



G.I.R.A. - Gestione Integrata Rischio Aflatossine

**Prevenzione, monitoraggio, gestione del rischio aflatossine in mais e prove di
decontaminazione con O₃**

Giorgio Ragaglini
ISV-Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa



Obbiettivi

Obbiettivo 1 – sviluppo di protocolli di difesa e verifica dell'efficacia di sistemi due **Sistemi di Gestione del rischio Fitosanitario** in fase di coltivazione:

- a) controllo biologico con **ceppo non tossigeno di *A. flavus* AFX1** (SGF_AFX1);
- B)trattamento con **acqua elettrolizzata con ipoclorito di potassio** (SGF_EW) tramite irrigazione per aspersione;

Obbiettivo 2 - sviluppo ed attuazione di **protocolli per l'ottimizzazione del monitoraggio della contaminazione da AF**

Obbiettivo 3 - sviluppo ed attuazione **di protocolli per la decontaminazione della granella tramite l'utilizzo dell'ozono in fase di stoccaggio in silos;**

Obbiettivo 4 - verifica dell'**efficacia delle tecniche di abbattimento della tossicità da micotossine sulla granella di mais in ambito zootecnico**

Azione 3. Gestione agronomica delle prove

Partner attuatore: A18.1-SSSUP

Obiettivi:

- i) confronto tra sistemi di gestione del rischio fitosanitario della coltura;
- ii) Calibrazione del DDS (Azione 5 - Horta)
- iii) interpretazione delle immagini telerilevate (Azione 6).

Azione 3. Gestione agronomica delle prove

1 prova parcellare e 2 prove di pieno campo effettuate presso le aziende agricole per il confronto di diverse strategie di difesa da infezione di *A. flavus*, seguendo i protocolli colturali adottati nell' Azione 2.



Azione 3. Gestione agronomica delle prove

L'azione si articolerà in 3 sottoazioni:

1-Allestimento e mantenimento della prova parcellare (**Partner attuatore: A18.1**)

2-Installazione dell'equipaggiamento per la produzione di acqua elettrolizzata KClO (**Partner attuatore: A18.1**)

3-Gestione sperimentale, monitoraggio ed analisi dei risultati delle prove agronomiche (**Partner attuatore: A18.1**)

***Azione 3.* Gestione agronomica delle prove**

Prova parcellare presso CIRAA in cui sono considerati i seguenti fattori:



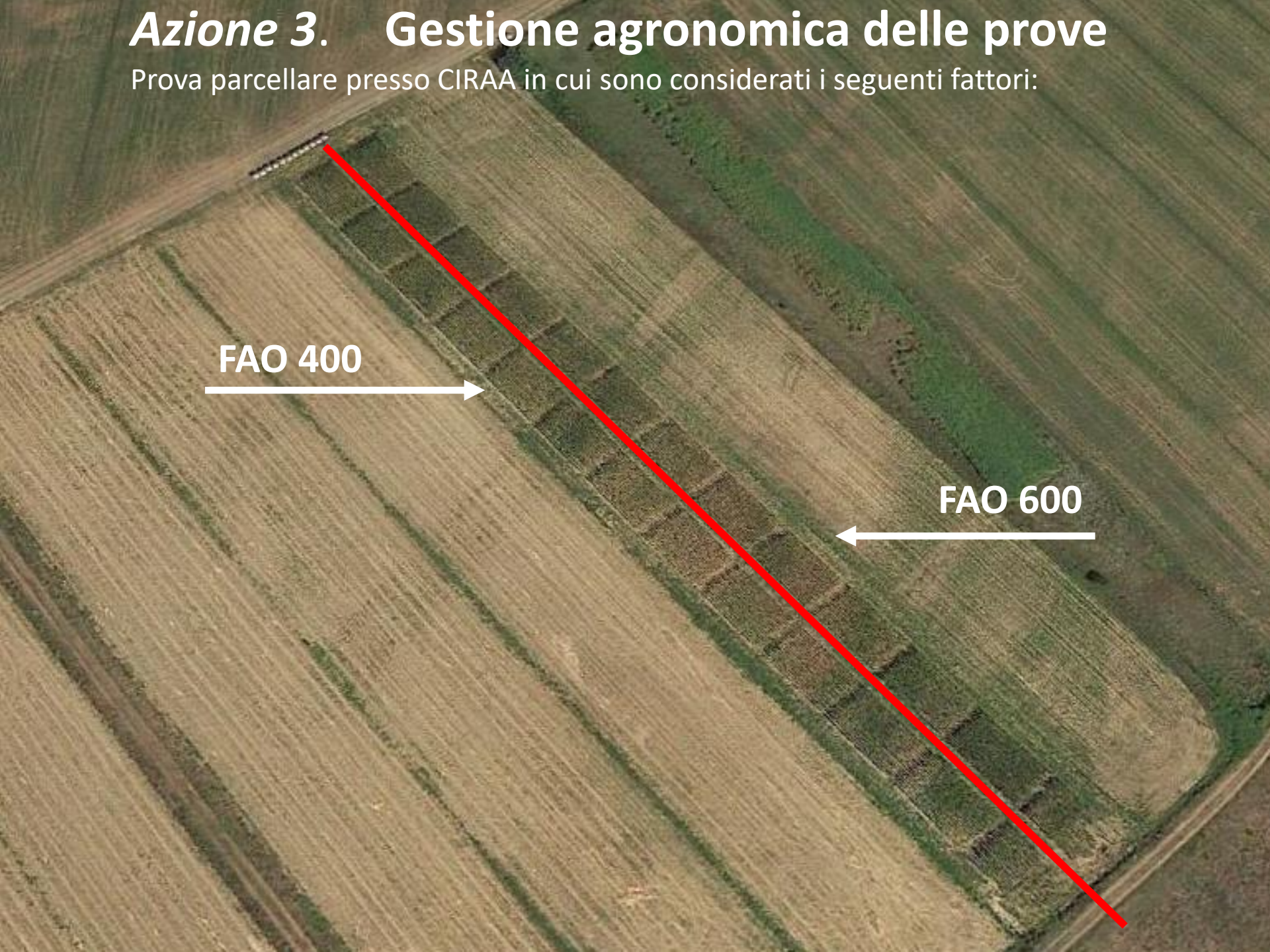
Azione 3. Gestione agronomica delle prove

