

Agritech Robots

ARPIC ROBOT - ARtichoke PICKing ROBOT
ARHA ROBOT - ARtichoke HARvesting ROBOT

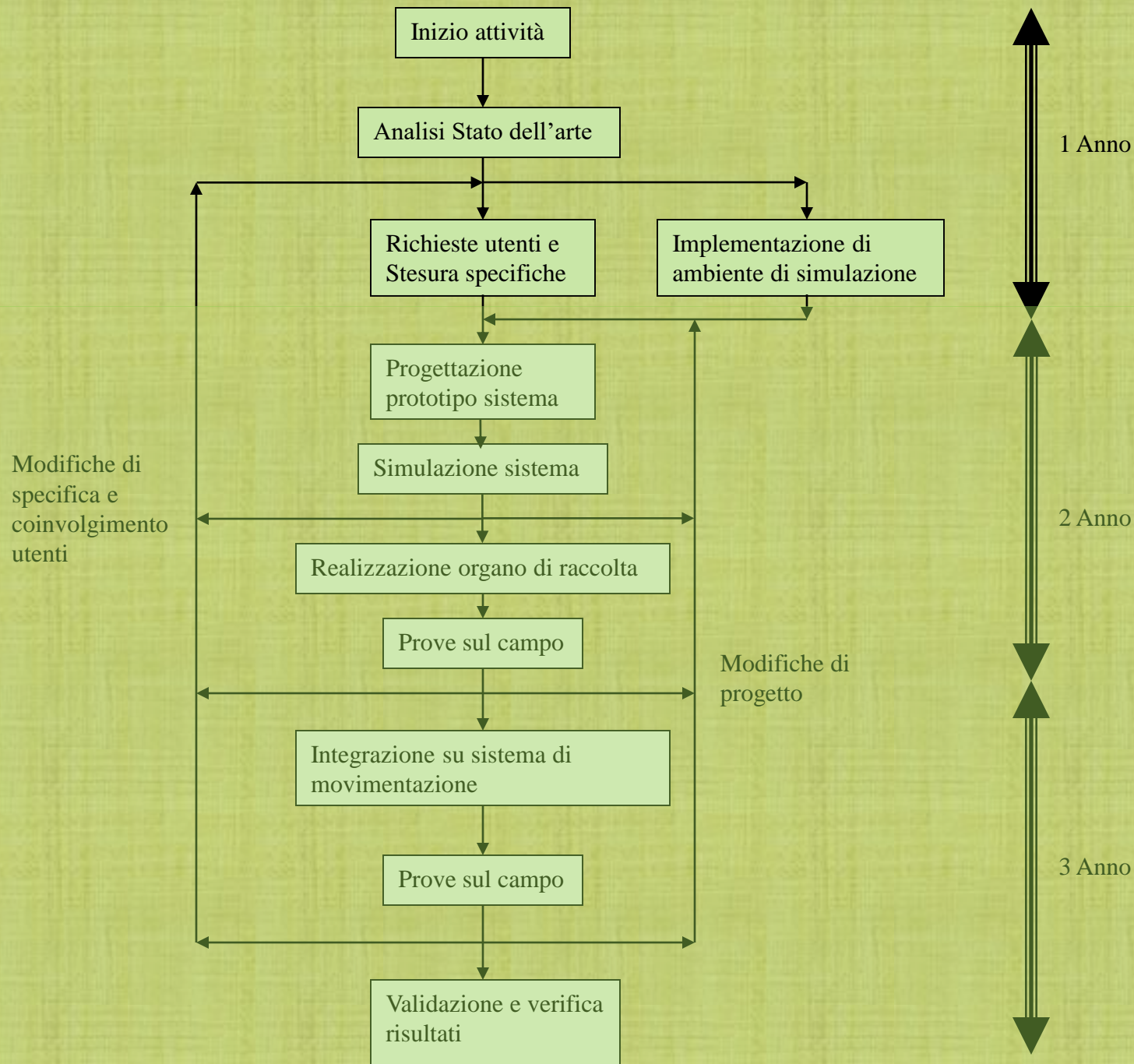
Executive summary
Studio Progettazione e Analisi di prestazioni

Ing. Sebastiano Tuccitto

Obiettivi del progetto

- **La costruzione di due prototipi per la raccolta meccanica e semi-automatica dei capolini di carciofo :**
 - **ARPIC ROBOT - ARtichoke PICKing ROBOT**
 - **ARHA ROBOT - ARtichoke HARvesting ROBOT**
- **L'identificazione di migliorie per una conformazione ottimale del campo di raccolta e della pianta stessa.**
- **L'abbattimento dei costi di raccolta dei capolini, destinati soprattutto all'industria conserviera.**

