



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Il Progetto RHEA: progettazione di una irroratrice innovativa per i trattamenti alle coltivazioni arboree da implementare su una flotta di

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Il Progetto RHEA: progettazione di una irroratrice innovativa per i trattamenti alle coltivazioni arboree da implementare su una flotta di robot autonomi / M.Vieri ; A.Peruzzi ; L.Emmi ; M.Raffaelli ; M.Fontanelli ; M.Rimediotti ; C.Frasconi ; D.Sarri ; R.Lisci ; P.Gonzalez-de-Santos. - ELETTRONICO. - (2011), pp. -.. (Convegno di Medio Termine Associazione Italiana di Ingegneria Agraria Belgirate (VB) 22-24 settembre

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/593913> of the repository was last updated on 2019-07-25T08:38:26Z

Publisher:

..

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)



IL PROGETTO RHEA: PROGETTAZIONE DI UNA IRRORATRICE INNOVATIVA PER I TRATTAMENTI ALLE COLTIVAZIONI ARBOREE DA IMPLEMENTARE SU UNA FLOTTA DI ROBOT AUTONOMI.

**M. Vieri¹, A. Peruzzi², L. Emmi³, M. Raffaelli², M. Fontanelli², M. Rimediotti¹, C.
Frasconi², D. Sarri¹, R. Lisci¹ and Pablo Gonzalez-de-Santos³.**

- (1) Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze
- (2) Sezione Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola, Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università di Pisa
- (3) Centre for Automation and Robotics, Spanish National Research Council, UPM-CSIC

SOMMARIO

Uno degli scenari di applicazione del Progetto RHEA (Robot fleets for Higly Effective Agriculture and forestry management) è quello relativo alla progettazione e al collaudo di una unità autonoma per la applicazione degli prodotti fitosanitari irrorati alle colture arboree ed in particolare all'olivo ed alle colture legnose per produzione di biomassa da energia. Il Progetto RHEA, presentato nella sua visione integrale in un'altra specifica relazione, ha come obiettivo quello di realizzare un sistema integrato di monitoraggio, gestione e attuazione delle operazioni colturali. L'architettura del sistema RHEA è molto complessa e prevede la compartecipazione di competenze multidisciplinari che cooperano alle interrelazioni dei molteplici sistemi di monitoraggio, decisione, attuazione, tra loro integrati nei diversi sistemi di trasmissione ed automazione oggi disponibili.

Le Unità operative di "meccanica agraria" di Madrid, Pisa e Firenze hanno il compito di realizzare gli attuatori finali in tre contesti specifici: frumento, mais ed olivo. Nel primo caso i robot dovranno effettuare trattamenti chimici per il controllo della flora spontanea, mentre nel mais saranno impiegati solo mezzi fisici.

Per il terzo scenario di riferimento si sta lavorando alla realizzazione del modulo di irrorazione alla chioma delle colture arboree, avendo come modello la geometria vegetale dell'olivicoltura intensiva e superintensiva. L'irroratrice applicata al piccolo trattore autonomo deve riconoscere presenza, forma e spessore delle diverse fasce orizzontali della chioma adattando l'attivazione, la quantità, il tipo di irrorazione e controllando, inoltre, la direzione e l'apertura dei diffusori di aria sempre relativamente alle diverse fasce di vegetazione.

Parole chiave: agricoltura di precisione, irrorazione a rateo variabile, robotica, sistemi di controllo delle flotte.

1 INTRODUZIONE

Le attuali possibilità tecnologiche, sempre più integrate fra i diversi settori scientifici e tecnologici, rendono oggi possibile l'impiego di sistemi complessi di monitoraggio, decisione, attuazione. Gli investimenti in questa direzione sono divenuti, d'altronde, un generalizzato obiettivo in relazione ai condivisi orientamenti dalle comunità internazionale, che trovano il loro punto di avvio nel "protocollo di Kyoto" emesso e sottoscritto l'11 dicembre 1997 da più di 160 Paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e ratificato a livello internazionale il 16 febbraio 2005.