Prova parcellare presso CIRAA in cui sono considerati i seguenti fattori:

FAO 400



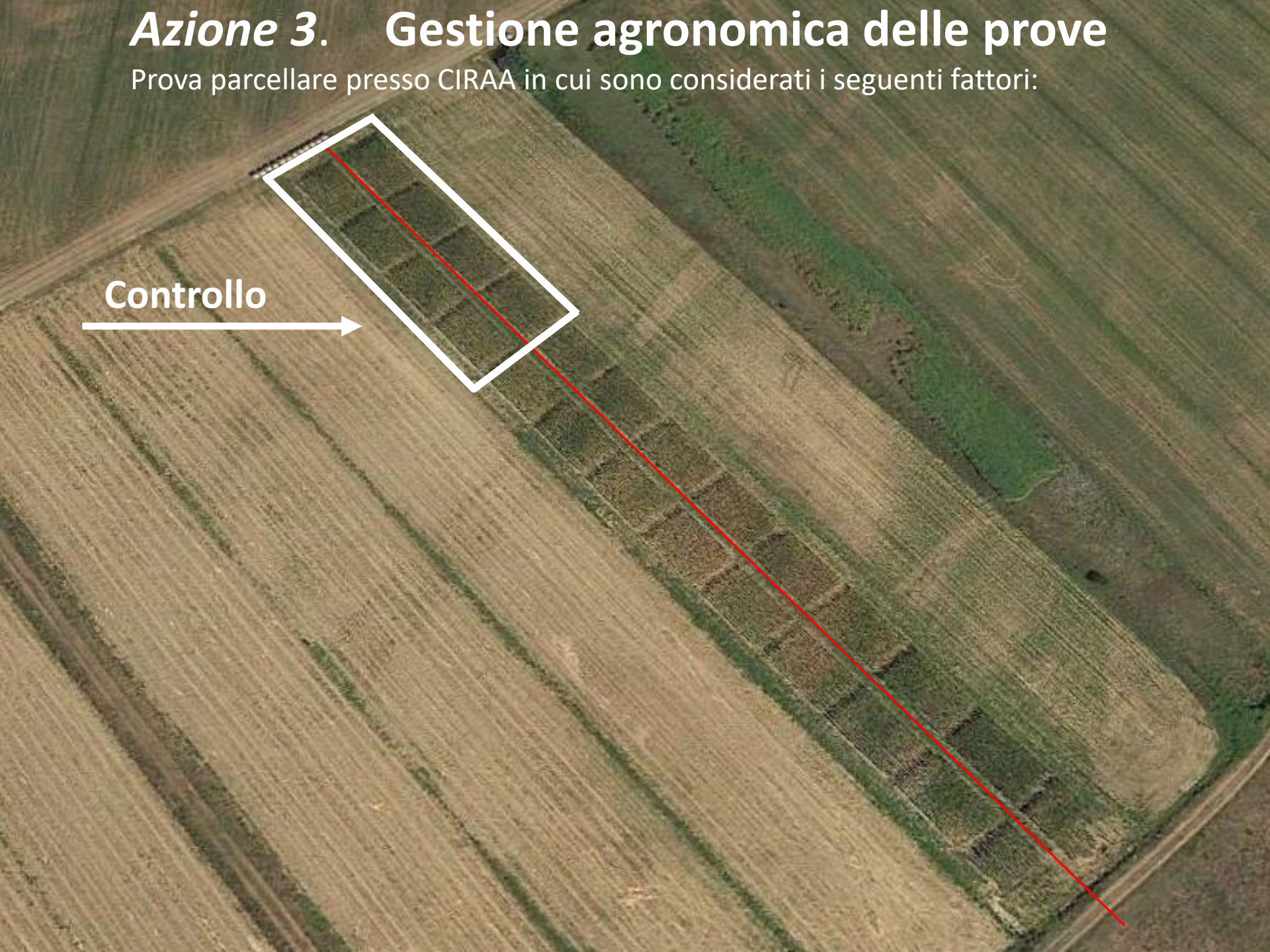
FAO 600



