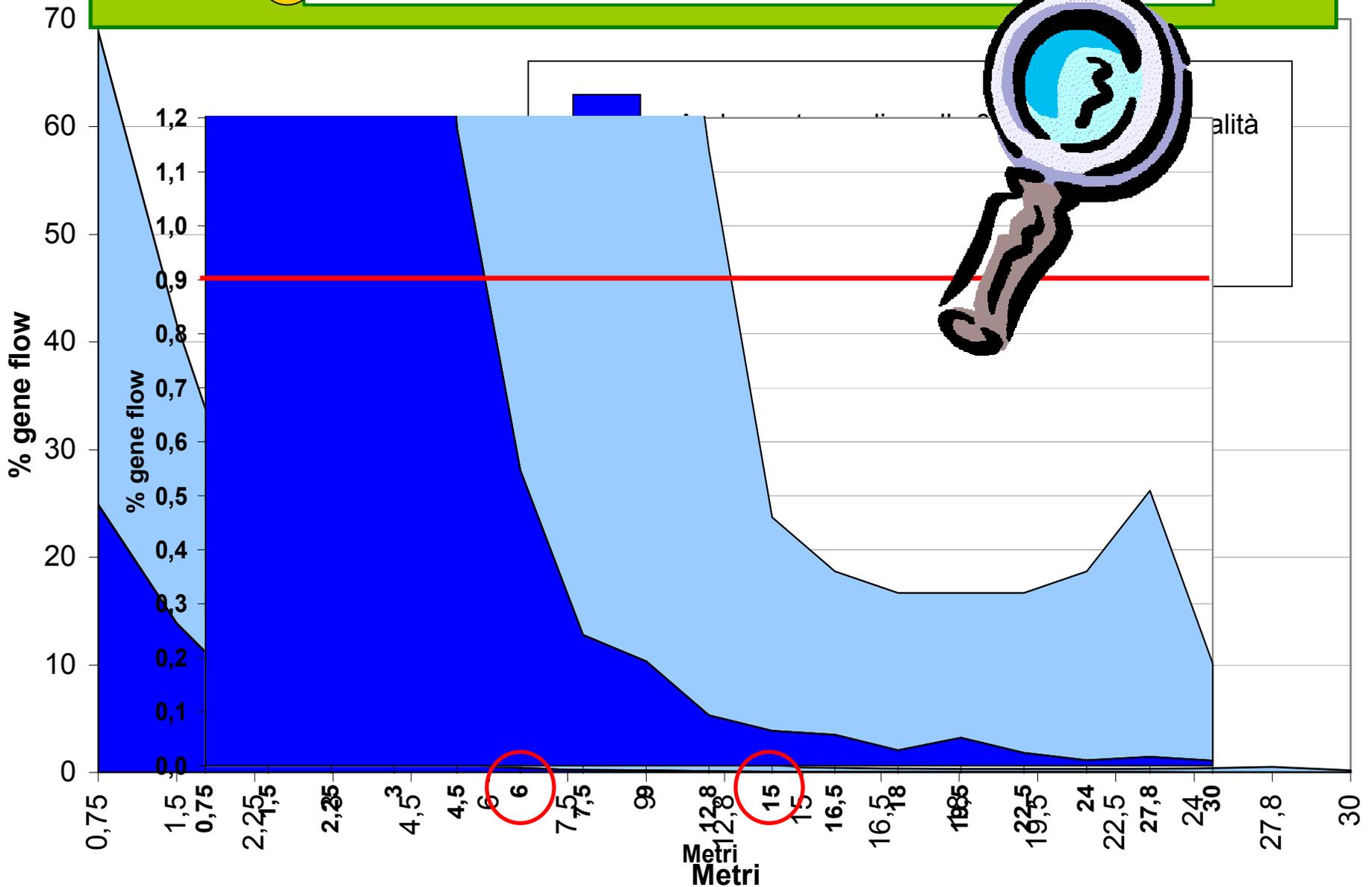


2	19,28%	28,18%	23,33%	49,54%	22,08%	10,73%	10,37%	3,55%	21,31%	8,53%	4,13%
4	2,72%	3,84%	4,94%	3,85%	0,83%	3,44%	1,59%	1,60%	0,52%	0,21%	1,80%
6	2,11%	3,90%	8,22%	0,91%	0,68%	0,91%	0,32%	0,30%	0,28%	0,32%	2,60%
8	1,25%	1,28%	1,80%	0,41%	0,48%	0,23%	0,57%	0,28%	0,05%	0,07%	0,95%
10	0,78%	0,98%	1,21%	0,41%	0,48%	0,23%	0,57%	0,28%	0,05%	0,07%	0,39%
12	0,90%	1,57%	0,59%	3,47%	0,41%	0,48%	0,23%	0,05%	0,32%	0,07%	0,39%
14	0,30%	0,36%	0,36%	0,87%	0,32%	0,16%	0,13%	0,02%	0,28%	0,06%	0,12%
16	0,42%	0,69%	0,71%	1,59%	0,33%	0,09%	0,16%	0,19%	0,09%	0,02%	0,02%
18	0,25%	0,42%	0,68%	1,22%	0,54%	0,14%	0,10%	0,09%	0,09%	0,02%	0,02%
20	0,17%	0,28%	0,36%	0,87%	0,32%	0,16%	0,10%	0,26%	0,15%	0,05%	0,09%
25	0,30%	0,47%	0,36%	0,87%	0,32%	0,16%	0,10%	0,26%	0,15%	0,05%	0,09%
30	0,30%	0,50%	0,41%	1,22%	0,54%	0,14%	0,10%	0,19%	0,09%	0,02%	0,02%
35	0,23%	0,35%	0,36%	0,81%	0,17%	0,09%	0,10%	0,26%	0,15%	0,05%	0,09%
40	0,20%	0,29%	0,30%	0,74%	0,14%	0,23%	0,12%	0,14%	0,09%	0,06%	0,14%
45	0,17%	0,29%	0,30%	0,54%	0,16%	0,27%	0,06%	0,14%	0,09%	0,06%	0,14%
50	0,15%	0,21%	0,30%	0,44%	0,08%	0,18%	0,08%	0,05%	0,08%	0,02%	0,09%
55	0,18%	0,27%	0,16%	0,33%	0,09%	0,07%	0,08%	0,23%	0,00%	0,04%	0,05%
60	0,19%	0,21%	0,26%	0,23%	0,08%	0,09%	0,16%	0,12%	0,08%	0,31%	0,05%
65	0,28%	0,45%	0,11%	0,49%	0,10%	0,09%	0,11%	0,07%	0,02%	0,01%	0,11%
70	0,25%	0,39%	0,39%	0,22%	0,08%	0,08%	0,12%	0,12%	0,11%	0,02%	0,02%
75	0,16%	0,22%	0,24%	0,24%	0,24%	0,24%	0,09%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%
80	0,13%	0,18%	0,14%	0,14%	0,24%	0,24%	0,08%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%
85	0,22%	0,40%	0,10%	0,10%	0,35%	0,35%	0,03%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%
90	0,33%	0,27%	0,15%	0,15%	0,23%	0,23%	0,39%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%
95	0,20%	0,30%	0,10%	0,10%	0,21%	0,21%	0,09%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%
100	0,16%	0,23%	0,23%	0,23%	0,23%	0,23%	0,10%	0,12%	0,11%	0,11%	0,02%

Mais ricevente (bianco)