A ciò si aggiungono le disposizioni Comunitarie sulla qualità e salubrità degli alimenti; ecco allora che emerge la necessità di rivalutare la facile soluzione di impiego degli antiparassitari di sintesi che è stato uno dei 4 cardini fondamentali (meccanizzazione, prodotti chimici di sintesi, irrigazione, sementi ad alta efficienza) della cosiddetta "rivoluzione verde" del secondo dopoguerra in Italia.

Nella sola Unione europea vengono impiegate oltre 250 kt di "pesticidi" (270 kt nel 2007) per la protezione degli alimenti. Ciò rappresenta un valore di mercato superiore a 7,000 milioni di € ogni anno. La protezione delle colture e degli alimenti costituisce la base della cultura agronomica, nella considerazione che i prodotti fitosanitari costituiscono una protezione di valore 4 volte superiore al loro costo se ne comprende, quindi, l'importanza.

Si deve d'altronde considerare che le perdite e dispersioni di prodotto sono ingenti: già nel 1964 le ricerche di Brown (Brown & Pal, 1971) avevano rilevato come, nell'impiego degli insetticidi, solamente lo 0,1% del prodotto chimico veniva efficacemente assunto dall'organismo da combattere. Le recenti ricerche sulla applicazione dei prodotti fitosanitari alle colture arboree hanno dimostrato come mediamente vi sia una dispersione di prodotto del 50-75 % così suddivisa: 5-15% per deriva, 20-60% (Doruchowski *et al.*, 2009).

Tale esternalità negativa (tenendo presente che con "esternalità" si intende tutto ciò che ha effetto negativo o positivo, esterno o interno all'azienda, e che non viene considerato nella contabilità aziendale) ha un costo che negli USA è stato valutato in 8,000 milioni di € ogni anno.

Il recupero di un controllo della applicazione puntuale e mirata, reso oggi possibile su vasta scala grazie alle nuove tecniche della PF (agricoltura di precisione) e della ITC (comunicazione e informazione computerizzata) rende possibile una applicazione a rateo variabile (VRA) che consente di ottimizzare notevolmente l'impiego dei prodotti di sintesi (Rider *et al.*, 2006).

Il più semplice esempio è dato dal famoso schema di Raigl e Felber (1991) che illustra con semplicità e chiarezza come l'impiego del solo dispositivo di apertura e chiusura automatica degli erogatori possa non disperdere il prodotto che altrimenti verrebbe applicato anche nei "buchi" di vegetazione.

Ciò giustifica la scelta del progetto RHEA in merito alla realizzazione di un gruppo di irrorazione alle colture arboree. La scelta dell'Olivio e delle colture arboree da "energia" risiede nella loro importanza strategica ed economica nel ruolo multifunzionale della attività agricola.

Uno degli scenari di applicazione del progetto RHEA è quello delle colture arboree distinto in coltivazioni di elevata importanza strategica sia per l'interesse relativa alla loro espansione potenziale negli anni futuri, sia per l'importanza crescente della

produzione di energia da biomasse, sia per la loro rilevanza nell'area mediterranea.

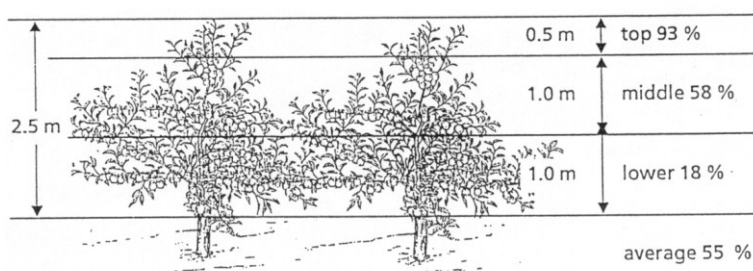


Figura 1. Perdite prevedibili nella parete discontinua delle colture arboree (Raisgl e Felber, 1991)