Azione 3. Gestione agronomica delle prove

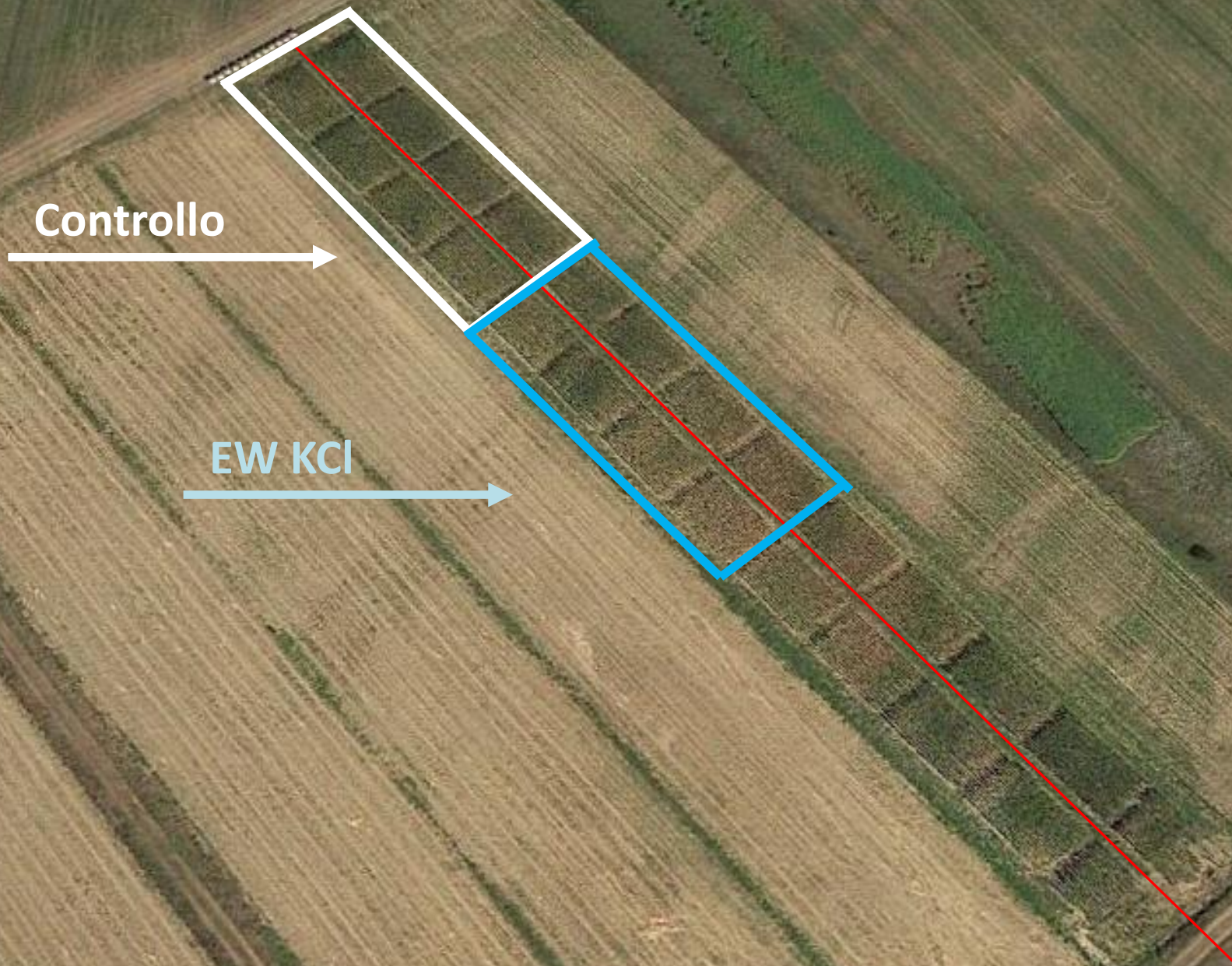
Prova parcellare presso CIRAA in cui sono considerati i seguenti fattori:

Controllo



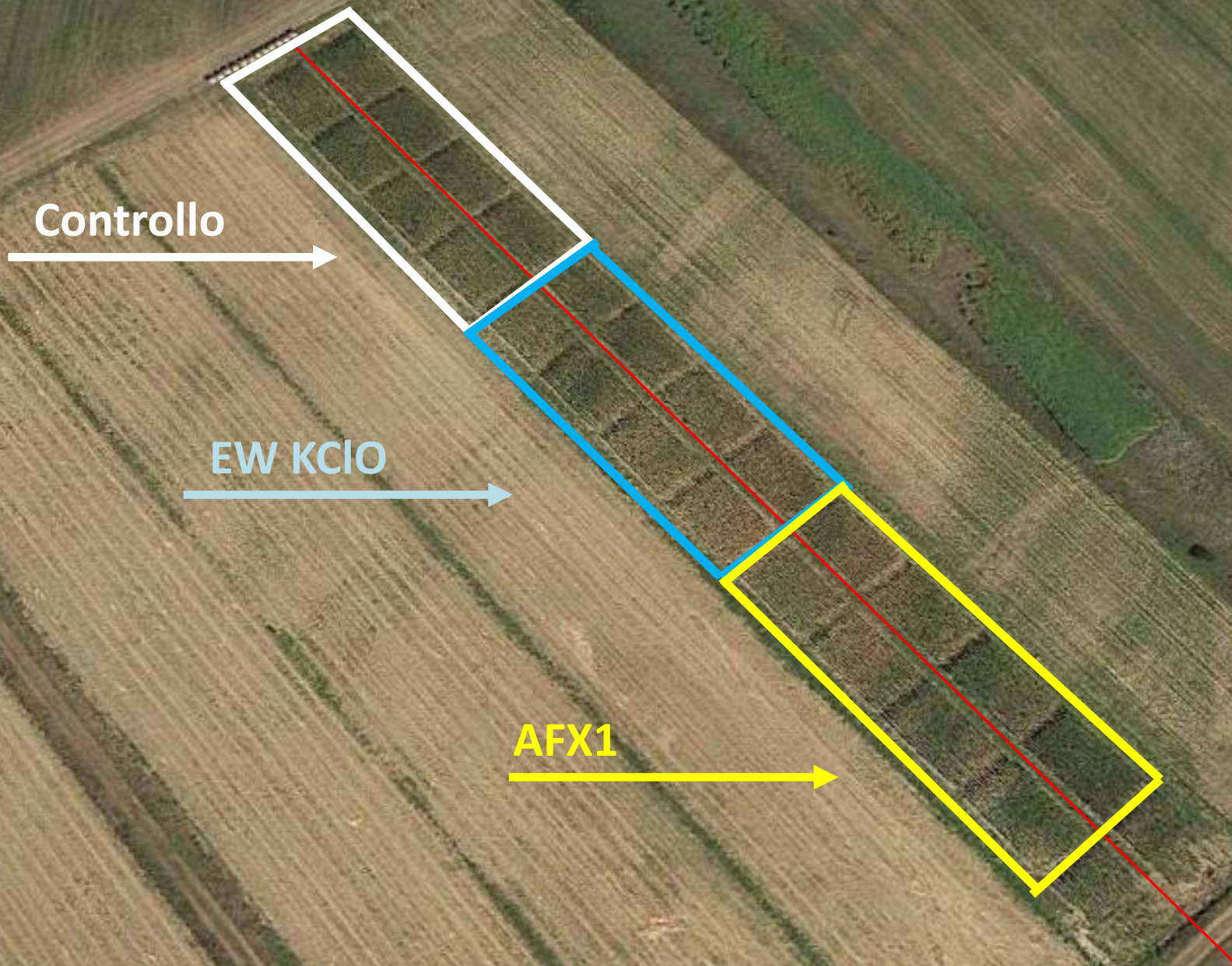
Azione 3. Gestione agronomica delle prove

Prova parcellare presso CIRAA in cui sono considerati i seguenti fattori:



Azione 3. Gestione agronomica delle prove

Prova parcellare presso CIRAA in cui sono considerati i seguenti fattori:



Installazione dell'equipaggiamento per la produzione di acqua elettrolizzata KClO



Modello:	EVA 100 mod. 34000087
Capacità Produzione:	circa 100 litri di soluzione in acqua a circa 4 g/l di cloro attivo equivalente, con 2 ore di ciclo operativo
Concentrazione di cloro attivo:	circa 0.4 % (4.000 ppm)
Connessione elettrica:	220-230 VAC, 50-60 Hz, singola fase, terra, 16A
Temperatura ambiente:	min 5°C, max 40°C
Umidità relative ambiente:	max 95% (senza condensa)
Altitudine:	0-2000 m sopra livello del mare
Consumo di sale:	1,5 kg di KCl per ciclo
Consumo di acqua:	Circa 100 l per ciclo
Temperatura acqua di processo:	< 30°C
Potenza impiegata	circa 3 kWh
Ingombri:	82 cm x 55 cm x 150 cm (LxPxH)
Peso:	circa 93 Kg (vuota), circa 193 Kg (piena)
Livello di pressione sonora:	< 72 dB(A) a 1 m di distanza
Vibrazioni:	Praticamente assenti
L'unità è predisposta per un utilizzo stazionario; non è utilizzabile in movimento.	