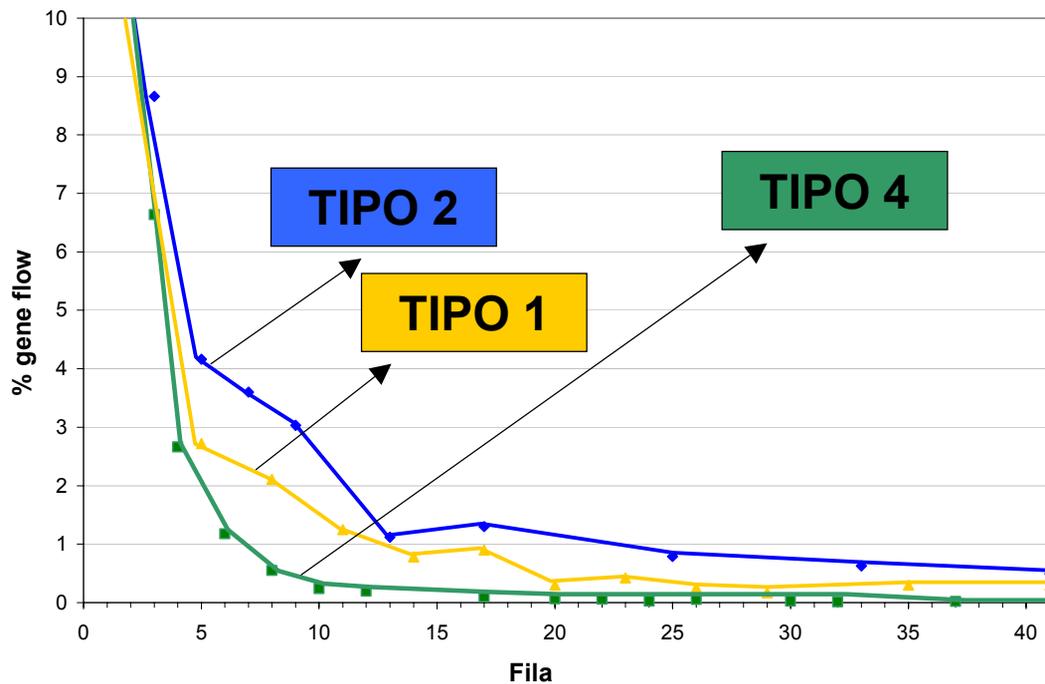
ESPERIMENTI DI TIPO 4

A Condizioni di maggior favore per la diffusione del polline



COMPARAZIONE RISULTATI TIPO 1, 2 E 4

A Condizioni di maggior favore per la diffusione del polline

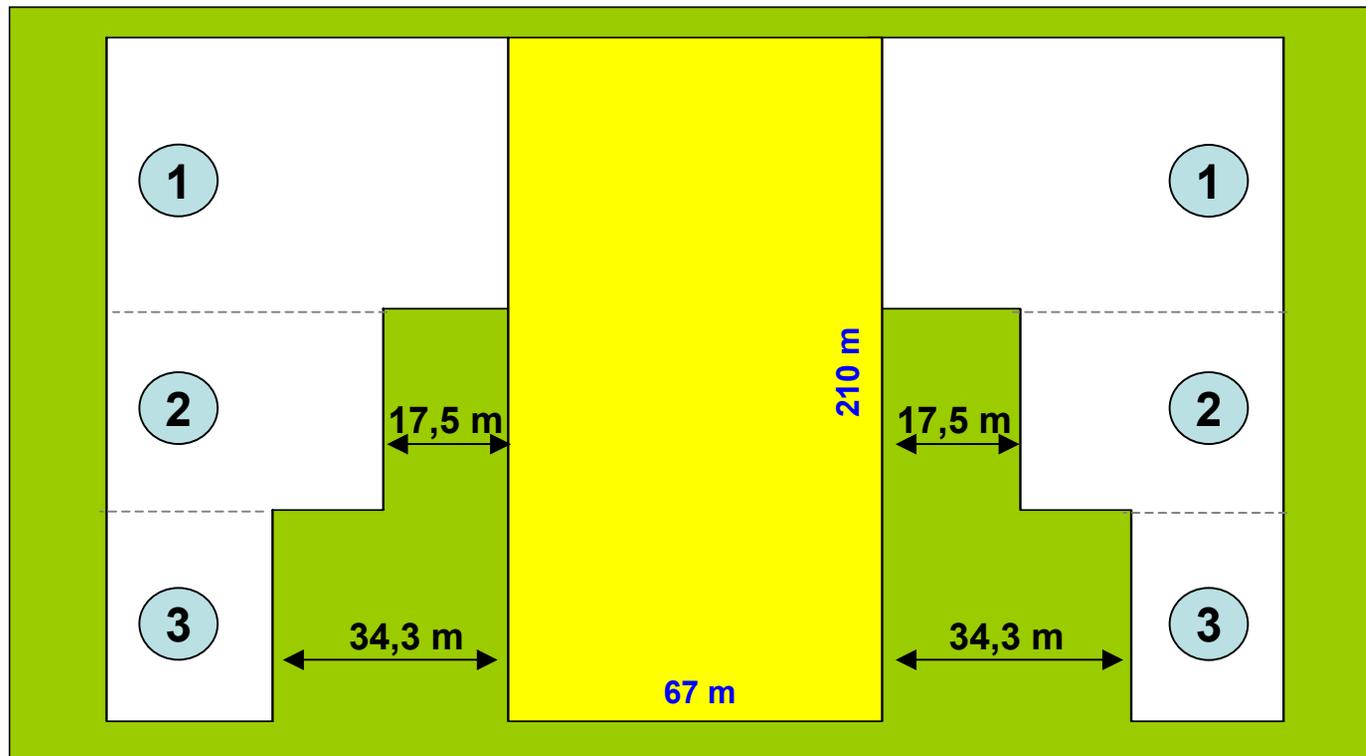


Esperimento	rapporto	Larghezza fascia critica		concentrazione oltre fascia critica		
	m/r	Media	max	larghezza (m)	valore medio	slope decremento
TIPO 1	8%	14	23	80	0,2	
TIPO 2	50%	17,5	30	40	0,5	
TIPO 4	2%	6,8	14*	21-23	0,1	

ESPERIMENTI DI TIPO 2

B1 Fattore di disturbo: AREE DI SEPARAZIONE

- marcatore al centro degli appezzamenti
- ricevente
 - ① - **Contiguo** al marcatore
 - ② - Separato da uno **spazio di 17,5 m** (24 file)
 - ③ - Separato da uno **spazio di 34,3m** (48 file)