In Europa il 65% delle energie rinnovabili è costituito dalle biomasse provenienti prevalentemente dai prelievi forestali. Uno sviluppo esponenziale si deve, d'altronde, alle nuove tecniche di coltivazione di piante per impiego energetico denominate Short Rotation Woody Crops [SRWC], che impiegano prevalentemente pioppo, salice, nocciolo. Sebbene ad oggi l'estensione di queste coltivazioni sia di soli 40 kha in Europa i programmi di riconversione energetica prevedono un loro incremento fino a 5 Mha nel 2020.

L'altra coltura arborea presa in esame dal progetto è l'olivo. La crescente domanda di olio di oliva che attualmente soddisfa solamente il 5% degli olii a livello mondiale è dovuta a due fattori tra loro sinergici: il forte interesse nelle diete ricche di alimenti nutraceutici e il cambiamento climatico, che ne amplierà ancora la coltivazione sia in Europa, sia nel mondo intero.

Queste due tipologie di colture che sono assimilabili nelle conformazioni geometriche generali sono state individuate come modello di ricerca applicabile a tutte le altre colture arboree dalla vite ai frutti pendenti.

In questa memoria viene descritta la macchina per la applicazione dei prodotti fitosanitari irrorati sulla chioma delle colture arboree ed in particolare, come da obiettivi del progetto RHEA, sull'olivo, che è stato scelto per la sua conformazione morfologica riconducibile a molte delle colture arboree. Ciò rientra nell'obiettivo RHEA il cui fine ultimo è quello di realizzare una flotta di unità mobili autonome per la difesa delle colture. Informazioni più dettagliate in merito sono riportate in un lavoro specifico nell'ambito di questo convegno.

2 IL PROGETTO RHEA: UNA BREVE DESCRIZIONE

Il Progetto RHEA, finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro dell'Unione Europea e coordinato dal Prof. Pablo Gonzalez-de-Santos dello CSIC di Madrid, ha come obiettivo quello di realizzare tre diverse macchine autonome in grado di interagire tra loro e con l'operatore "umano", lavorare in flotte ed operare in tre contesti specifici e diversi: colture di frumento, mais ed olivo. Le diverse operatrici saranno accoppiate ad una stessa tipologia di motrice leggera e di bassa potenza, naturalmente dotata di una complessa sensoristica, di controllo, ricezione e trasmissione dei dati.

La Sezione di Ingegneria dei Biosistemi Agro-Forestali (ex DIAF) del Dipartimento

di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali dell'Università di Firenze ha come compito principale quello di progettare e realizzare l'unità di irrorazione ad aeroconvezione per l'applicazione dei prodotti alle colture arboree.

3 DESCRIZIONE DELLA OPERATRICE AUTONOMA

Sulla base degli obiettivi del Progetto RHEA di cui la figura 2 riporta lo schema dei 3 moduli della "flotta", l'unità operativa della Università di Firenze prevede la realizzazione di un gruppo di irrorazione automatizzato per il trattamento alle colture arboree.

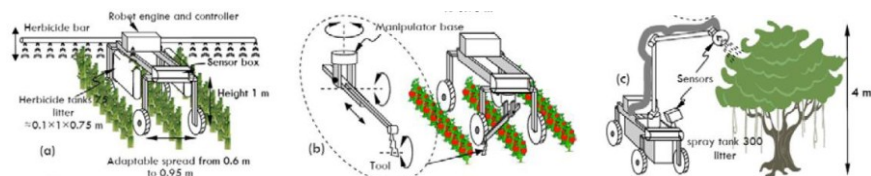


Figura 2. Rappresentazione schematica delle unità operative mobili previste nel RHEA

La prima scelta è stata quella di ottimizzare la proposta iniziale con l'adozione di un sistema a diffusori multipli e non il modulo singolo a movimento "armonico", al fine di evitare la tipica disuniformità di deposizione a onda, come illustrato nella figura 3.