***Azione 4.* Gestione prove di campo presso aziende agricole**

L'azione 4 prevede l'allestimento e il mantenimento per le annate 2016 e 2017 di campi prova presso aziende agricole in 2 diverse località tra le province di Pisa e Lucca.

In ogni località saranno confrontate due varietà di mais (FAO 400 e FAO 600) per una superficie complessiva di circa 2 ettari.

In più in ogni località e su entrambe le varietà è previsto, come da azione 3, l'adozione del Sistema di Gestione del rischio Fitosanitario **SGF_AFX1**, basato sull'uso di AFX1, a confronto con un controllo in cui non sono previsti trattamenti.

***Azione 4.* Gestione prove di campo presso aziende agricole**

Le prove saranno condotte presso due aziende incluse nella misura 16.2 delle aree rappresentative di Lucca e Pisa, ed una esterna alla misura, localizzata nell'area di Pistoia.

L'azione è organizzata in due sottoazioni:

4.1 - Gestione prove di campo presso azienda agricola, area rappresentativa Pisa (**Partner attuatore: A7.1 Az. Agr. Martello Nadia**)

4.2 - Gestione prove di campo presso azienda agricola, area rappresentativa Lucca (**Partner attuatore: A10.1**)

Azione 6. Acquisizione immagini telerilevate per implementazione DSS

Partner attuatore: A18.1-SSSUP

In questa azione è prevista l'adozione di immagini telerilevate mediante drone per l'identificazione di aree a rischio infezione da *Apergillus flavus*.

Saranno realizzate immagini aree multi spettrali, in particolare le bande nello spettro del rosso (RED) e dell'infrarosso vicino (NIR) per la determinazione della riflettenza ed il successivo calcolo del NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), secondo la formula:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED})$$

Dove ρ_{NIR} e ρ_{RED} sono rispettivamente la riflettenza nello spettro del rosso e dell'infrarosso vicino.

2016

Az. Agr. Martello Nadia



FAO 400: Pioneer P0837

Aratura: 20 settembre 2015

Ripasso con vibrocoltivatore: 15 gennaio 2016

Diserbo dissecante 3 kg/ha Roundoup 450:
25 marzo 2016

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e
200 kg/ha Urea 46 - 15 aprile 2016

Erpicazione con erpice rotante: 16 aprile 2016

**Semina 19 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 16 aprile 2016**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 16 aprile 2016

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 25 maggio 2016

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 1 giugno 2016

Distribuzione AFX 1: 13 giugno 2016

Raccolta: 5 settembre 2016
**Produzione 70 [q.li](#)/ha al 22 % di umidità
trattato**
**Produzione 62 [q.li](#)/ha al 22 % di umidità non
trattato (maggiori danni da cinghiali).**

FAO 600: Pioneer F73

Aratura: 20 settembre 2015

Ripasso con vibrocoltivatore: 15 gennaio 2016

Diserbo dissecante 3 kg/ha Roundoup 450:
25 marzo 2016

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24 e
200 kg/ha Urea 46: 28 aprile 2016

Erpicazione con erpice rotante: 29 aprile 2016

**Semina 19 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 30 aprile 2016**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 30 aprile 2016

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 15 giugno 2016

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 20 giugno 2016

Distribuzione AFX 1: 28 giugno 2016

Raccolta: 15 settembre
**Produzione 60 [q.li](#)/ha al 24 % di umidità
trattato**
**Produzione 52 [q.li](#)/ha al 24 % di umidità non
trattato (maggiori danni da cinghiali).**

2016

Az. Agr. Cassettari



FAO 400: Pioneer P0837

Aratura: 25 Aprile 2016

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e
200 kg/ha Urea 46 - 27 aprile 2016

Erpicazione con erpice rotante: 28 aprile 2016

**Semina 18 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 3 maggio**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 3 Maggio 2016

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 10 Giugno 2016

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 15 giugno 2016

Distribuzione AFX 1: 25 giugno 2016

**1 irrigazione: 5 luglio
2 irrigazione 20 luglio
3 irrigazione 10 agosto**

**Raccolta: 30 settembre
Produzione 122 q.li/ha al 23 % di umidità
trattato
Produzione 120 q.li/ha al 23 % di umidità
non trattato**

