

**SVILUPPO DI UNO STRUMENTO PER LA VALUTAZIONE  
DELLA SOSTENIBILITA'**  
**I MEETING MULTI-ATTORIALE – AREALE SICILIANO**  
***Progetto BIODURUM "Rafforzamento dei sistemi  
produttivi del grano duro biologico italiano"***

**Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali**  
**(Corso Savoia 190 – 95024 Acireale; CT)**  
**22 Marzo 2018**

Scopo principale del meeting è quello di condividere i passaggi per lo sviluppo di uno **strumento di analisi per la valutazione della sostenibilità** nelle aziende italiane caratterizzate da **sistemi produttivi incentrati sulla produzione di frumento duro biologico**. Lo strumento applicherà l'analisi multi-criteriale e sarà basato sul software *open source* DEXi. Il meeting servirà inoltre ad attivare un processo "*bottom-up*" per l'identificazione degli aspetti considerati rilevanti dalla compagine multi-attoriale da includere nello strumento di analisi del progetto BioDurum. Obiettivi specifici dell'incontro sono i seguenti:

- condividere con gli attori coinvolti le aspettative attese dal progetto BioDurum sul miglioramento e sulla valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi di frumento duro biologico;
- garantire a tutti gli attori coinvolti una conoscenza dei concetti base della sostenibilità e definire una terminologia comune;
- illustrare come funzionano i sistemi qualitativi multi-criteriale a base DEXi;
- condividere con i partecipanti il processo di attivazione multi-attoriale ideato ed integrare eventuali suggerimenti e modifiche.

**AGENDA**

09:30-09:35	Apertura dei lavori	Massimo Palumbo - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali
09:35-09:55	Presentazione dei partecipanti	Moderatore: Stefano Canali - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente
09:55-10:10	Il progetto BioDurum	Nino Virzi - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali
10:10 -10:25	Le aspettative delle aziende nel progetto BioDurum	Francesco Ancona (FIRAB)
10:25-10:45	La sostenibilità e gli strumenti di valutazione multicriteriale. L'esempio di DEXi-BIOrt	Stefano Canali - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente
10:45-11:10	Il processo multi-attoriale per la realizzazione dello strumento multicriteriale di BioDurum	Ileana Iocola - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente
11:10-11:30	Pausa	
11:30-12:50	Gruppi di lavoro Clustering dei risultati	Moderatori: Stefano Canali - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente Ileana Iocola - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente
12:50- 13:10	Valutazioni e Riflessioni	Moderatore: Stefano Canali- Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente
13:10-13:20	Chiusura del meeting e ringraziamenti	Massimo Palumbo - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali

**COMITATO ORGANIZZATORE**

Ileana Iocola – Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente – ileana.iocola@crea.gov.it  
Stefano Canali – Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente - stefano.canali@crea.gov.it  
Massimo Palumbo – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali – massimo.palumbo@crea.gov.it  
Fabiola Sciacca - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali – fabiola.sciacca@crea.gov.it  
Nino Virzi - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali – nino.virzi@crea.gov.it

22 Ottobre 2020 9.30 – 12.30

## Convegno web su piattaforma Teams

### La valutazione della sostenibilità dei sistemi granicoli biologici

La sostenibilità dei sistemi colturali in regime di agricoltura biologica viene data spesso per assodata. Per proprietà transitiva, questa si estende anche ai seminativi che ruotano intorno alla produzione di frumento duro bio. Il dibattito insorto intorno al Decreto Ministeriale (D.M. 3757 del 09/04/2020, denominato “Decreto Rotazioni”), che indica i criteri minimi con cui impostare e gestire gli avvicendamenti in biologico, dimostra che invece non va data per scontata e che vi possono essere soluzioni e strategie più o meno lungimiranti.

Il progetto di ricerca BioDurum è stato in particolare pensato per indirizzare in chiave di sostenibilità ambientale, sociale ed economica delle produzioni le scelte tecniche delle aziende granoduricole biologiche e indicare un quadro di riferimento alle Istituzioni. In questo quadro, con la partecipazione di una ampia compagine attoriale del comparto biologico, il progetto ha sviluppato il software *BioDurum\_MCA* che, giunto al suo perfezionamento, viene oggi presentato e discusso con gli operatori, i tecnici, i ricercatori e le Amministrazioni.