Attività prevista



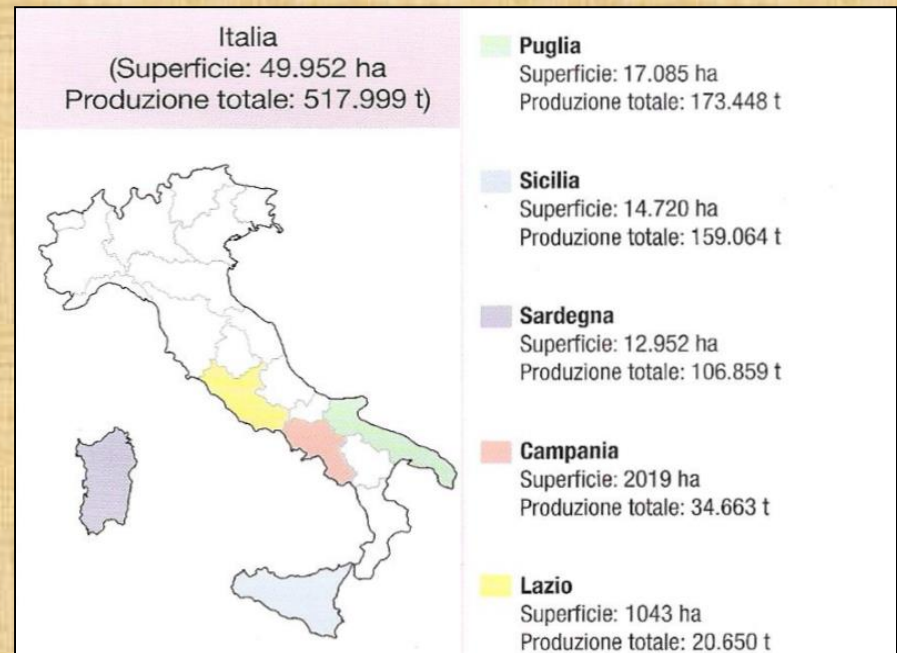
Stato dell'arte

L'Italia è il leader mondiale del comparto cinaricolo :

- 50.383 ettari coltivati;**
- produzione totale di 4.869.642 quintali;**
- valore complessivo della produzione di 470,66 M€.**

La produzione italiana rappresenta il 40% della produzione mondiale.

Dopo l'Italia, i due maggiori mercati di produzione sono Spagna e Francia.



Stato dell'arte

Sulla totalità dei capolini prodotti, una grossa percentuale è destinata all'industria conserviera.



Stato dell'arte

*Schema della lavorazione delle imprese di trasformazione
(valido per una regione qualsiasi del sud Italia)*

Capolini lavorati	64.500.000
Fatturato complessivo	€ 8.950.000
Addetti fissi	4
Addetti stagionali	390

Osservazioni

- 1. Il fatturato complessivo è basso;**
- 2. Il numero di addetti stagionali è molto elevato;**
- 3. Il costo di 6,00 € all'ora evidenzia la scarsa automazione dei processi di lavorazione.**

➤ **Questi fattori incidono notevolmente sui costi di produzione.**

Stato dell'arte

Alcuni dati sulla raccolta :

- **Raccolta scalare (da ottobre a giugno) :**
 - **Minimo 3 – 4 interventi**
 - **Massimo 15 interventi**
- **N° capolini pianta: media che oscilla dai 4-5 ai 14-15**
- **Produzioni: 50-100 mila capolini ha-1 paria 6 – 12 t ha-1**
- **La raccolta viene eseguita su 4 anni**
- **Raccolta manuale = l'incidenza sui costi di produzione rappresenta fino al 40% del costo totale.**

Stato dell'arte

- Allo stato attuale, **una macchina per la raccolta automatica non è stata studiata né in ambito nazionale né internazionale.**
- Sono state sviluppate **solo alcune macchine per l'ausilio alla raccolta da costruttori locali** (*fotografie qui di seguito*).



Stato dell'arte

Stima di massima del costo di costruzione di un prototipo di Agritech Robot

<i>Progetto e costruzione</i>	25.000,00 €
<i>Parti meccaniche</i>	20.000,00 €
<i>Sistema di controllo e SW</i>	15.000,00 €
<i>Manutenzione</i>	5.000,00 €
	65.000,00 €

Avere un macchinario che rimpiazza il lavoro di venti operai aumenta i margini per l'agricoltore e gli permette di stare sul mercato senza dipendere dai pressì volatili del comparto agricolo.

Introduzione al Progetto

L'operazione di raccolta manuale incide per oltre il 40% sul fabbisogno in manodopera della coltura, stimabile in circa 600-700 ore lavorative per ettaro e per anno.

