

Tracciabilità nella filiera floricola

I. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la globalizzazione e l'affermazione di paesi produttori emergenti hanno comportato evidenti cambiamenti nel mercato florovivaistico. L'Italia si connota come un Paese produttore: il valore della produzione – ai prezzi base – del settore piante e fiori nel 2008 è stato di circa 1,65 miliardi di euro, pari al 6% sull'intera produzione agricola nazionale e al 16% della produzione florovivaistica europea (l'Italia è al secondo posto solo dopo l'Olanda – fonte INEA, 2009). L'import/export intraeuropeo di piante fiorite in vaso ha un valore di circa un miliardo di euro, ed è dominato dalle esportazioni olandesi che sono pari al 65% delle esportazioni totali intraeuropee. Come per i fiori recisi, anche nel settore delle piante in vaso si è affermata la concorrenza internazionale che è costituita soprattutto dai Paesi asiatici (Taiwan, Tailandia, Cina) i quali importano in Europa piante per circa 25 milioni di euro. L'affermazione dei mercati nordeuropei è dovuta anche a un forte sviluppo delle ICT (*Information and Communication Technologies*) che hanno favorito l'integrazione orizzontale e verticale degli attori delle *supply chain* floricole, la cui *governance* si è spostata dal produttore alle aste, a cui i commercianti possono partecipare anche *on-line* da postazioni remote. Più recentemente, le preferenze riguardo al punto vendita anche dei prodotti floricoli vedono una crescita della quota distribuita presso i centri commerciali. Questa realtà rende il consumatore stesso in grado di influenzare direttamente l'offerta del prodotto floricolo il cui acquisto, dati i grossi volumi delle forniture, avviene sempre più a monte della filiera senza intermediazione delle grandi aste (Cheng et al., 2010).

* Università degli Studi di Torino, DEIAFA

Un efficiente *supply chain management* in floricoltura deve essere in grado di garantire una ottimale reperibilità del prodotto (consegne rapide anche di piccole partite – *real time*) con gamme merceologiche che debbono rispondere a tendenze legate alla moda, alle festività, alla garanzia del rispetto delle condizioni etiche di lavoro, ecc.

Le aziende nazionali, di ridotte dimensioni, per fronteggiare questa rapida e dinamica evoluzione del mercato devono incrementare l'efficienza delle reti commerciali e logistiche per poter affrontare i mercati internazionali (Bellusi, 2008).

A tal scopo, si è assistito allo sviluppo di grandi mercati floricoli a livello nazionale e sono stati creati i Distretti Floricoli: quello del Ponente Ligure (fiori e fronde recise, piante in vaso e materiale vivaistico), quello del Lago Maggiore (piante arbustive acidofile), quello interprovinciale di Lucca e Pistoia (fiori e fronde recisi e piante da fiore in vaso) e quello Siciliano (piante in vaso e agrumi ornamentali).

La definizione di obiettivi comuni e la gestione sullo scambio di informazioni tra le diverse entità aziendali consentono l'organizzazione della produzione e degli scambi lungo la filiera nonché la condivisione delle reciproche problematiche produttive e di mercato dei Distretti o dei gruppi di produttori. Tale risultato è ottenibile mediante la creazione di *network virtuali* in cui le aziende, pur rimanendo entità distinte, creano una rete informativa tramite tecnologie ICT avanzate raggiungendo il risultato di potersi confrontare anche con le grandi aziende.

L'identificazione della singola pianta o delle partite permette di gestire le informazioni sulle movimentazioni lungo la filiera, facilita la gestione aziendale e dei consorzi, favorisce la logistica e l'e-business, contribuendo a contrastare il fenomeno della contraffazione, garantendo l'originalità del marchio e la preservazione del materiale genetico originale.

I sistemi RFID (acronimo di *Radio Frequency IDentification*) stanno già interessando il mercato floricolo. In alcune aste nordeuropee, le cui strutture sono di enormi dimensioni (di superficie pari a centinaia di campi da calcio), si deve gestire, infatti, un'elevatissima quantità di merce altamente deperibile che deve essere smistata e commercializzata in poche ore. I carrelli che movimentano i lotti sono dotati di un *microchip* la cui lettura avviene mediante antenne collocate nel pavimento nelle aree dove il prodotto è caricato, bandito, trasportato e scaricato. Questo sistema consente di ottenere continue informazioni riguardanti la localizzazione dei diversi lotti di fiori e piante all'interno del mercato. Nella zona di carico, poi, la lettura del codice del carrello mediante dispositivi palmari

consente al conducente di acquisire le informazioni sull'esatta tipologia e quantità della merce trasportata.