FAO 600: Pioneer F73

Aratura: 20 settembre 2015

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24 e
200 kg/ha Urea 46: 28 aprile 2016

Erpicazione con erpice rotante: 29 aprile 2016

**Semina 18 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 10 maggio 2016**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 10 maggio 2016

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 17 giugno 2016

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 23 giugno 2016

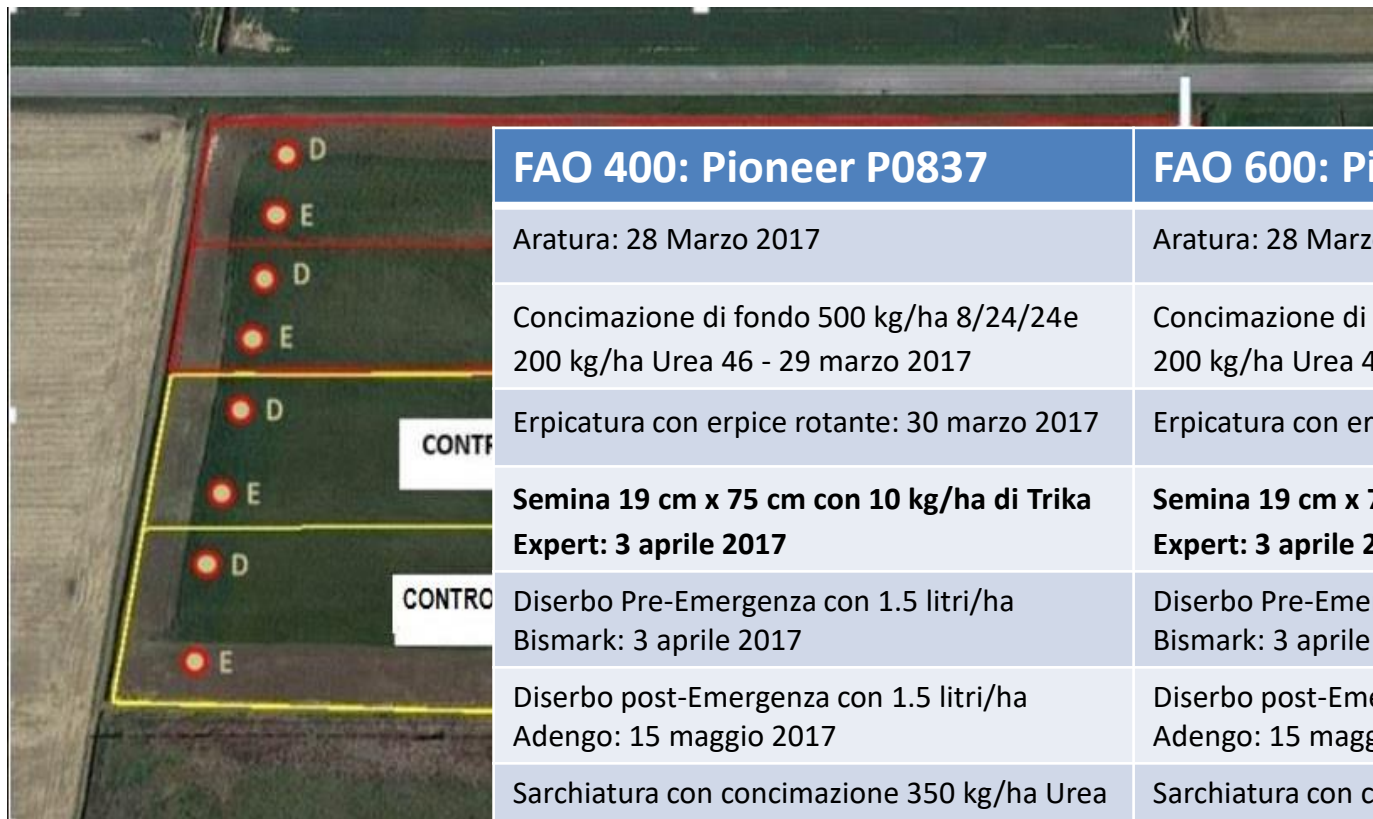
Distribuzione AFX 1: 1 Luglio 2016

**1 irrigazione: 5 luglio
2 irrigazione 20 luglio
3 irrigazione 10 agosto**

**Raccolta: 30 settembre
Produzione 142 q.li/ha al 26 % di umidità
trattato
Produzione 142 q.li/ha al 26 % di umidità
non trattato**

2017

Az. Agr. Martello Nadia



FAO 400: Pioneer P0837

Aratura: 28 Marzo 2017

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e
200 kg/ha Urea 46 - 29 marzo 2017