Scelta mirata di cultivar, per aumentare la resa per ettaro e privilegiare la quantità a discapito della qualità

**Scelta di impiegare
Agritech Robots**

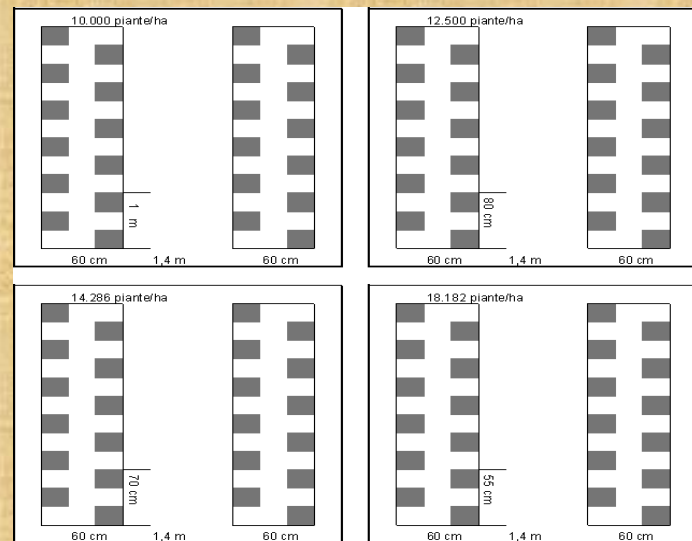
Minimizzazione dei costi e ottimizzazione della produzione

Struttura dei campi



Selezione di due cultivar per le loro proprietà: Harmony e Madrigal.

Queste risultano essere le più indicate per massimizzare la produttività e la compatibilità con **Agritech Robots per la raccolta automatica.**



Specifiche delle Macchine

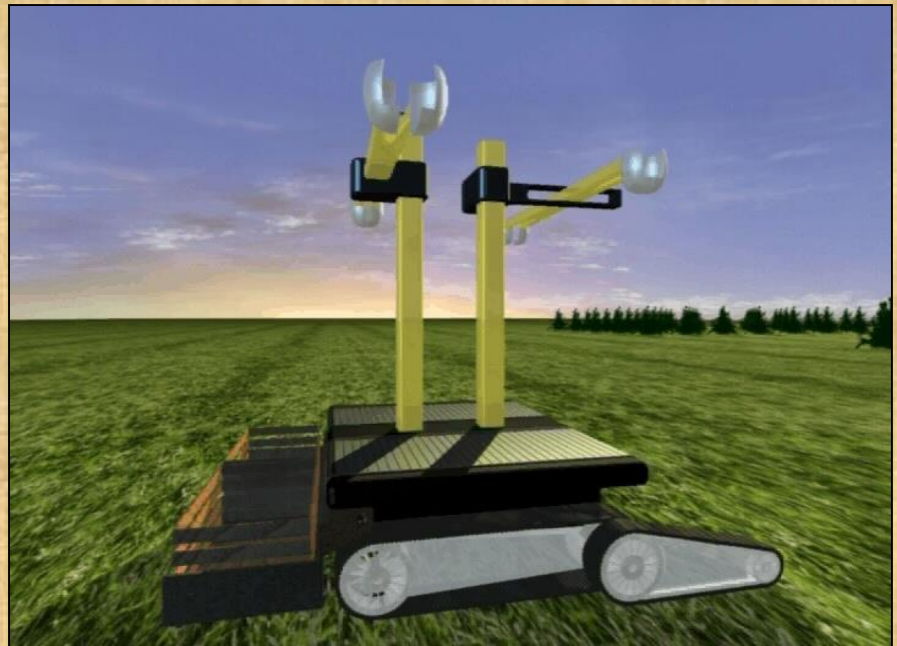
Obiettivo : La macchina sviluppata deve raggiungere un buon numero di capolini raccolti per unità di tempo.

Il rendimento medio di dieci operai è di circa 30000 capolini/giorno con otto ore di lavoro.

➤ Il dato di riferimento è quindi : 6.25 capolini di carciofo al minuto

Prototipo I – ARPIC – Raccolta Selettiva

**Nella prima soluzione,
la raccolta avviene
prendendo i capolini
uno ad uno.**



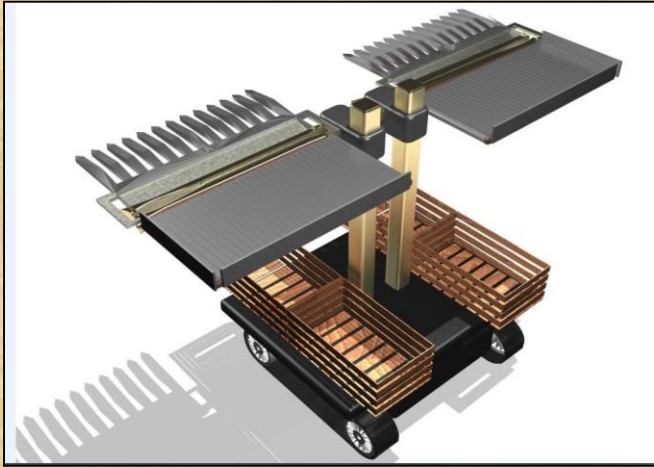
**Sistema di visione artificiale
per il riconoscimento della del
capolino e sistema di raccolta
con particolare attrezzo per il
taglio.**