#### Ricerca e Innovazione per la granicoltura biologica del Mezzogiorno

**Modera: Luca Colombo - FIRAB**

Il contributo del progetto BioDurum alla granicoltura appulo-lucana	Massimo Palumbo/Pasquale De Vita – CREA CI
Lo strumento BioDurum_MCA per la valutazione della sostenibilità delle aziende cerealicole	Stefano Canali – CREA AA
Le sfide per i sistemi agrari del Mezzogiorno e le opportunità per il settore biologico	Michele Perniola - UNIBAS

#### La qualità delle rotazioni di sistemi granoduricoli biologici

**Modera: Vincenzo Ritunnano – AIAB Basilicata**

L'efficacia delle rotazioni e il ricorso a miscugli di frumento duro in un'azienda biologica	Lorenzo Torciano - Az. Bosco delle Rose
Attualità e prospettive del sostegno ai produttori biologici lucani	Francesco Fanelli - Assessore all'Agricoltura Regione Basilicata
L'organizzazione del sistema di controllo tra riforma del Regolamento UE sul biologico e ‘Decreto Rotazioni’	Giuliano D'Antonio - ICEA
Il ‘Decreto Rotazioni’ e i riflessi sulla granicoltura biologica	Vincenzo Vizioli - FIRAB

#### Dibattito

**SI PREGA DI REGISTRARSI ALL'EVENTO PER RICEVERE LINK DI PARTECIPAZIONE INVIANDO UNA MAIL A [firab@firab.it](mailto:firab@firab.it)**

**Segreteria: [l.colombo@firab.it](mailto:l.colombo@firab.it) - <https://www.firab.it/progetto-biodurum/>**



**Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali**  
**Laboratorio di Acireale**

Progetto **BIODURUM**

Rafforzamento dei sistemi produttivi  
del grano duro biologico italiano



**Visita alle prove sperimentali di  
grano duro biologico**

**28 maggio 2019 - ore 10,30**

Az. Agricola G. Li Rosi  
C/da Pietrapesce, Aidone (EN)



Nel corso della giornata saranno illustrate le principali linee di ricerca del progetto BIODURUM e presentati i materiali genetici a confronto in prove di valutazione allestite e condotte dal CREA  
(varietà commerciali, linee in fase di selezione, miscugli, popolazioni locali)



## Convegno web

26 novembre 2020, ore 15.00 - 17.30

# Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano

Risultati finali del progetto BIODURUM

Finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali

### PROGRAMMA

<b>Ore 14.45</b>	Accesso alla piattaforma Teams
<b>Ore 15.00</b> Saluti di benvenuto	R. Cafiero, Dirigente MiPAAF-PQAI1, Uff. Agricoltura Biologica N. Pecchioni, Direttore CREA Cerealicoltura e Colture Industriali
Introduce e modera	Massimo Palumbo, CREA – Coordinatore progetto BIODURUM
Intervengono	
Giovanni Dara Guccione (CREA)	Grano duro biologico: il contesto produttivo e il mercato
Pasquale De Vita, Elio Romano, Nino Virzì (CREA)	Innovazioni per una cerealicoltura biologica sostenibile: tra biodiversità, agricoltura digitale e ordinamenti colturali
Luca Colombo (FIRAB)	Il coinvolgimento degli attori nella ricerca e innovazione partecipata
Stefano Canali (CREA)	Lo strumento BioDurum_MCA per la valutazione della sostenibilità delle aziende cerealicole biologiche
Pasquale Nino (CREA)	Analisi economica delle aziende nelle regioni meridionali e possibili implicazioni della riforma PAC sul settore biologico
Corrado Lamoglie (CREA)	Il Trasferimento Tecnologico nel CREA: un'opportunità per tutto il sistema
Dibattito e conclusioni	

### Iscrizione

Per partecipare al Convegno web è necessario iscriversi inviando una e-mail all'indirizzo [fabiola.sciacca@crea.gov.it](mailto:fabiola.sciacca@crea.gov.it). Gli iscritti riceveranno il link per il collegamento all'evento.

Il progetto **BioDURUM**, finanziato dal MiPAAF, ha contribuito a definire processi innovativi per la cerealicoltura biologica alla luce delle priorità individuate dal "Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico", al fine di favorire un reddito adeguato ai produttori, la qualità dei prodotti, la tutela dell'ambiente e la gestione sostenibile delle risorse.