Questo sistema è utilizzato anche da alcune aziende di servizi che noleggiavano i carrelli utilizzati in floricoltura al fine di gestire la flotta e di ottenere un risparmio sulla manutenzione, evitando di ritirare e riparare erroneamente carrelli non appartenenti alla propria flotta e tipicamente di bassa qualità. L'introduzione dei carrelli dotati di identificatore RFID ha tuttavia creato una forte reazione negativa da parte dei produttori di fiori in quanto, a fronte di un incremento dei costi legati all'acquisto di dispositivi palmari per la lettura, non è stato intravisto un vantaggio se non per i fornitori dei carrelli.

Pur essendo pienamente comprensibili le ragioni del rifiuto nell'utilizzo della tecnologia RFID nei termini in cui è avvenuta l'imposizione, dovrebbero essere valutati i vantaggi conseguibili mediante l'identificazione a radiofrequenza dei carrelli in situazioni dove, ad esempio, sia possibile gestire le informazioni sui lotti mediante l'abbinamento del codice del *microchip* ai lotti di prodotto caricati sui pianali.

L'identificazione *item-level*, cioè a livello della singola pianta eviterebbe però il manifestarsi di errori dovuti alla gestione erranea della movimentazione dei lotti. Inoltre in alcune realtà (presenza di *royalties* sulle varietà), l'apposizione di un identificatore elettronico permetterebbe di contribuire a contrastare il fenomeno della contraffazione.

Il presente lavoro ha lo scopo di presentare le opportunità tecnologiche per l'automazione della tracciabilità nel settore florovivaistico. In particolare si riportano i risultati di un progetto volto alla valutazione delle potenzialità dell'introduzione di sistemi RFID per l'identificazione della singola pianta nel settore floricolo al fine di ottimizzarne il *management* delle informazioni sia all'interno della serra di propagazione del materiale genetico, sia nelle fasi successive della filiera produttiva. Il progetto di ricerca, finanziato dalla Regione Piemonte in collaborazione con il Consorzio dei Fiori Tipici del Lago Maggiore, ha riguardato l'identificazione elettronica di varietà di *Camelia* e *Azalea*. L'attività sperimentale è stata svolta presso l'azienda Tecnoverde (Verbania), dove viene effettuata la radicazione di talee per la propagazione delle diverse varietà. Le piantine prodotte vengono portate quindi allo stadio di accrescimento finale presso le aziende del Consorzio.

Nel caso specifico, oltre alla acquisizione automatizzata dei dati di tracciabilità delle piante lungo la filiera, era richiesta anche una soluzione anti-contraffazione per la protezione dell'originalità del marchio dei Fiori Tipici del Lago Maggiore e delle singole varietà.

2. VALUTAZIONE DI SISTEMI RFID OPERANTI A DIVERSE FREQUENZE

L'integrazione dei sistemi RFID per la tracciabilità dei processi nel settore agrario e agroalimentare è spesso problematica per le caratteristiche degli oggetti che si devono identificare e per gli ambienti in cui si opera. I sistemi RFID attualmente utilizzati e rispondenti agli standard internazionali operano a bassa frequenza (*Low Frequency*, da 125 a 134 kHz), alta frequenza (*High Frequency*, 13.56 MHz), e, più recentemente, ultra alta frequenza (*Ultra High Frequency* o UHF, 868 ÷ 915 MHz).

La messa a punto di un sistema di tracciabilità richiede, innanzitutto, la valutazione preliminare dei punti, lungo il flusso produttivo, ove vi sia la necessità di identificare il prodotto.

Una volta individuate le esigenze di registrazione delle operazioni, la ricerca consiste quindi nella risoluzione dei problemi tecnologici che si possono verificare nell'identificazione degli oggetti considerati mediante i dispositivi a punto fisso o i terminali mobili, ai fini di individuare sistemi adeguati per campo di lettura, capacità di operare nell'ambiente considerato ed efficienza nella lettura singola o multipla.