Prototipo I – ARPIC – Raccolta selettiva

- **Macchina completamente autonoma**
- **Navigazione tra i filari**
- **Riconoscimento dei capolini da parte del sistema di visione**
- **Attivazione sistema di controllo**
- **Posizionamento assi, giunti e organo terminale**
- **Raccolta del capolino e trasporto negli appositi contenitori tramite nastri trasportatori**

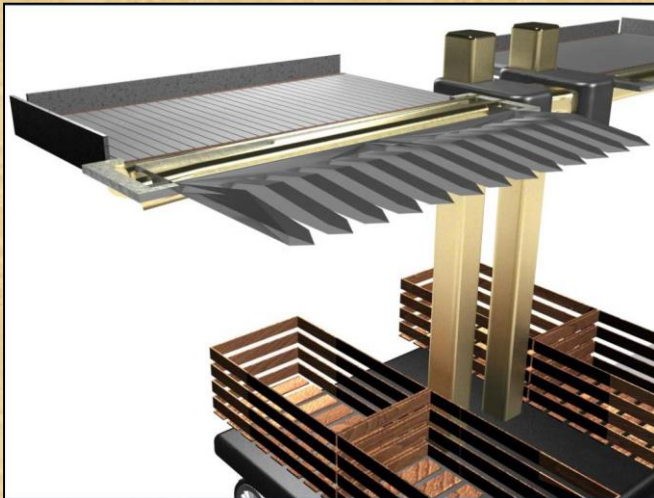


Prototipo II – ARHA – Raccolta a stuolo



Nella seconda soluzione, la raccolta avviene raccogliendo a stuolo i capolini.

Quando il sistema di visione individua un gruppo di carciofi, applica un algoritmo che calcola l'altezza del capolino da raccogliere.



La raccolta dei capolini avviene in base alla loro maturazione e indice di ordine (possono essere principali, di primo, secondo o terzo ordine).

Prototipo II – ARHA – Raccolta a stuolo

- **Sistema di visione opzionale : l'altezza della barra falciante può essere regolata dall'operatore agricolo**
- **Il sistema di visione fornisce al sistema di controllo la giusta altezza dell'asse orizzontale e della barra falciante**
- **Movimento lungo l'asse longitudinale del robot e della barra falciante**
- **Taglio del capolino**
- **Trasporto negli appositi contenitori tramite nastri trasportatori**

DATI SPERIMENTALI

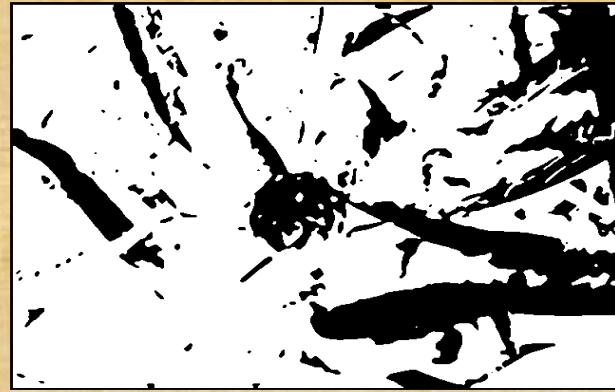
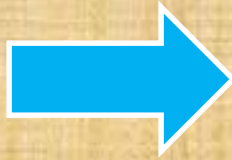
- **A.H.R.**

- Velocità di avanzamento costante = 20 cm/s;
- Produttività = 1,2 carciofi/sec;
- Produttività ORA = 4320 carciofi/h;
- Produttività TOTALE = **34560 carciofi/8h**;
- Quantità ORA = **864 Kg/h** (peso unitario carciofo 200 g).

- **A.P.R.**

- Velocità di avanzamento costante senza l'attivazione del controllo = 2 m/s;
- Produttività = 0,13 carciofi/sec = 8 carciofi / min;
- Produttività ORA = 480 carciofi/h;
- Produttività TOTALE = **3840 carciofi/8h**;
- Quantità ORA = **96 Kg/h** (peso unitario carciofo 200 g).

Sistema di visione artificiale



Il corretto posizionamento avviene mediante un **algoritmo di visione artificiale**.

Durante i test, l'algoritmo di riconoscimento ha evidenziato una capacità di riconoscimento dei capolini pari al **85% del totale**.



Algoritmo di visione artificiale

L'algoritmo è stato simulato su una vasta serie di immagini, valutando tempi di calcolo ed efficienza.