2 località
Carpiano (MI) 4,8 ha
Visano (BS) 8,8 ha

bianco

giallo

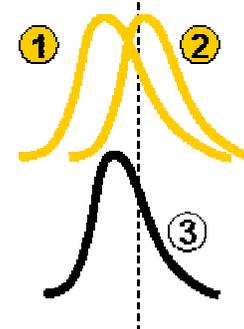
3
34,3 m

2
17,5 m

1
0 m

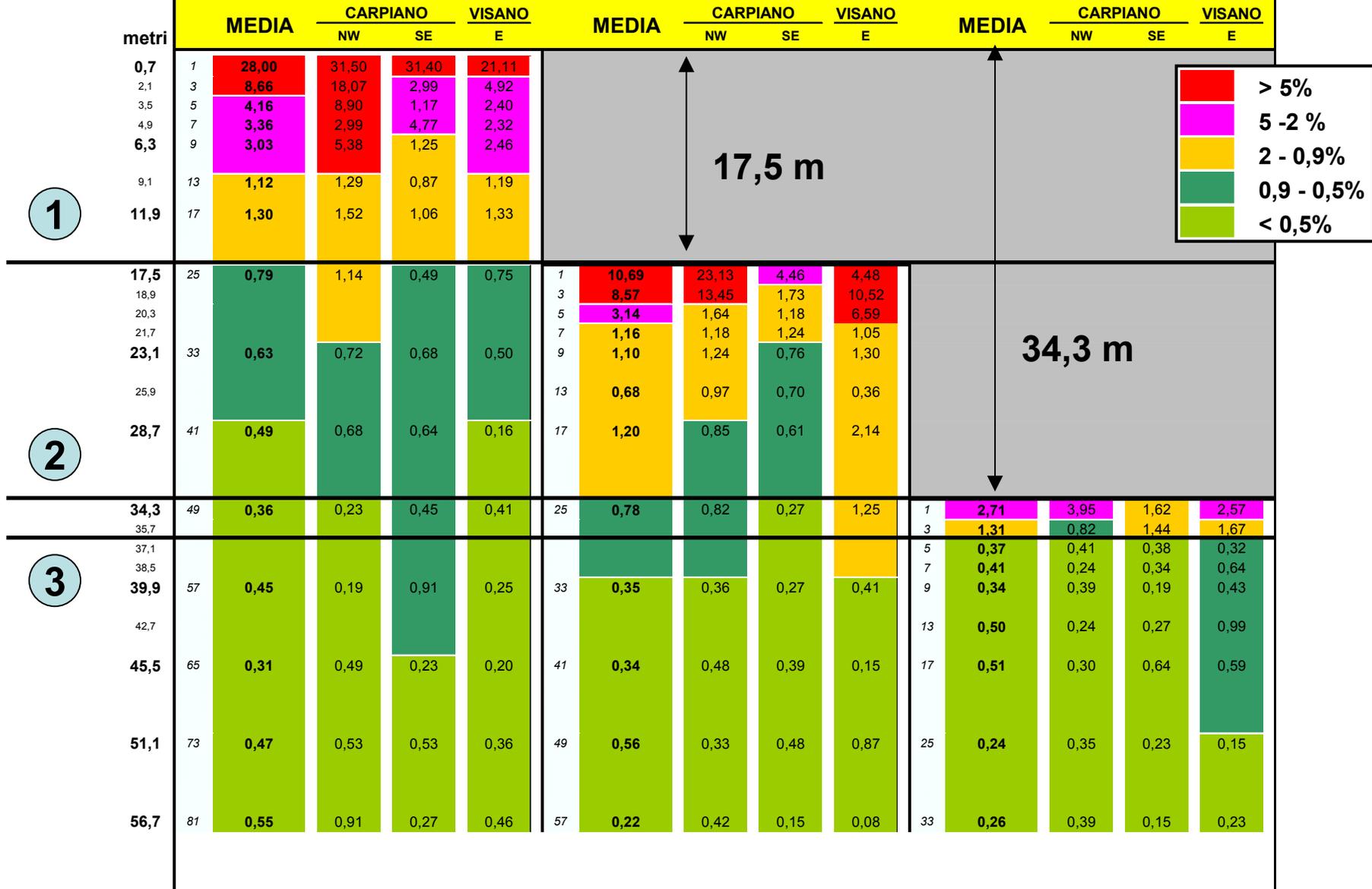
Visano (BS)