La scelta della banda di frequenza deve quindi considerare le potenzialità nello specifico contesto in cui si opera. Infatti, se si adotta un sistema a ultra alta frequenza, è possibile effettuare la lettura dei dati di tracciabilità anche a notevole distanza (fino ad alcuni metri tra antenna e oggetto identificato) ma si ha una maggior interferenza in presenza di acqua e metalli che rendono il sistema inefficiente (elementi portanti della serra, bancali e dei carrelli metallici, elevata umidità ambientale e del suolo, stress meccanici e chimici provocati dalle movimentazioni, dai rinvasi, dall'irrigazione e dai trattamenti).

I sistemi a bassa frequenza riescono invece a comunicare con l'antenna anche attraverso materiali ad alto contenuto in acqua (sono utilizzati anche dispositivi posti sottocute o nel rumine degli animali), ma lo svantaggio dei sistemi LF risiede nel fatto che, per la corretta identificazione, l'antenna deve essere a distanza ravvicinata con l'oggetto da identificare. Inoltre, nei sistemi a bassa frequenza, data la minor velocità di trasmissione tra antenna e transponder, la possibilità di lettura contemporanea di più transponder nell'area di lettura, che attualmente viene risolta mediante interrogazioni successive applicando algoritmi che escludono la lettura degli oggetti già identificati, è assai inefficiente.

Un aspetto da non sottovalutare è il costo del sistema, in termini di costi fissi legati alle antenne, apparati di controllo e *software* e di costi variabili legati principalmente al costo del singolo identificatore elettronico. Attual-

mente gli identificatori più economici sono quelli che operano in ultra alta frequenza (costo unitario al di sotto dei dieci centesimi).

2.1 Gli identificatori elettronici

L'identificatore elettronico (comunemente detto *microchip* o, più tecnicamente, *transponder*), una volta applicato, assegna all'oggetto identificato un codice univoco standardizzato secondo specifiche normative internazionali. Il codice, che viene associato in un database alle diverse informazioni relative all'oggetto identificato, viene trasmesso a distanza a un apparato di lettura che presiede all'attivazione del *transponder* e alla decodifica del segnale mediante un *reader*.

Riguardo alla modalità di apposizione del *transponder* alla pianta in vaso, sono state valutate due ipotesi di utilizzo della RFID in floricoltura in base agli obiettivi del progetto. Un'ipotesi prevedeva di nascondere il *microchip* interrandolo in modo che non potesse essere in seguito visto, manipolato o estratto; l'interramento potrebbe essere una soluzione valida nel caso in cui il *microchip* sia utilizzato come dispositivo anticontraffazione. L'altra ipotesi prevedeva l'integrazione del *transponder* in un'etichetta che potesse anche essere stampata riportando barcode, Q-code e altre informazioni. Tale etichetta doveva essere solidamente collegata alla pianta e difficilmente rimovibile in quanto le fascette, le etichette e i cartellini attualmente in commercio possono essere facilmente rimossi e sostituiti. Il materiale di rivestimento del *transponder* deve essere compatibile con le condizioni di umidità, temperatura, shock meccanico, utilizzo di agenti chimici, caratteristici dei due ambienti (suolo e intorno della parte aerea della pianta).

La sperimentazione presso l'azienda Tecnoverde ha riguardato l'identificazione elettronica di varietà di *Camelia* e *Azalea*. Al fine di poter identificare la pianta dall'inizio del ciclo produttivo, l'apposizione del *transponder* è stata effettuata in occasione del primo rinvaso, quando la talea radicata in terriccio disposto in vassoi alveolati viene trasferita da operatrici in vasi di 10 cm di diametro.

Sono stati sperimentati diversi modelli di *transponder* RFID operanti in banda LF, HF o UHF, collocandoli in posizioni diverse all'interno del vaso.

Tra i *transponder* a bassa frequenza, che sono stati collocati all'interno del pane di terra, sono stati scelti dispositivi operanti a 125 kHz di forma circolare (diametro 30 mm, in resina poliammidica), e un tipo operante a 134 kHz commercializzato come auricolare per l'identificazione degli animali. Questi identificatori,