Nel corso del periodo 2017 – 2020, il progetto ha perseguito i seguenti obiettivi:

- ❑ Individuare percorsi agronomici innovativi, con particolare riferimento alla diversificazione colturale, in grado di tutelare sostenibilità ambientale, economica e sociale.
- ❑ Valutare e applicare innovazioni meccaniche e strumenti di mappatura dei suoli.
- ❑ Recuperare, sviluppare e valorizzare vecchi e nuovi materiali genetici (varietà e miscugli) di frumento duro da destinare alla coltivazione secondo il metodo biologico.
- ❑ Valutare, da un punto di vista agronomico e sociale ed economico, la sostenibilità dei sistemi produttivi cerealicoli e gli effetti delle innovazioni introdotte.
- ❑ Attivare una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione e condividere innovazioni e criticità anche tramite scambi di conoscenze tra operatori.
- ❑ Fornire ai decisori istituzionali indicazioni utili per le scelte di politica agraria sulla base delle valutazioni di ordine economico, tecnico, sociale ed ambientale.

Giunto al termine dei suoi lavori, BIODURUM illustra i risultati conseguiti per permettere agli operatori, ai tecnici, ai ricercatori e alle amministrazioni di confrontarsi sulle prospettive di sviluppo del settore.



#### **Comitato organizzatore**

Fabiola Sciacca, Nino Virzì, Massimo Palumbo – CREA Cerealicoltura e Colture Industriali – Acireale (CT)  
Rossano Clementi, Daniela Pacifico - CREA Cerealicoltura e Colture Industriali – Bologna



**mipaaf**

ministero delle  
politiche agricole  
alimentari e forestali

# Progetto BIODURUM

Rafforzamento dei sistemi produttivi del grano duro biologico italiano



MAGGIO 2018						
SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

ore 9,30-11,30

## Visita ai campi sperimentali di grano duro biologico

**CREA Foggia SS 673 km 25+200**

*Confronti varietali e prove agronomiche in coltivazione biologica*

Nel corso della giornata saranno presentati i materiali genetici in corso di valutazione in prove di confronto (varietà commerciali, linee in fase di selezione, varietà antiche e miscugli) ed alcuni sistemi di tecnica culturale per il controllo delle infestanti (seminbio) e per migliorare l'efficienza di accumulo dei nutrienti (funghi e batteri)





**27 maggio '19 dalle ore 10 in C.da Stingeta di Cerignola,  
visita al campo di coltivazione biologica del  
MISUGLIO di grano duro "Biodurum".**

**Partecipano:**

**Pasquale De Vita**

Ricercatore CREA-CI

**Vincenzo Vizioli**

Presidente FIRAB

**Arturo Casieri**

Prof. di economia agraria  
all'Università di Bari

**Pietro Campus**

Presidente ICEA

**Tecnici e produttori bio**

del territorio Appulo Lucano

**Attività:**

osservazioni fenologiche e  
rilievi in campo; confronto tra  
ricercatori, tecnici e  
agricoltori sul miglioramento  
genetico partecipativo ed  
evolutivo

**Luogo:**

Az. Agricola Bosco delle Rose  
[www.boscodellerose.it](http://www.boscodellerose.it)

**Coordinate del campo**  
**41.14725, 15.76566**

 **Biodurum**



**Info.:** [vincenzo.ritunnano@icea.bio](mailto:vincenzo.ritunnano@icea.bio) - tel. 346.1325585 - [aiab.basilicata@aiab.it](mailto:aiab.basilicata@aiab.it)



## PROGRAMMA

**Ore 9.30 - ritrovo** in contrada Stingeta in agro di Cerignola, vicino alla diga del Locone, presso il punto di coordinate geografiche **41.14725, 15.76566**.

**Ore 10 - visita in campo:** il dottor De vita - del CREA-CI centro per la ricerca sulla cerealicoltura di Foggia - guiderà l'osservazione della morfologia e del comportamento fenologico dei diversi tipi di grano che compongono il miscuglio biodurum e della coltura nel suo complesso.

**Ore 13 - colazione** nel giardino dell'azienda Bosco delle rose.

**Ore 14.30/16.30 confronto** tra ricercatori, tecnici e produttori sull'utilizzo dei miscugli, finalizzato a promuovere nelle aziende biologiche e sul territorio, l'autoproduzione di sementi e la coltivazione di popolazioni evolutive di piante, capaci di adattarsi all'agricoltura biologica, all'ambiente di coltivazione, al cambiamento climatico.

Interverranno:

**Tecnici e produttori biologici del territorio Appulo Lucano**, per evidenziare le problematiche incontrate nel reperimento e nell'uso delle sementi.

**Vincenzo Vizioli**, che ha sostenuto l'uso di miscugli nella campagna nazionale **AIAB** (Associazione Italiana per l'agricoltura Biologica) "coltiviamo biodiversità"

**Pietro Campus**, presidente di **ICEA** (Istituto per la Certificazione Etica e ambientale), che farà il quadro delle norme vigenti in materia di reperimento e utilizzo delle sementi in agricoltura biologica

**Arturo Casieri**, promotore del **Biodistretto della Murgia**, che evidenzierà le opportunità di sviluppo rurale legate allo sviluppo di sistemi sementieri locali.