- ① = Costanza
- ② = Eleonora
- ③ = PR32B10

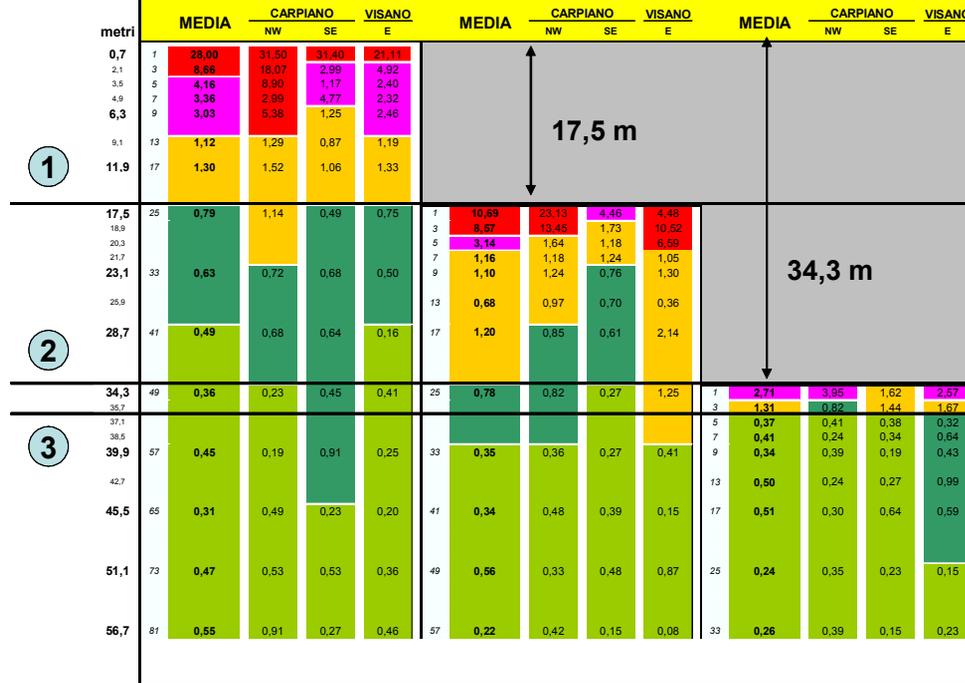


01/07

RISULTATI EXP TIPO 2



RISULTATI EXP TIPO 2



▪ **Settore 1 (area cuscinetto)** Mais bianco raccogliabile a **17,5 m** dal mais marcatore

▪ **Settore 2 (24 file vuote)** Mais bianco raccogliabile a **34,3 m**

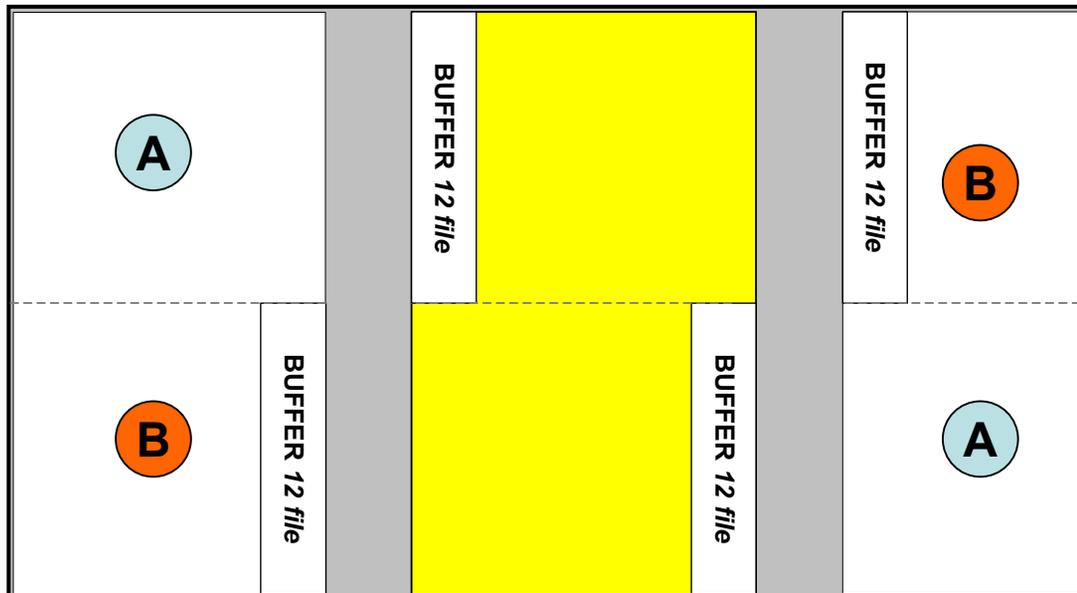
▪ **Settore 3 (48 file vuote)** Mais bianco raccogliabile a **37,1 m**