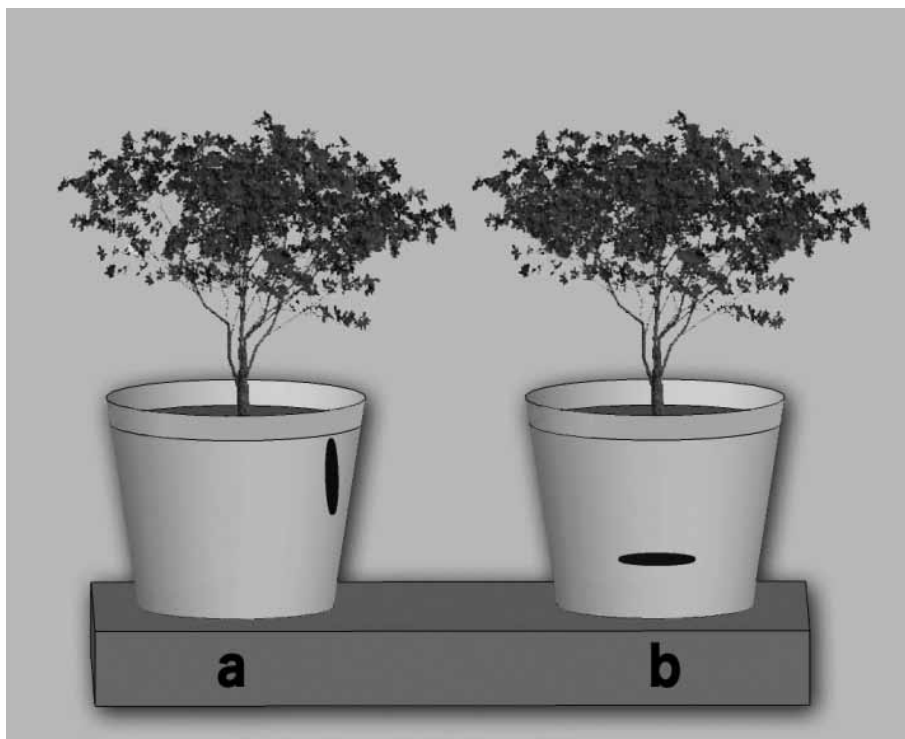


Fig. 1 *Posizione dei transponder LF all'interno del vaso: a) posizione verticale; b) posizione orizzontale*

ideati per altri usi, hanno un costo assai elevato per gli obiettivi del progetto, ma sono stati comunque utilizzati al fine di verificare la rispondenza del tipo di *microchip* più che del materiale di rivestimento che costituisce gran parte del costo dell'intero *tag*. Sono stati considerati due orientamenti del *transponder* interrato: orientamento orizzontale e verticale, come descritto in figura 1.

Nel caso dell'alta e dell'ultra alta frequenza, sono state progettate e realizzate etichette in PVC composte da due parti distinte: una superiore (85 x 55 mm) che contiene il transponder e una forata inferiore (80 x 25 mm) da inserire nella terra contenuta nel vaso (fig. 2). I fori presenti nella parte inferiore permettono alle radici della pianta, durante la fase di crescita, di penetrarvi circondando l'etichetta che viene così ancorata fortemente alla pianta.

Questa realizzazione evita il contatto della parte elettronica con la terra e con l'acqua contenute nel vaso e orienta verticalmente l'etichetta rendendone più agevole la lettura. L'etichetta è stata coperta da brevetto italiano (Barge et al., 2010).