L'iniziativa è ospitata da **Bosco delle rose**, azienda agricola biologica dove è in corso una prova di coltivazione triennale del miscuglio di grano duro Biodurum, in rotazione con farro e leguminose da granella e da sovescio.

<https://www.youtube.com/watch?v=mJ4AdXzCps&feature=youtu.be>

L'iniziativa è organizzata da **CREA** e **FIRAB** nell'ambito di **BIODURUM** progetto di ricerca e sperimentazione coordinato dal CREA, finalizzato al rafforzamento dei sistemi produttivi di grano duro biologico.



[www.firab.it/site/progetto-biodurum/](http://www.firab.it/site/progetto-biodurum/)

**CREA-Cerealicoltura e Colture Industriali**  
**Corso Savoia 190 – 95024 Acireale, CT**  
**29 Gennaio 2019**

## OBIETTIVI

Scopo principale del meeting è quello **di definire** in maniera partecipata e condivisa **i pesi**, ossia l'importanza relativa, **da attribuire alle diverse componenti**, identificate grazie al primo workshop multi-attoriale, **dello strumento di analisi** per la valutazione della sostenibilità delle aziende a frumento duro biologico.

I pesi identificati attraverso questo workshop partecipativo saranno poi mediati con quelli individuati nel workshop dell'areale Appulo-lucano ed utilizzati nella struttura gerarchica ad albero implementata nel software *open source* DEXi.

Il meeting servirà inoltre **per condividere con i partecipanti i risultati ottenuti** con il primo workshop multi-attoriale **ed illustrare i prossimi passi** e la tempistica prevista per la realizzazione dello strumento multi-criteriale che verrà rilasciato alle aziende.

## AGENDA

09:30-09:35	Apertura dei lavori	Massimo Palumbo
09:35-09:50	Presentazione processo partecipativo per la realizzazione dello strumento BioDurum	Stefano Canali
09:50-10:00	Restituzione dei risultati ottenuti nelle fasi fino ad ora implementate	Ileana Iocola
10:00 - 10:10	Obiettivi specifici dell'incontro. L'Identificazione dei pesi da attribuire alle diverse componenti dello strumento BioDurum	Ileana Iocola
10:10-11:40	Suddivisione in Gruppi di lavoro	Moderatori: Stefano Canali, Ileana Iocola, Giovanni Daraguccione
11:40-12:00	Pausa	
12:30-13:00	Restituzione in plenaria dei risultati dei gruppi di lavoro	Moderatori: Stefano Canali, Ileana Iocola, Giovanni Daraguccione
13:00-13:20	Valutazione del meeting da parte dei partecipanti	Nino Virzi
13:20-13:30	Chiusura del meeting e ringraziamenti	Massimo Palumbo

## COMITATO ORGANIZZATORE

Ileana Iocola – CREA-AA – ileana.iocola@crea.gov.it

Stefano Canali – CREA-AA – stefano.canali@crea.gov.it

Massimo Palumbo – CREA-CI – massimo.palumbo@crea.gov.it

Fabiola Sciacca – CREA-CI – fabiola.sciacca@crea.gov.it

Nino Virzi – CREA-CI – nino.virzi@crea.gov.it

	<p align="center"><b>Progetto BIODURUM</b>  <b>"Rafforzamento dei sistemi  produttivi del grano duro  biologico italiano"</b></p>	
---	---	---

# BIODURUM MEETING 2019

CREA – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali

Foggia, 22-23 ottobre 2019

## Obiettivi dell'incontro

Con la partecipazione di tutti i partner del progetto, il Meeting di ottobre 2019 mira a fare il punto sulle attività sin qui realizzate e sui risultati ottenuti nei diversi WP. Inoltre, in vista dell'ultimo semestre del progetto (scadenza 30 giugno 2020), si intende definire in dettaglio le attività da ultimare nelle fasi finali.

Per ciascuno dei 7 WP del progetto saranno discussi:

1. Obiettivi specifici
2. Attività svolte e risultati raggiunti
3. Criticità riscontrate
4. Attività da svolgere.

Inoltre, in considerazione delle immancabili incombenze amministrative, il meeting vedrà il coinvolgimento dei responsabili amministrativi che seguono il progetto, per curare la corretta gestione degli aspetti contabili e programmare/definire le attività di rendicontazione.