▪ In tutti i settori le **prime 4** file di mais bianco sempre molto critiche

ESPERIMENTI DI TIPO 3

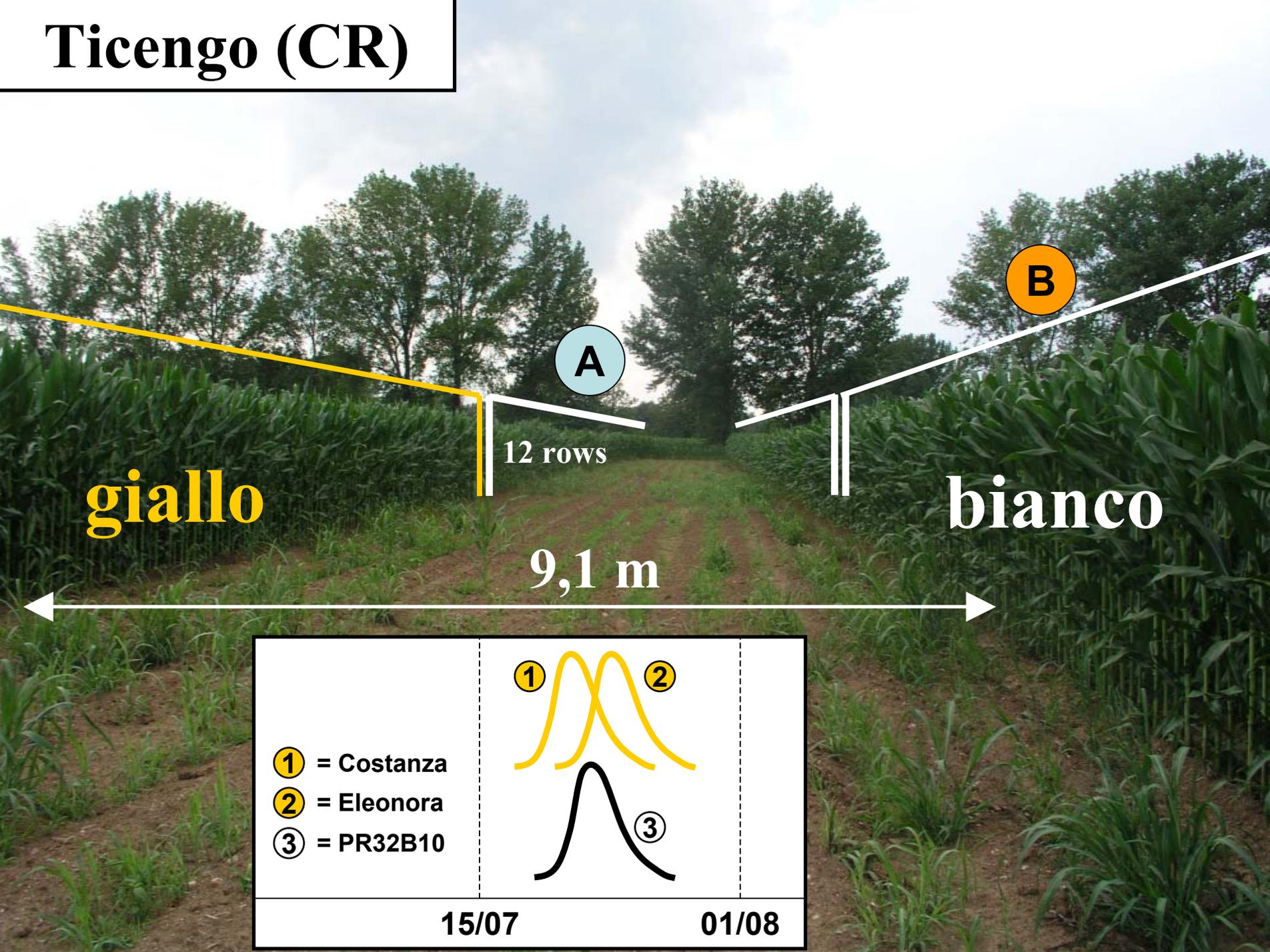
B2 Fattore di disturbo: **INTERPOSIZIONE DI AREE TAMPONE (BUFFER AREAS)**

- marcatore al centro degli appezzamenti
- “cavedagna” di **separazione di 9 m**
- **Aree tampone di 12 file** di mais “recessivo”
 - Sul marcatore (situazione **A**)
 - Sul ricevente (situazione **B**)



1 località
Ticengo (CR)
2,9 ha

Ticengo (CR)