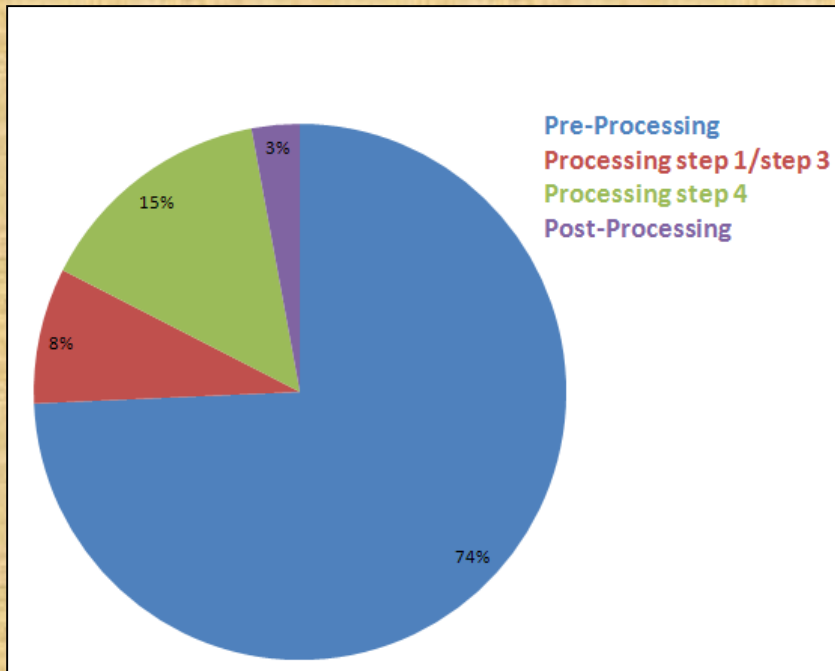


Immagine	Target presenti	Target individuati	Falsi Positivi	FP filtrati	Efficienza target [%]	Efficienza falsi positivi [%]
DSCN4107	1	1	1	1	100	100
DSCN4108	1	1	1	1	100	100
DSCN4109	1	2	2	1	100	50
DSCN4110	1	1	0	0	100	100
DSCN4111	1	2	5	4	100	80
DSCN4116	1	2	3	2	100	67
DSCN4117	1	2	1	0	100	0
DSCN4118	1	1	3	3	100	100
DSCN4119	1	1	3	3	100	100
DSCN4120	4	3	1	1	75	100
DSCN4123	3	3	0	0	100	100
DSCN4138	1	2	3	2	100	67
DSCN4139	1	1	1	1	100	100
DSCN4140	1	1	1	1	100	100
DSCN4141	0	1	5	4	0	80
DSCN4142	1	2	1	0	100	0
DSCN4143	1	1	1	1	100	100
DSCN4144	1	1	2	2	100	100
DSCN4145	1	2	1	0	100	0
DSCN4150	2	1	4	4	50	100
DSCN4151	3	2	3	2	67	67
DSCN4169	3	2	2	2	67	100
DSCN4170	1	0	3	1	0	33

Mean Values

85%

76%

Risultati Sperimentali

Obiettivo: stima della resa (efficienza in termini di raccolta)

I fattori allo studio sono stati i seguenti:

- **2 cultivar:** Harmony F1 e Madrigal F1;
- **2 sesti di impianto:** file semplici e bine o quinconce;
- **4 investimenti unitari:** A, B, C, D;
- **2 tipologie di raccolta:** selettiva e di massa.

La simulazione di raccolta selettiva si è svolta nell'arco di cinque sessioni per la tipologia Harmony F1, e nell'arco di quattro sessioni per la tipologia Madrigal F1.

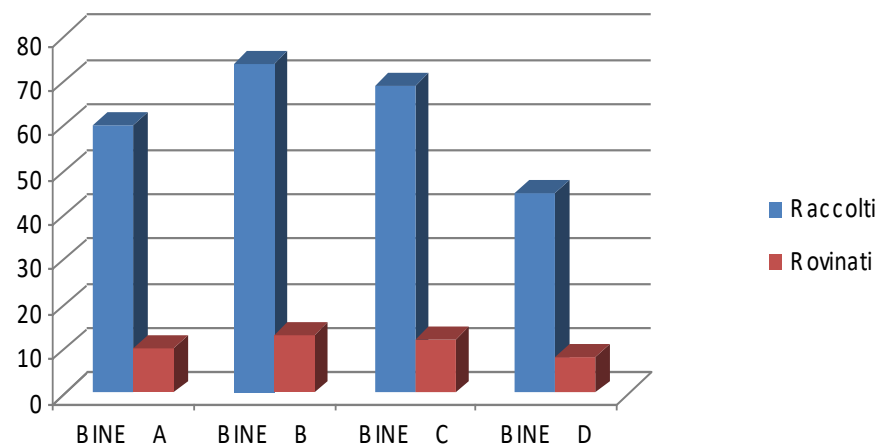
Nella simulazione di raccolta selettiva si sono conteggiati tutti i capolini raccolti manualmente considerando il sistema di visione efficiente all'85%

Nella simulazione di raccolta a stuolo è stata calcolata la media di tutte le altezze da terra dei capolini raccolti; si è fissata la barra falciante all'altezza data dalla media, si è calcolato il grafico di dispersione delle altezze, e si sono dunque conteggiati i capolini rovinati