Erpicazione con erpice rotante: 30 marzo 2017

**Semina 19 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 3 aprile 2017**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 3 aprile 2017

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 15 maggio 2017

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 10 giugno 2017

Distribuzione AFX 1: 12 giugno 2017

Raccolta: 29 agosto 2017

**Produzione 53 q.li/ha al 22 % di umidità
trattato**

**Produzione 53 q.li/ha al 22 % di umidità non
trattato**

FAO 600: Pioneer F73

Aratura: 28 Marzo 2017

Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e
200 kg/ha Urea 46 - 29 marzo 2017

Erpicazione con erpice rotante: 30 marzo 2017

**Semina 19 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika
Expert: 3 aprile 2017**

Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha
Bismark: 3 aprile 2017

Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha
Adengo: 15 maggio 2017

Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea
46: 10 giugno 2017

Distribuzione AFX 1: 12 giugno 2017

Raccolta: 29 agosto 2017

**Produzione 47 q.li/ha al 23 % di umidità
trattato**

**Produzione 47 q.li/ha al 23 % di umidità non
trattato**

2017

Az. Agr. Cassettari



FAO 400: Pioneer P0837	FAO 600: Pioneer F73
Aratura: 20 marzo 2017	Aratura: 20 marzo 2017
Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e 200 kg/ha Urea 46 - 21 marzo 2017	Concimazione di fondo 500 kg/ha 8/24/24e 200 kg/ha Urea 46 - 21 marzo 2017
Erpicatura con erpice rotante: 22 marzo 2017	Erpicatura con erpice rotante: 22 marzo 2017
Semina 18 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika Expert: 23 marzo	Semina 18 cm x 75 cm con 10 kg/ha di Trika Expert: 23 marzo
Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha Bismark: 23 Marzo 2017	Diserbo Pre-Emergenza con 1.5 litri/ha Bismark: 23 Marzo 2017
Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha Adengo: 15 Aprile 2017	Diserbo post-Emergenza con 1.5 litri/ha Adengo: 15 Aprile 2017
Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea 46: 25 maggio 2017	Sarchiatura con concimazione 350 kg/ha Urea 46: 25 maggio 2017
Distribuzione AFX 1: 1 giugno 2017	Distribuzione AFX 1: 1 giugno 2017
1 irrigazione: 1 luglio 2 irrigazione: 20 luglio 3 irrigazione 28 luglio 4 irrigazione 15 agosto	1 irrigazione: 1 luglio 2 irrigazione: 20 luglio 3 irrigazione 28 luglio 4 irrigazione 15 agosto
Raccolta: 22 settembre 2017 Produzione 140 q.li/ha al 19.5 % di umidità trattato Produzione 140 q.li/ha al 19.5 % di umidità non trattato	Raccolta: 22 settembre 2017 Produzione 160 q.li/ha al 22 % di umidità trattato Produzione 160 q.li/ha al 22 % di umidità non trattato

Azione 6. Acquisizione immagini telerilevate per implementazione DSS

Per tanto l'obiettivo di questa azione è quello di applicare l'utilizzo di immagini tele rilevate e dell'NDVI per la classificazione del rischio di infezione su appezzamenti diversi delle prove condotte nelle azioni 3 e 4, e di integrare con il DSS dell'azione 5.

L'azione sarà quindi articolata in due sub-azioni:

6.1 Acquisizione di immagini multispettrali tramite drone (Partner attuatore: A18.1)

6.2 Elaborazione delle immagini telerilevate, calibrazione e validazione con i dati raccolti in campo (Partner attuatore: A18.1)

Mais Martello Nadia



6/6/2017

Mais Martello Nadia



17/7/2017

Mais Martello Nadia



23/8/2017



Mais Martello Nadia

Mais Martello Nadia

Mais Martello Nadia



FASE 1 - Validazione di indici da immagini
multispettrali ad alta risoluzione
da veicolo e con dati rilevati in-situ

Villa Petri (Montalto)

Mais Martello Nadia

Botteghino

Image Landsat / Copernicus

Google Earth

FASE 2 - Validazione di indici da immagini
multispettrali da satellite (Sentinel 2)



FASE 1 - Validazione di indici da immagini
multispettrali ad alta risoluzione
da veicolo e con dati rilevati in-situ

Villa Petri (Montalto)