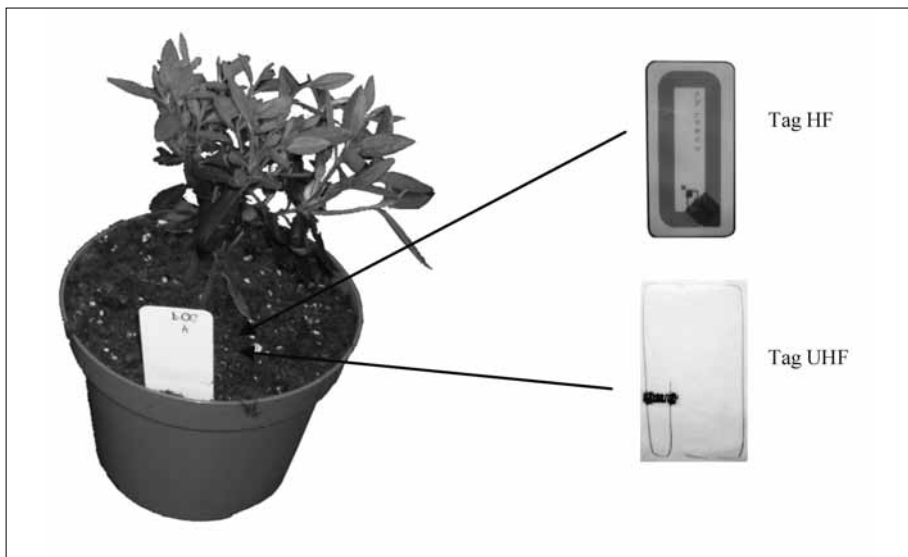


Fig. 2 Etichetta elettronica in PVC contenente il transponder (HF o UHF). La parte inferiore dell'etichetta, inserita nel pane di terra, è forata e permette l'ancoraggio del tag alla pianta

L'etichetta contenente il transponder UHF consente di ridurre la parte aerea a soli 85 x 35 mm, il che potrebbe rispondere maggiormente alle esigenze richieste nel settore floricolo.

Durante la sperimentazione, durata otto mesi, la funzionalità dei tag è stata periodicamente verificata per rilevare eventuali danneggiamenti ed è stato rilevato lo sviluppo dell'apparato radicale intorno al dispositivo.

2.2 Dispositivi di lettura

Sono state ipotizzate diverse modalità di rilevamento dei *transponder*: identificazione da parte di un operatore con lettore portatile o lettura a punto fisso in varchi opportunamente predisposti per la lettura su bancale mobile o sui carrelli su cui vengono movimentate le piante.

Mediante dispositivi portatili opportunamente configurati con *software* sincronizzati con il database aziendale, possono essere registrate le diverse operazioni effettuate in serra. Tali dispositivi, già utilizzati in logistica per il carico e scarico merci, sono modulari e consentono all'operatore di inserire

i dati manualmente operando sulla tastiera, di acquisire il bar code tramite scanner o identificare uno o più oggetti contemporaneamente mediante lettura RFID.

Durante la sperimentazione è stato utilizzato un palmare PDA Psion Teklogix – Workabout PRO dotato di moduli di lettura alle diverse frequenze (LF, HF e UHF). Per agevolare la lettura di *transponder* più distanti dall'operatore sono disponibili anche antenne brandeggiabili (*wand*) che possono essere indipendenti o collegate al palmare tramite connessione *wireless*. Nella ricerca è stata utilizzata un'antenna *wand* 815 x 35 mm per la lettura dei transponder a bassa frequenza secondo lo standard dell'identificazione animale (protocollo di comunicazione FDX-B in conformità con le ISO 11784 e 11785).

Le prove dinamiche invece sono state effettuate utilizzando antenne di tipo statico, nel cui campo di lettura vengono movimentate le piante identificate.

A bassa frequenza sono stati utilizzati un sistema statico a 125 kHz collegato a un'antenna a pannello di piccole dimensioni e un sistema di lettura utilizzato nel settore zootecnico la cui antenna a pannello è di dimensioni adatte per l'identificazione dei bovini. L'area di lettura generata dai due sistemi è analoga per conformazione nei diversi orientamenti antenna/transponder, ma più ampia nel caso dell'antenna per l'identificazione animale (Gay et al., 2008; Barge et al., 2009). Le antenne sono state posizionate di fianco, nel caso di interrimento in posizione verticale, o al di sotto, nel caso di interrimento in posizione orizzontale, a un nastro trasportatore utilizzato in serra per movimentare i vasi subito dopo il primo trapianto.

Ad alta frequenza (13.56 MHz), sono state svolte prove di lettura multiple e dinamiche predisponendo un varco le cui due antenne sono state posizionate parallelamente e frontalmente tra loro a una distanza di circa un metro. Le antenne sono sincronizzate (in configurazione Helmutz) e collegate a un *reader* che acquisisce da entrambe applicando un algoritmo anticollisione. Su due piani di un carrello del tipo utilizzato nella serra, sono state poste piante identificate mediante etichette HF posizionate con orientamento dapprima parallelo rispetto alle antenne (fig. 3) e quindi con orientamenti casuali. Il carrello è stato movimentato manualmente attraverso il varco. L'efficienza del sistema è calcolata mediante il rapporto tra il numero di *tag* rilevati sul totale dei *tag* presenti.

A ultra alta frequenza, i varchi sono stati creati mediante combinazioni di diverse antenne per verificare la massima efficienza di lettura multipla delle piante identificate sia su bancale che su carrello.