## COMITATO ORGANIZZATORE

Massimo Palumbo – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale – [massimo.palumbo@crea.gov.it](mailto:massimo.palumbo@crea.gov.it)  
Pasquale De Vita - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Foggia – [pasquale.devita@crea.gov.it](mailto:pasquale.devita@crea.gov.it)  
Fabiola Sciacca - Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Acireale – [fabiola.sciacca@crea.gov.it](mailto:fabiola.sciacca@crea.gov.it)



## Agenda

Martedì 22 ottobre 2019, ore 15.00 – 19.00			
Orario	Argomento	Intervento	Note
15:00	Saluti del Direttore del CREA-CI e introduzione ai lavori da parte del coordinatore del progetto ( <b>WP1</b> )	Nicola Pecchioni Massimo Palumbo	
15:20	<b>WP 2:</b> Sviluppo e implementazione di sistemi colturali diversificati	Introduce Nino Virzì (CREA-CI Acireale).  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
16.00	<b>WP4:</b> Innovazioni varietali, breeding e individuazione di varietà/popolazioni idonee ai sistemi colturali bio	Introduce Pasquale De Vita (CREA-CI Foggia)  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
16.40	<b>Coffee break</b>		
17.00	<b>WP3:</b> Metodologie operative agro-ecologiche e innovazioni meccaniche	Introduce Elio Romano (CREA-IT Treviglio)  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
17.40	<b>WP7:</b> Analisi socio-economica di sistemi colturali diversificati	Introduce Pasquale Nino (?), Giovanni Dara Guccione (CREA-PB)  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
18.20 19.00	Discussione e conclusioni della prima giornata di lavoro	Tutti Massimo Palumbo	
20.00	<b>Cena</b>		

Mercoledì 23 ottobre 2019, ore 8.30 – 13.00			
8.30	<b>WP5:</b> Attivazione di una rete di aziende pilota per la promozione della co-innovazione	Introduce Luca Colombo (FIRAB)  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
9.10	<b>WP6:</b> Valutazione della sostenibilità dei sistemi produttivi granoduricoli	Introduce Stefano Canali (CREA-AA).  Tutti	1. Obiettivi specifici 2. Attività svolte e risultati raggiunti 3. Criticità riscontrate 4. Attività da svolgere 5. Domande e discussione
9.50	Discussione sulle interazioni e sul coordinamento fra le attività dei diversi WP. Definizione e pianificazione delle attività progettuali da ultimare.	Massimo Palumbo Tutti	Indicazioni per la predisposizione delle relazioni semestrali. Attività di disseminazione, pubblicazioni previste, siti web ...
10.30	<b>Coffee break</b>		
10.45	<b>Aspetti amministrativi</b> e attività di rendicontazione del progetto	Sergio Camporeale Lucia Gramegna Massimo Palumbo Tutti	Rapporti Biodurum/CREA Gestione progetti. Rapporti CREA/MiPAAF (Convenzione per 4 progetti)
12.45	Conclusioni del meeting e prossime scadenze	Massimo Palumbo	
13:00	Fine lavori		



# Fast method for the Weeds' impact evaluation on a field crop using Smartphones

E. Romano <sup>a</sup>, C. Bisaglia <sup>a</sup>, M. Palumbo <sup>b</sup>, N. Virzì <sup>b</sup>, F. Sciacca <sup>b</sup>, S. Saia <sup>c,d</sup>, I. Pecorella<sup>c</sup> and P. De Vita <sup>c</sup>



- a) CREA Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing, Via Milano, 43 - 24047 Treviglio (BG), Italy  
 b) CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops, Corso Savoia 190 - 95024 Acireale (CT), Italy  
 c) CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops, S.S. 673 km 25+200 - 71122, Foggia, Italy  
 d) CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops, S.S. 11 per Torino, Km 2,5 - 13100, Vercelli, Italy