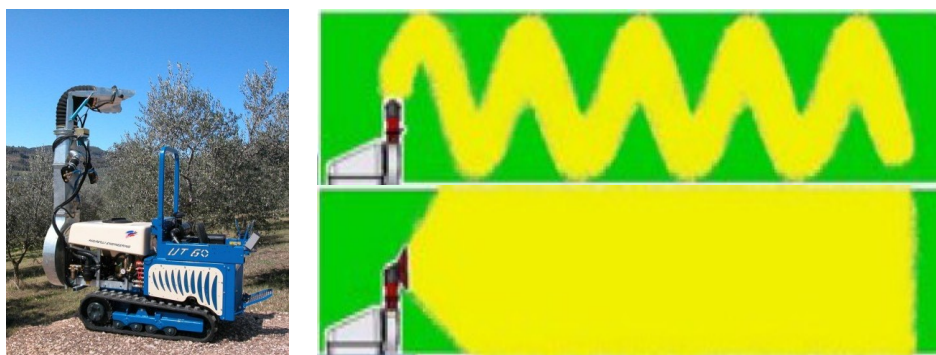


Figura 3. Esempio di irroratrice semovente con diffusore unico su braccio mobile e illustrazione dei problemi derivanti dall'impiego di un unico diffusore nella irrorazione su una parete vegetale

Le altre scelte hanno dovuto tenere in considerazione il vincolo imposto dal progetto che prevede, inoltre, la realizzazione di una unità leggera con necessità di limitata potenza.

Le soluzioni prese in esame sono molteplici e riguardano moduli di irrorazione che possono avere ventilatore autonomo, o che si avvalgono di un unico ventilatore.

Molto interessanti sono le soluzioni proposte dalla ditta americana Proptec e dalla ditta australiana Sardi. Al riguardo, nella figura 4 sono illustrati i moduli base e una delle infinite configurazioni che si possono realizzare.

Il suggestivo modulo americano della Proptec Rotary Sprayer con polverizzazione centrifuga richiede un azionamento idraulico o elettrico con 5kW di potenza per ogni modulo; cambiando i “piatti di polverizzazione”, che hanno una velocità di rotazione impostata a 5.500 giri al minuto, si ottengono gocce da 50 a 11 micron, con una portata di miscela liquida variabile da 0 a 24 dm³/min e una portata di aria da 0 a 800 m³/h. Il Sardi fan è simile al precedente, ma adotta la polverizzazione per pressione con 6 polverizzatori disposti a corona sul diffusore esterno. Anche il modulo con ventilatore e diffusore tangenziali (tipo Holder) ha le stesse specifiche di potenza e portata di aria, con l’adozione di un numero variabile di polverizzatori a pressione.

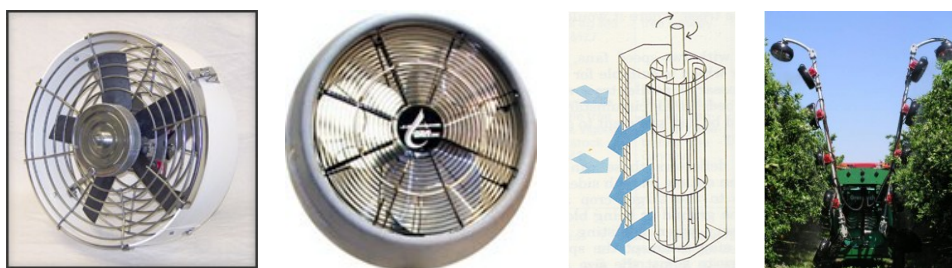


Figura 4. I moduli di irradiazione con ventilatore autonomo: Proptec, Sardi, tangenziale Holder, bracci con moduli Sardi su frutteto.

La scelta è ricaduta su un quarto sistema che si differenzia dai precedenti per il ventilatore unico applicato direttamente alla p.d.p. del trattore che richiede circa 15 kW; il che riduce notevolmente le dispersioni dovute all’alternativa di un impianto idraulico o elettrico a bassa tensione.