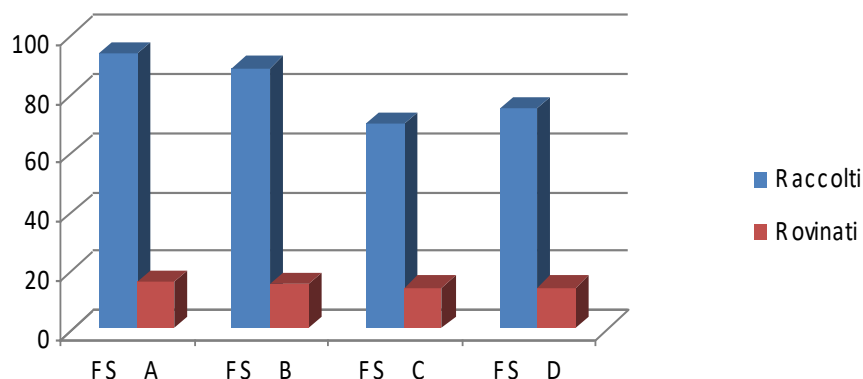
Simulazione di raccolta selettiva

Una simulazione della procedura automatica di raccolta è stata effettuata attraverso la raccolta manuale dei capolini.

Harmony bine, raccolta selettiva

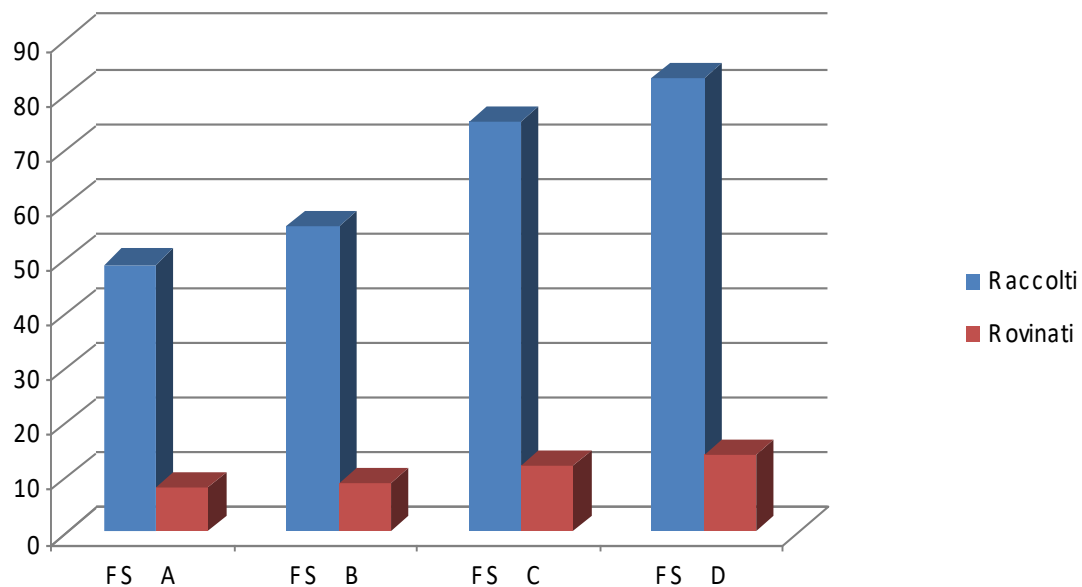


Harmony fila semplice, raccolta selettiva

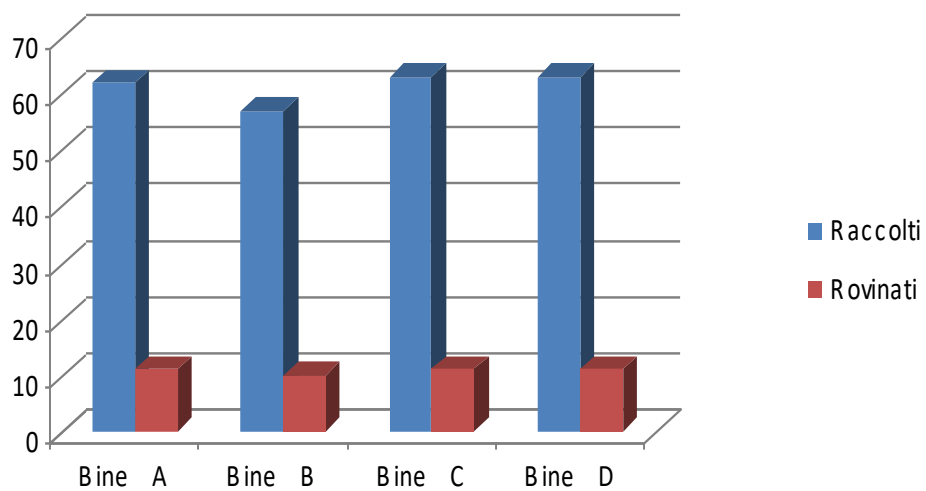


Dopo la raccolta si è proceduto a contare i capolini e a riportare le statistiche nei grafici.