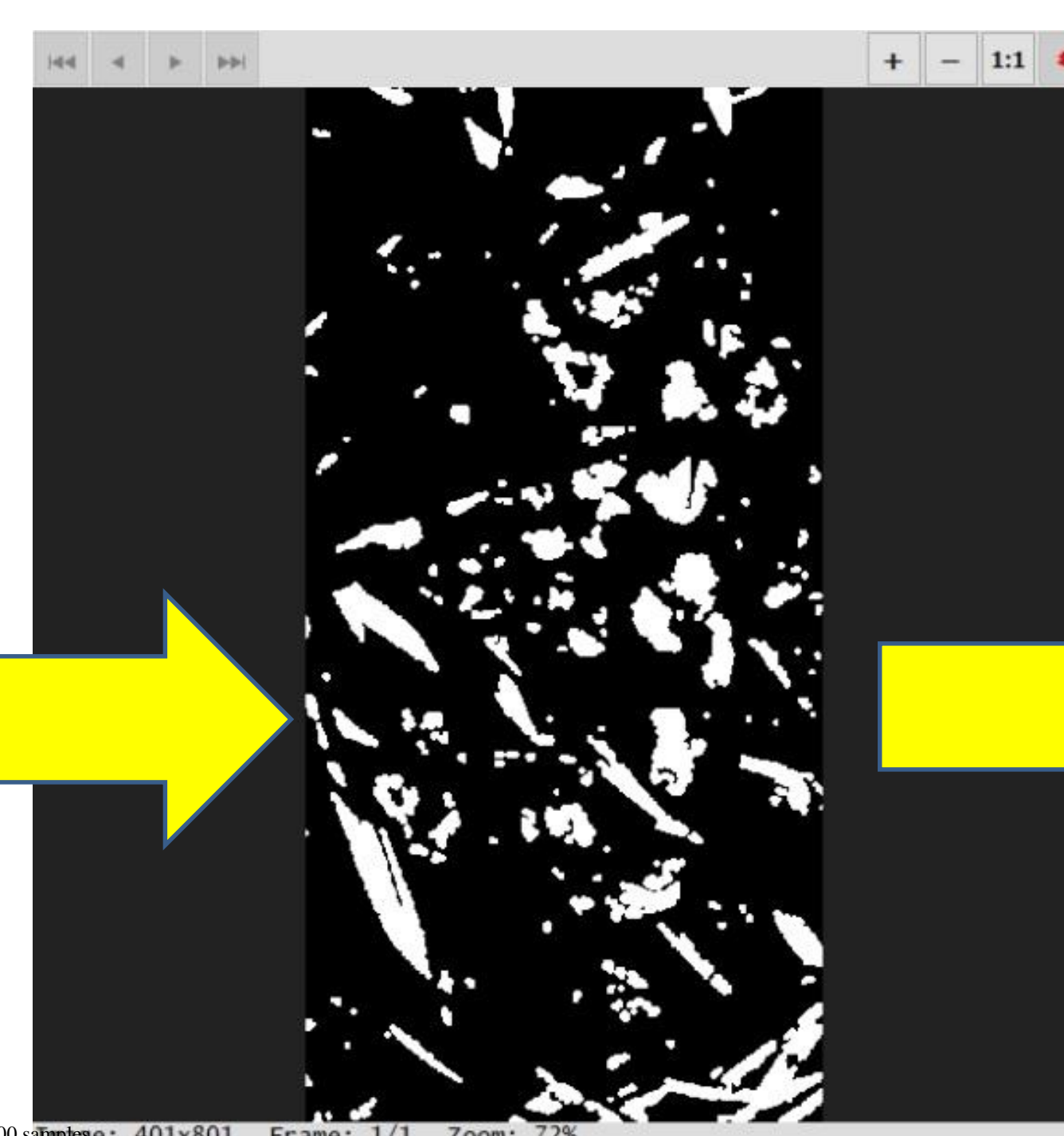
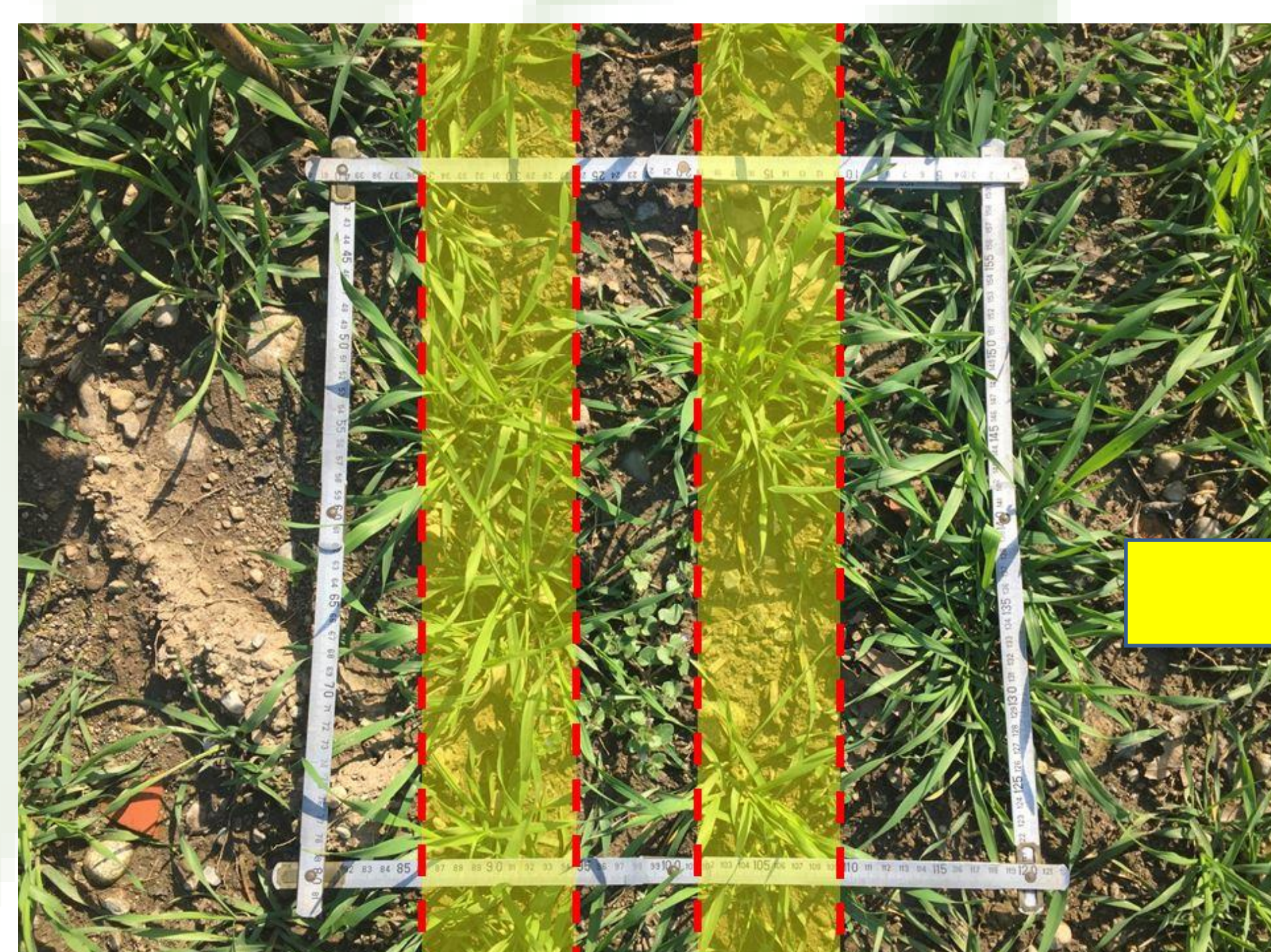
The amount of weeds and the composition of its population can influence wheat grain yield and its quality, especially in organic farming systems, and have implication for the management of the system in space and time. Thus, knowing the weed flora traits with precise and on time reading are important factors for agronomic management both in conventional and organic farming and can play a role in decision-making at wide scale.