Figura 5. Il sistema Oktopus a 10 moduli di irradiazione e rappresentazione schematica di una delle funzioni applicate al modulo robotizzato del Progetto RHEA per le colture arboree.

L’Oktopus progettato già alla metà degli anni ’90 dalla U.O. di Firenze in collaborazione con la Nobili Khun, ha una estrema variabilità nelle configurazioni possibili:

- ✓ il ventilatore può essere diversamente dimensionato e può avere portata e pressione variabili con semplici regolazioni sulla aspirazione e sulle singole mandate;

- ✓ il diffusore può avere configurazione diversa (cilindrico, schiacciato a fessura con varie ampiezze possibili del ventaglio);
- ✓ è possibile adottare un doppio diffusore schiacciato per migliorare la turbolenza o per effettuare un doppio trattamento differenziato;
- ✓ è possibile scegliere fra i polverizzatori per pressione o del tipo pneumatico, entrambi con portata e grado di polverizzazione variabili;
- ✓ è possibile adottare il particolare sistema di carica elettrostatica controllata.

I dispositivi innovativi che si stanno sviluppando riguardano le seguenti funzioni: a) la variazione della erogazione della miscela e della polverizzazione, o con impiego di un innovativo sistema a impulsi, o con una regolazione su un polverizzatore pneumatico; b) la regolazione della portata di aria su ogni modulo; c) la variazione della inclinazione dei due moduli terminali (in alto e in basso) per migliorare la deposizione nelle zone sensibili della chioma.

Il sistema prevede la navigazione automatica nei filari e una serie di sensori prossimali posti su 5 fasce orizzontali sui 4 m di altezza utile di trattamento, controllano su ognuno dei 5 moduli la applicazione della miscela in proporzione allo spessore della vegetazione, la regolazione del flusso di aria o la loro interruzione.

I diversi attuatori (elettrovalvole, motori a rotazione controllata, pistoni elettrici) sono comandati dal sistema di controllo *onboard* che unisce il programma operativo gestito dal "mission manager" e inviato in telemetria alle unità della flotta in campo.

4 CONCLUSIONI

Il Progetto RHEA costituirà un importante punto di riferimento per la innovazione nell'indispensabile controllo delle operazioni di difesa delle colture. Le integrazioni tecnologiche di elevatissimo livello consentiranno di effettuare applicazioni mirate con una riduzione attesa delle dosi applicate dell'ordine del 70%. Tre sono i fattori che rendono interessante tale prospettiva: il progressivo abbassamento dei costi delle nuove tecnologie; la sempre maggiore evoluzione del livello di know-how degli operatori verso queste nuove tecnologie; la rilevante riduzione dei prodotti fitosanitari impiegati.

Ringraziamenti. RHEA è un progetto finanziato dall'UE nell'ambito del Settimo Programma Quadro (Progetto n°245986). Gli autori desiderano ringraziare tutti i partner del progetto RHEA, la lista dei quali non viene riportata per motivi di spazio, ma può essere facilmente reperita sul web (www.rhea-project.eu).

BIBLIOGRAFIA

- Brown A.W.A., Pal R. Insecticide resistance in arthropods. World Health Organization Monograph Series 38. Geneva 1971 (second edition from 1958).
- Raisgl U., Felber H., 1991 - Comparison of different mist blower and volume rates for orchard spraying. B C P C Mono n. 4 6 Air Assisted Spraying in Crop Protection.
- Klein RN, Ogg CL. Spray drift of pesticides. NebGuide, University of Nebraska, Lincoln, 2007.
- Doruchowski G., Swiechowski W., Holownicki R. (2009) Environmentally-Dependent Application System (EDAS) for safer spray application in fruit growing. Journal of Horticultural Science & Biotechnology (2009) ISAFRUIT Special Issue 107–112.