Fig. 3 Identificazione in lettura dinamica attraverso un varco RFID ad alta frequenza di piante in vaso con transponder in etichette



Fig. 4 *Identificazione di 80 piante movimentate su un bancale mediante antenne UHF*

Questi *gate* di lettura sono stati realizzati mediante una struttura che permetteva il posizionamento di combinazioni di più antenne a polarizzazione lineare o circolare.

Nella serra considerata, i lotti di vasetti sono movimentati mediante bancali mobili metallici movimentati su rotaie. È stata ipotizzata la lettura a punto fisso, collocando due antenne lineari lateralmente al bancale in movimento. Sul bancale sono state disposte le piante identificate elettronicamente mediante etichette UHF orientate casualmente. L'efficienza di lettura è stata confrontata con quella ottenuta aggiungendo al sistema una terza antenna a polarizzazione circolare montata su un supporto di legno sopra il bancale (fig. 4).

Per l'identificazione multipla e contemporanea delle piante caricate su carrello è stato realizzato un varco UHF intorno a una piattaforma rotante comunemente usata in serra per il confezionamento con film plastico dei carrelli prima della spedizione. Su tale varco sono state montate di 4 antenne a polarizzazione lineare e/o circolare in diverse combinazioni. Il varco è stato utilizzato per la lettura dinamica e multipla di vasi contenenti le etichette UHF in orientamento casuale (fig. 5). La lettura avveniva durante la rotazione del carrello per il tempo necessario per applicare il film plastico.



Fig. 5 *Lettura dinamica di 129 piante in vaso identificate con etichette UHF durante la fasciatura prima della spedizione*

3. RISULTATI

Al termine della sperimentazione tutti i transponder utilizzati, operanti alle diverse frequenze, sono risultati in buono stato e funzionanti.

I transponder LF interrati sono rimasti inglobati nell'apparato radicale per cui al successivo rinvaso sono stati trasferiti dagli operatori senza incorrere in rischio di eventuali perdite.

Le etichette non presentavano rotture e l'ancoraggio del dispositivo alla pianta è risultato stabile: la pianta poteva essere sollevata afferrandola dall'etichetta senza provocarne il distacco (fig. 6). L'accrescimento della pianta non è stato ostacolato dalla presenza dell'etichetta. La funzionalità delle etichette non è mai stata compromessa dalla presenza del terriccio ricco o di acqua. Per quel che concerne i dispositivi mobili a bassa frequenza, la lettura mediante il solo modulo del PDA, data la bassa potenza di lettura, è stata possibile solo a contatto del vaso il che rende l'identificazione difficoltosa e impraticabile nel caso di rinvaso in diametri maggiori. L'antenna brandeggiabile LF permette la lettura di tutte le piante sul bancale della serra. Tuttavia, siccome la lettura riguarda la singola pianta, nel caso in cui si debba identificare un intero lotto di piante sul bancale, la manodopera richiesta risulterebbe troppo elevata. Tale sistema potrebbe essere utilizzato, ad esempio, per identificare singole piante oggetto di studio in vivai dove è importante gestire piante madri per la selezione genetica.

Operando mediante dispositivi mobili in banda HF si possono ottenere piccoli miglioramenti nell'efficienza e nella distanza di lettura, che, purtroppo, non comportano una sostanziale differenza nell'operatività richiesta.

Mediante i dispositivi mobili in banda UHF, invece, è possibile compiere la lettura contemporanea di un centinaio di piante. Dato l'ampio campo di lettura, si potrebbe presentare il problema opposto, ovvero l'identificazione involontaria di piante che si trovano nelle vicinanze di quelle considerate. Tale problema può essere risolto regolando opportunamente la potenza del modulo UHF.