giallo

bianco

12 rows

9,1 m

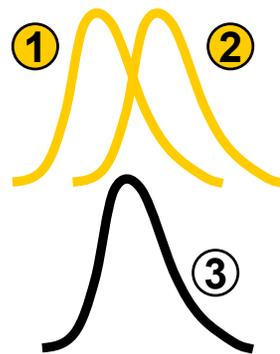
A

B

① = Costanza

② = Eleonora

③ = PR32B10



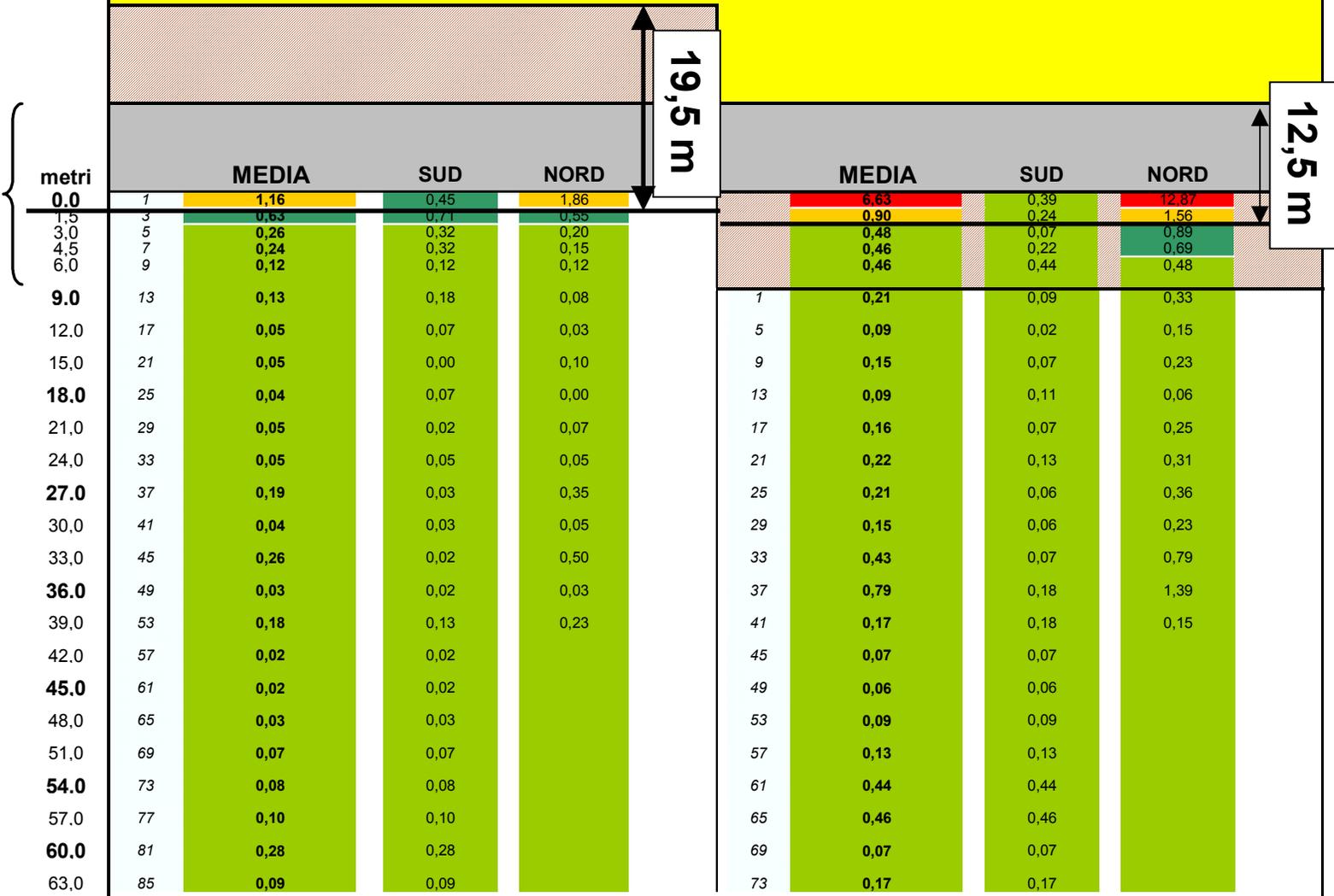
15/07

01/08

RISULTATI EXP TIPO 3

A

B



↑
BUFFER
12 file

	> 5%
	5 - 2 %
	2 - 0,9%
	0,9 - 0,5%
	< 0,5%

ESPERIMENTI DI TIPO 3

B2 Fattore di disturbo: **INTERPOSIZIONE DI AREE TAMPONE** (*BUFFER AREAS*)

▪ **Posizionamento BUFFER più efficace in Situazione B** vs situazione A:

A