## The Aim

The present study is a preliminary assessment of an algorithm implemented in an application which is based on pictures taken by the smartphone and provides for the quantification of the percentage on total pixels representing the soil to ponder the presence of weed biomass against the crop. The implemented app is a simple application that requires the operator, after taking the picture, to draw on the same pictures lines representing the cultivation rows.



## The Process



A picture with the lines indicating of the rows (yellowed bad with red hatched lines)

Image after thresholding method

Image after *medianFilter* function

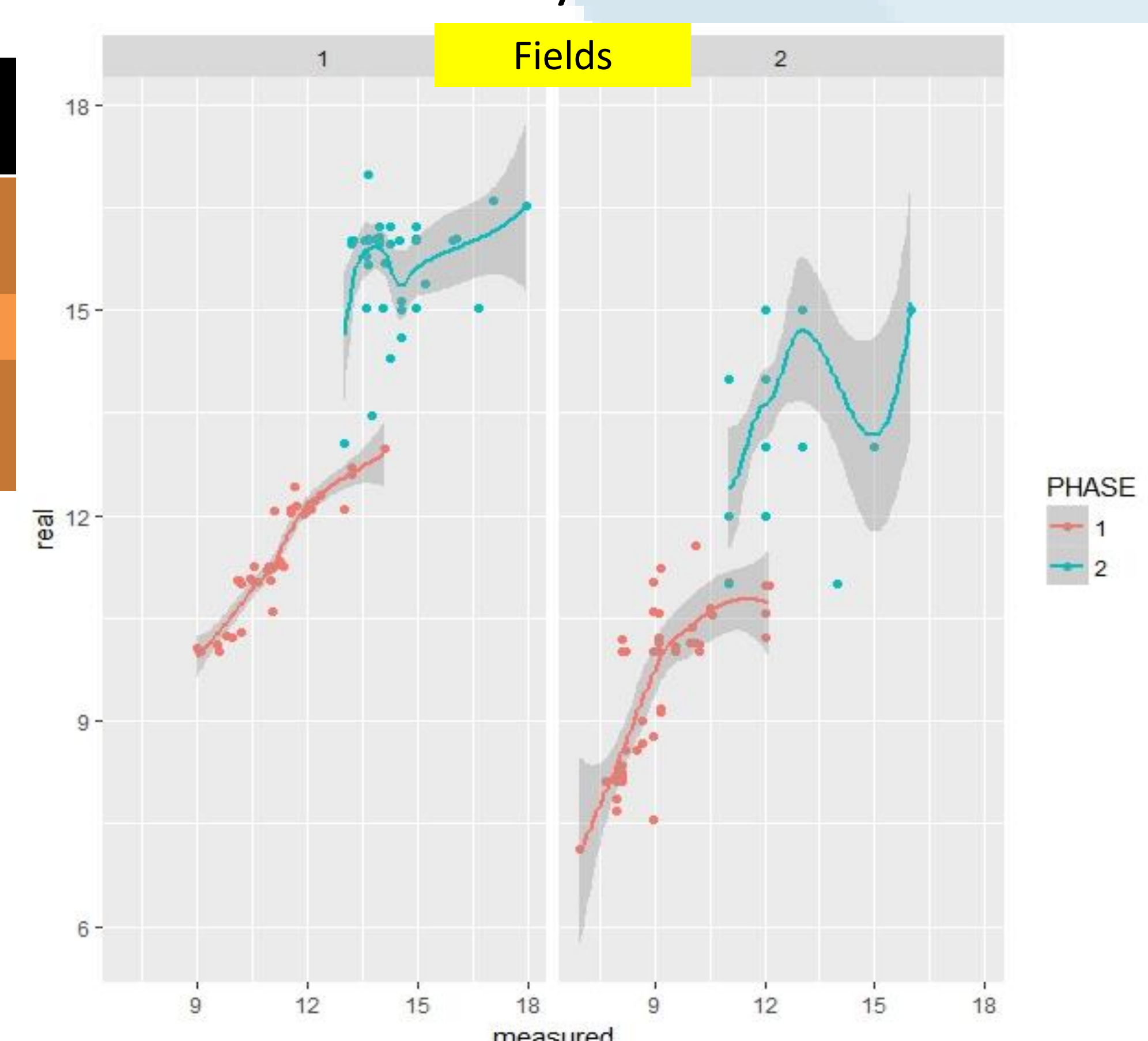
Image after *watershed* function

The images, altogether 200, were elaborated through the "R" statistical software, using the *EBImage* package. This R package provides general purpose functionality for image processing and analysis. In this study were adopted thresholding methods on RGB followed by *medianFilter* and *watershed* functions.

For the evaluation of the efficiency of the algorithm used, the correct detection rates and the false detection rate were considered.

Reference condition	Measured Weed	Measured Non-Weed	Percent correct
Real Weed	127 (true positives)	32 (type II error)	0.80 %*
Real not-weed *	2 (type I error)	9 (true negatives)	0.82 %**
Correctly classified images* (* Sensitivity ** Specificity)			0.68 %

Percentage of weeds in the second phase was higher than in the first (p-value <0.05). However, a difference (p-value <0.01) was also observed between the two methods of computing the percentage of biomass, with lower values for image analysis than direct sampling. Similarly, an interaction between the method and phase of observation occurred (p-value <0.05), suggesting that the method of extraction of values based on the proposed algorithm has responses that are affected by the percentage actually present and that probably underestimates the actual values at low percentages or overestimate at increasing amounts of weeds.



Percentage values of measured and actual weed biomass in the two fields

## Results and Conclusions

- The procedure resulted highly sensitive and showed a high specificity towards the weed biomass. Overall, the proposed processing system showed 80% of results corresponding to the actual percentage of biomass present, with errors in only 18% of cases and an underestimation never higher than 2%. The picture shots repeated over time on the same sampling site showed that the deviation between the values measured with the proposed algorithm and the actual ones had a trend related to the growth of both the crop and the weed biomass.
- The implementation of the algorithm in the application for the smartphone or automated systems is therefore possible, which will allow to express in real time, soon following the picture shots, the value of present weed biomass, and thus facilitate the operator in the choices of intervention, in the best economic optimization of resources and towards the sustainability of agricultural management.