Mais Martello Nadia

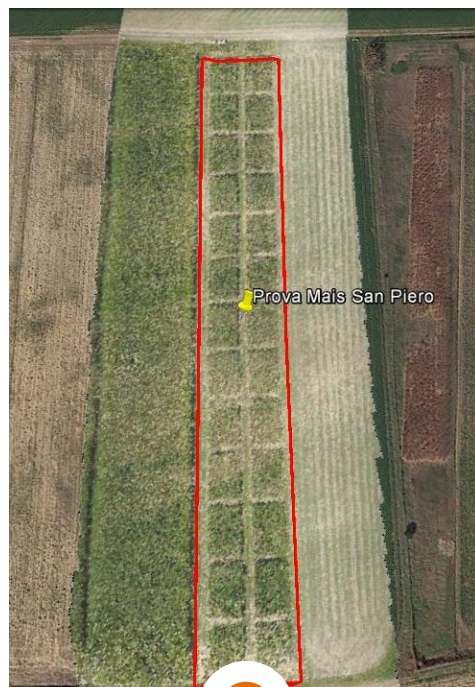
Botteghino

Image Landsat / Copernicus

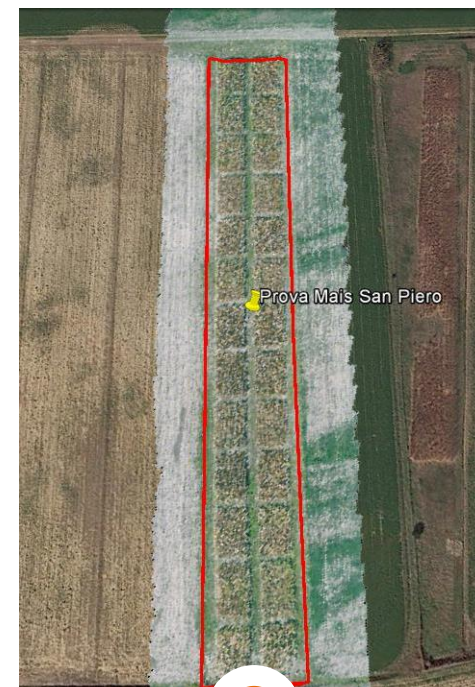
Google Earth



22/6/2017



29/7/2017



25/8/2017





FASE 3 – A scala di parcella, dinamica degli indici vegetazionali in funzione della fenologia e dello stato fitosanitari



Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre		
decade			decade			decade			decade			decade			decade			decade		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Semina			Emergenza			Sviluppo vegetativo			Fioritura pennacchio e sete			Maturazione			Post raccolta					

Azione 7. Uso di O₃ per la decontaminazione della granella di mais da AF
Partner attuatore: A18.1 -SSSUP

L'obiettivo della Azione 7 è quello di valutare, a scala di pilota, l'efficacia del trattamento di granella di mais contaminata con ozono.

L'azione 7 è articolata in due sottoazioni:

7.1 Installazione e collaudo del dispositivo per il trattamento della granella con ozono (**Partner attuatore: A18.1**)

7.2 Prove di decontaminazione con ozono (**Partner attuatore: A18.1**)

Azione 7. Uso di O₃ per la decontaminazione della granella di mais da AF

L'effetto positivo dell'**ozono** sulla degradazione delle **micotossine** e del rischio di **infezione da patogeni** è noto da tempo, tuttavia i costi eccessivi hanno reso proibitiva l'applicazione del metodo a livello industriale.

Oggi, grazie allo sviluppo di nuove tecnologie, è possibile effettuare trattamenti in atmosfera controllata mediante l'utilizzo di ozono anche in ambito alimentare ed infatti la tecnologia si sta diffondendo già a **livello dello stoccaggio di prodotti vegetali e frutta da consumo fresco**.

Azione 7. Uso di O₃ per la decontaminazione della granella di mais da AF

Generatore ozono 34 g/h mobile, alimentato da concentratori ossigeno / setacci molecolari.

Completo di ventilatore 0,8 kW per circolazione in ambiente (o serbatoio esterno nel caso di

trattamenti specifici). Sensore per cicli gas alta concentrazione (0.00-50.00 ppmv) e abbattitore

O₃ residuo per gas campione di lettura concentrazione. Produzione continua di gas ozonizzato

in bassa pressione. Sistema di gestione con Micro PLC. Sonda rilevamento ozono eventualmente disperso dal generatore e N.
O₂ lampade segnalazione su modulo generatore.



Azione 7. Uso di O₃ per la decontaminazione della granella di mais da AF

Il generatore di ozono è dimensionato e strutturato per consentire cicli diretti di ozonizzazione fino a elevati ppm in un serbatoio chiuso, contenente da 4 a 8 kg di mais per ogni prova.

Variabili da valutare:

- 1) Durata del trattamento
- 2) Concentrazione di O₃

Effetti su:

- 1) Livello di decontaminazione (Azione 8)
- 2) Caratteri nutrizionali della granella trattata (Azione 8)



INSTITUTE
OF LIFE
SCIENCES



Scuola Superiore
Sant'Anna

Grazie dell'attenzione

Giorgio Ragaglini
ISV-Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa
g.ragaglini@sssup.it
050 883521/512
338 6531956