Mais bianco **raccogliabile (<0,9%) a 19,5m** dal mais marcatore

B

Mais bianco raccogliabile a **12,5m** dal mais marcatore

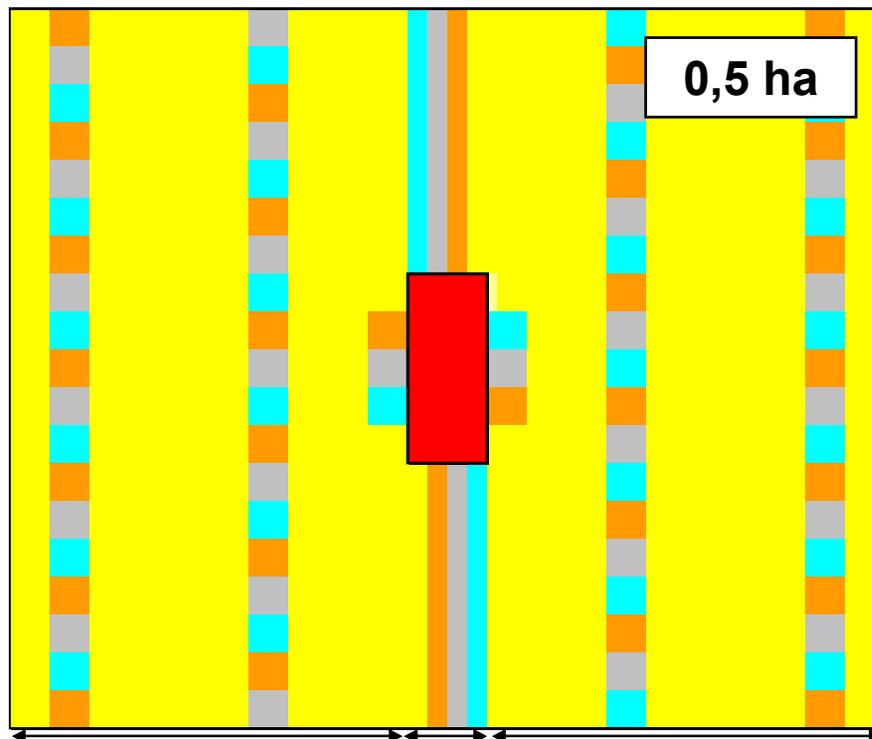
▪ Nelle produzioni “*identity preserved*” (*waxy*, mais da seme,...) è normale la raccolta separata delle file esterne de campi “sensibili” (**Situazione B**)

▪ Nel caso **OGM - NON OGM** è più pratica l'adozione di un'area tampone posizionata a ridosso della coltivazione meno sensibile (OGM) (**Situazione A**)