Madrigal file, raccolta selettiva



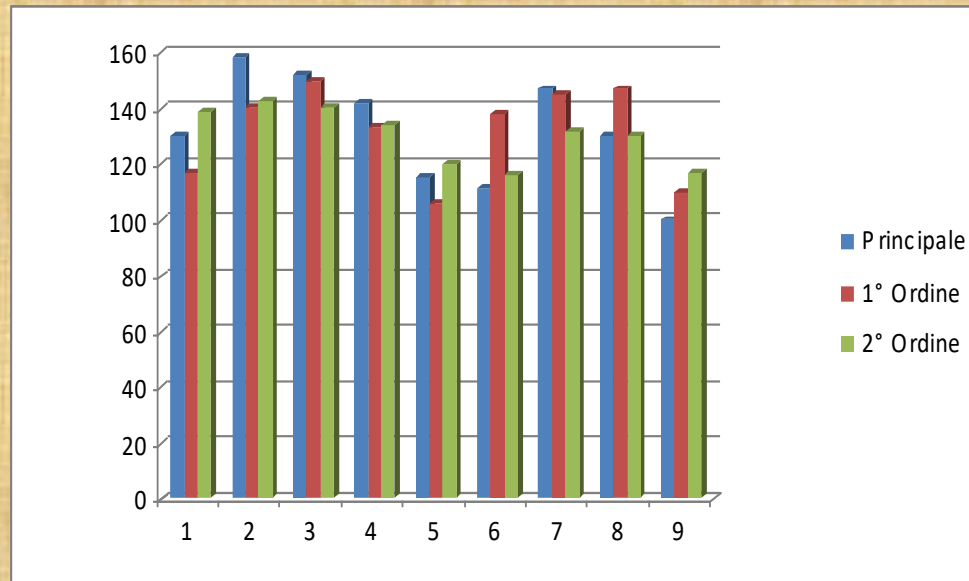
Madrigal bine, raccolta selettiva



Simulazione di raccolta a stuolo

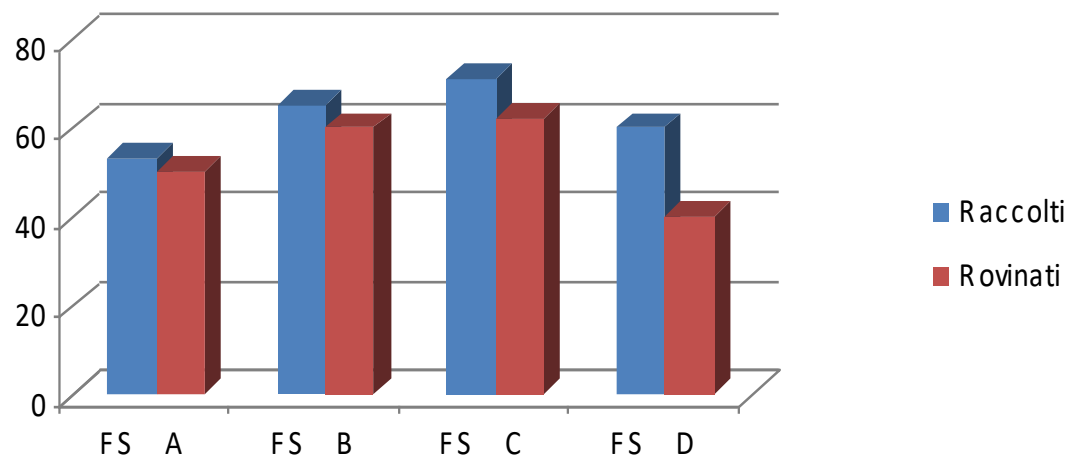
Si è supposto l'utilizzo di una barra falciante regolabile in altezza.

Si è calcolata la media delle altezze dei capolini raccolti e si è fissata l'altezza della barra falciante.

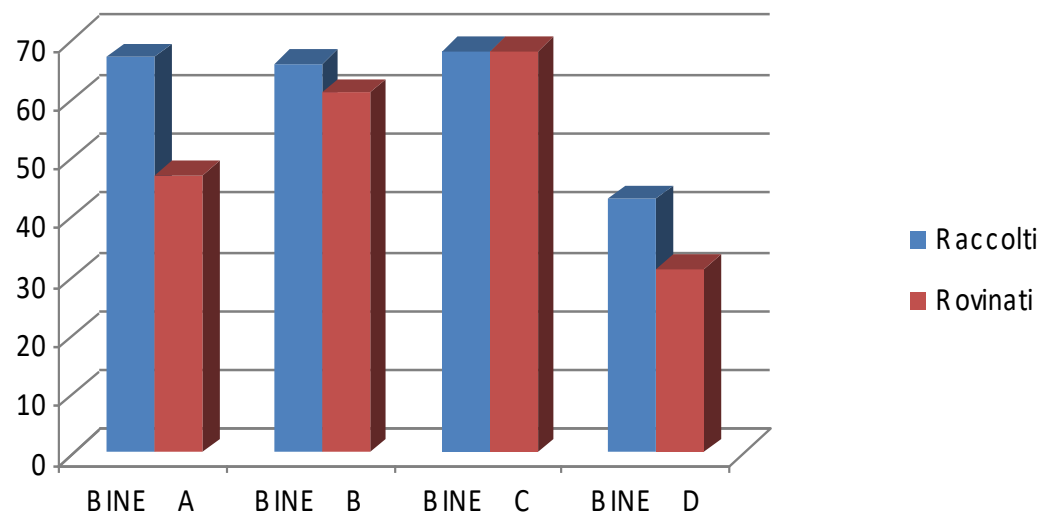


Esempio Andamento delle altezze relativo alla cultivar Madrigal F1 file semplici

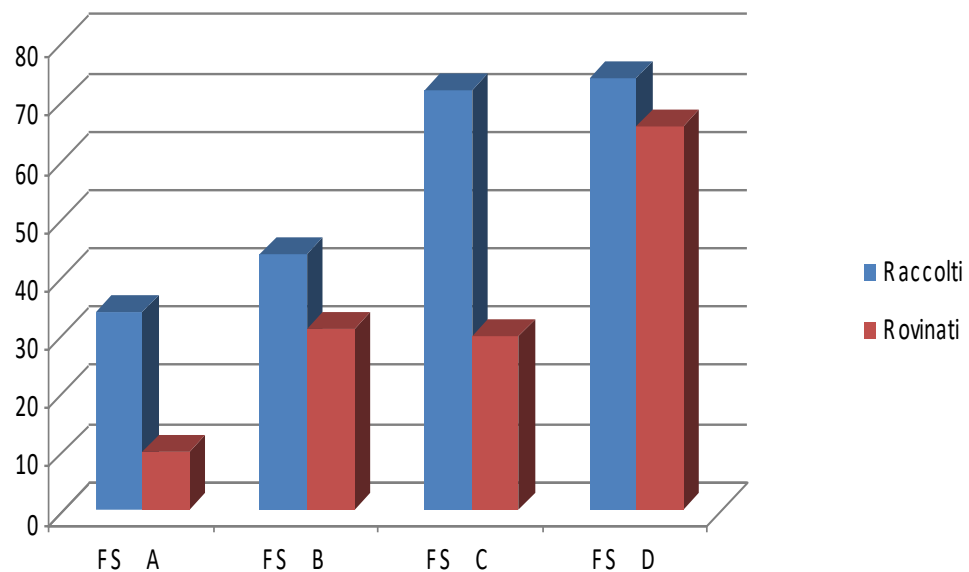
Harmony fila semplice, raccolta a stuolo



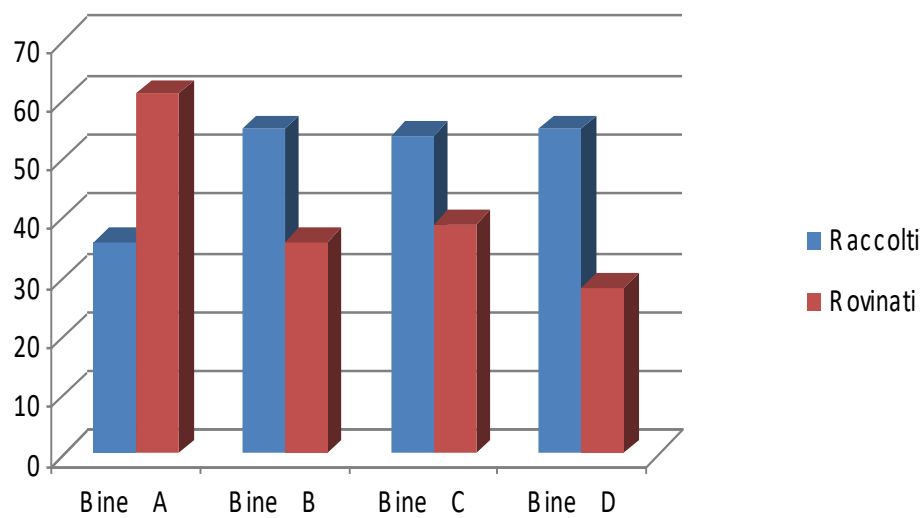
Harmony bine, raccolta a stuolo



Madrigal file, raccolta a stuoio



Madrigal bine, raccolta a stuoio



Conclusioni

Vantaggi produttivi

- Riduzione dei costi di raccolta
- Riduzione del tempo medio di produzione

Innovazioni tecnologiche

- Sviluppo di varietà di carciofo per l'impiego specifico di tecnologie innovative
- Valorizzazione degli scarti

Opportunità commerciali

- Introduzione di una nuova automazione nel settore agricolo
- Conquista di nuovi mercati internazionali