ESPERIMENTI DI TIPO 4

B3 Fattore di disturbo: **SFASATURA DELL'EPOCA DI FIORITURA**

- *mais purple* marcatore al centro degli appezzamenti
- **mais giallo a fioritura contemporanea a tutto campo**
- varietà **precoci e tardive** distribuite a diverse distanze dall'emettitore



2 località

Aspice (CR)

Tavazzano (LO)

6 repliche

-  = *fioritura contemporanea*
-  = *fioritura contemporanea*
-  = *varietà precoce*
-  = *varietà tardiva*

RISULTATI EXP TIPO 4

File-Metri									
1	0,75	2,09	6,04	19,46	20,05	34,07	26,00	23,31	24,96
2	1,5	0,87	4,15	12,60	14,55	15,87	12,37	13,41	7,93
3	2,25	0,96	1,75	6,46	4,65	8,27	7,17	5,07	3,29
4	3	0,21	1,44	2,97	1,99	3,07	2,63	1,98	1,31
6	4,5	0,15	0,12	1,00	1,27	1,52	0,94	0,88	0,35
8	6	0,06	0,09	0,50	0,52	0,68	0,49	0,36	0,44
10	7,5	0,05	0,08	0,17	0,31	0,38	0,11	0,12	0,70
12	9	0,02	0,04	0,36	0,16	0,13	0,13	0,04	0,67
17	12,75	0,00	0,01	0,15	0,05	0,10	0,07	0,02	0,08
20	15	0,00	0,03	0,07	0,04	0,05	0,10	0,03	0,00
22	16,5	0,03	0,04	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,10
24	18	0,00	0,03	0,07	0,01	0,04	0,00	0,05	0,00
26	19,5	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,09	0,05	0,01
30	22,5	0,00	0,01	0,04	0,01	0,05	0,00	0,01	0,00
32	24	0,09	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01
37	27,75	0,03	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00
gg sfasatura		- 6	- 4	- 2	± 1	±1	+ 3	+ 4	+ 5



▪ Differenze di fioritura pari a giorni:

3 = No variazioni significative

4-5 = Riduzione del 25% della larghezza della fascia critica (>0,9%)

6 = Riduzione del 50% della larghezza della fascia critica

▪ **ANTICIPO** di fioritura più efficace del ritardo di fioritura

ESPERIMENTI DI TIPO 1, 2, 3

PRESENZA DI “HOT SPOT” (punti caldi)

Negli esperimenti su scala aziendale, sono state rilevate (e computate nelle medie), **nelle aree esterne alle fasce critiche, singole piante e piccole aree con % di *outcrossing* rilevanti (>0,9%)** (in gergo “*hot spot*”)

▪ **Singole piante** = Piante **fuori tipo** e piante **self** sensibilmente **più tardive**

▪ **Piccole aree** = Piante **stressate** (acqua, destrutturazione del terreno, ombreggiamento) con **ritardo di fioritura** e **accentuata proterandria**

CONCLUSIONI

1

- L'entità e la distanza alle quali il **FLUSSO GENICO** è rilevabile sono significativamente inferiori a quanto atteso sulla base della semplice capacità di spostamento del polline

- La “**forza**” più rilevante per il contenimento del flusso genico è il **GRADO DI COMPETIZIONE** per la fecondazione delle sete recettive che si instaura tra il polline “locale” ed il polline esterno dai campi limitrofi

(produzione seme, *H.O. Topcross*, indicativi dell'assenza di competizione)

CONCLUSIONI

2

- La **NUVOLA DI POLLINE** a presidio dei campi “riceventi”
 - limita alle **prime 2-3 file** contigue la fecondazione incrociata (20-50%)
 - **contiene la larghezza della fascia critica tra 10 e 20m**,
“normalizzando” le diverse condizioni ambientali (vento *et al.*) rilevate in 19 “lati” di 7 località

- Per la **SEPARAZIONE DELLE COLTIVAZIONI** è più efficace:
 - l'utilizzo di “**buffer areas**” (attive per emissione di polline “bianco”)
VS l'interposizione di **spazi vuoti** (inerti);
 - il posizionamento delle aree cuscinetto **a ridosso del mais ricevente**
VS il posizionamento **a ridosso del mais marcatore**

CONCLUSIONI **3**

- L'utilizzo di varietà con **PERIODO DI FIORITURA NON COINCIDENTE** è un mezzo **efficace** per ridurre l'*outcrossing*;
 - **effetti significativi a partire da** uno sfasamento di fioritura di **6 giorni** (riduzione del 50% della fascia critica)
 - Le coltivazioni **fiorite più precocemente** rispetto all'emettitore sembrano **meglio protette VS** quelle fiorite **più tardivamente**

- Il fenomeno degli ***HOT SPOT*** è stato riscontrato in condizioni di **diminuita capacità competitiva del polline** "bianco" in **singole piante** fuori tipo **tardive** ed in **piccole aree** soggette a multistress, con piante proterandriche **non "coperte" dalla nuvola pollinica "locale"**