La prova di lettura dinamica effettuata mediante l'antenna a pannello a bassa frequenza di minori dimensioni posizionata a fianco al nastro trasportatore non ha fornito risultati soddisfacenti; infatti, le ridotte dimensioni dell'antenna non consentono di generare un campo sufficientemente ampio per ottenere un'adeguata efficienza di lettura. Buoni risultati sono stati invece ottenuti utilizzando l'antenna LF per identificazione animale, sia posizionata al lato sia al di sotto del nastro trasportatore. Come già precedentemente constatato (Gay et al., 2008), la presenza di più *transponder* nell'area di lettura in assenza di



Fig. 6 *Ancoraggio dell'etichetta elettronica al suolo*

protocolli anticollisione provoca la mancata identificazione di parte dei vasetti. È stato perciò necessario ridurre la larghezza del campo di lettura applicando una parziale schermatura del campo con pannelli metallici. Mediante questo accorgimento è possibile leggere tutti i tag contenuti nei vasi disposti sul nastro in movimento distanziati tra loro di 300 mm. L'identificazione delle piante su carrello mediante varco HF hanno dato buoni risultati di lettura solo nel caso in cui i tag erano disposti parallelamente rispetto all'antenna e il carrello era movimentato a una velocità ridotta (0,2-0,3 m/s). A velocità del carrello più elevate (0,5 m/s), solo l'85% dei tag è stato correttamente rilevato. Con le etichette disposte casualmente sul carrello è stata ottenuta una lettura incompleta (circa 80% di tag rilevati/tag presenti). Inoltre, deve essere considerato che, per ottenere la lettura di tutte le piante, l'altezza delle singole antenne dovrebbe essere portata a un valore all'incirca pari a quella del carrello.

I sistemi UHF possono essere facilmente impiegati in serra sia per l'identificazione della singola pianta sia per la lettura dinamica di più tag contemporaneamente.

L'identificazione dinamica delle piante di Azalea e Camelia su bancale mobile mediante due antenne poste a fianco del bancale ha fornito buoni risultati (96% di letture corrette), ma ai fini dell'applicazione pratica l'efficienza dovrà essere migliorata. L'aggiunta di un'ulteriore antenna circolare non ha comportato cambiamenti significativi dell'efficienza di lettura. Dato che la movimentazione delle piante in questa serra viene effettuata su questo tipo di bancale, la predisposizione di portali RFID all'entrata delle diverse serre permetterebbe la localizzazione di ogni lotto. Eventualmente anche il bancale potrebbe essere equipaggiato con un dispositivo RFID eventualmente di tipo attivo e in grado di rilevare alcuni parametri ambientali (umidità relativa, temperatura, ecc.).

Mediante i varchi a ultra alta frequenza costituiti da quattro antenne, è possibile effettuare correttamente l'identificazione automatica contemporanea di ogni singola pianta caricata su un carrello a pieno carico (più di 100 vasi). Tale risultato è stato raggiunto effettuando la lettura per circa un minuto che corrisponde al ciclo di apposizione del film plastico. Questa soluzione permetterebbe, ad esempio, l'automazione delle registrazioni di carico/scarico dei prodotti e la compilazione dei documenti di accompagnamento.

In conclusione, l'identificazione in radiofrequenza può essere validamente implementata per l'automazione dei sistemi di tracciabilità e di gestione delle informazioni nel settore floricolo. I sistemi UHF sono risultati i più promettenti in quanto permettono l'identificazione multipla e contemporanea dei singoli vasi movimentati mediante le normali attrezzature di serra. Ai fini di un'eventuale applicazione pratica, sono tuttavia necessari ulteriori approfondimenti tecnologici nonché attente valutazioni economiche sui costi-benefici relativi a ciascuna specie coltivata.

RINGRAZIAMENTI

Progetto finanziato dalla Regione Piemonte. Si ringrazia per la collaborazione l'azienda Tecnoverde di Verbania.

RIASSUNTO

L'articolo analizza soluzioni tecnologiche per l'implementazione di un sistema RFID per la tracciabilità della singola pianta di *Camellia* e *Azalea* in vaso. Sono stati valutati sistemi

RFID a bassa, alta e ultra alta frequenza in una serra per la propagazione delle piante da talea. L'ancoraggio dei diversi tipi di *transponder* già presenti in commercio o appositamente progettati e sviluppati, è avvenuto mediante interrimento (LF) o ancoraggio radicale di un'etichetta elettronica (HF e UHF). L'efficienza di lettura è stata sia in condizioni statiche che dinamiche, con antenne fisse e mobili. Mediante i sistemi HF e UHF è stata determinata anche la precisione ottenibile nella lettura multipla di piante caricate sui bancali o sui carrelli normalmente impiegati nella serra.

ABSTRACT

This paper describes how a RFID based traceability system for single potted plant tracking in greenhouse during the whole production process of *Camellia* and *Azalea* can be implemented. RFID systems operating at three frequencies were evaluated: LF systems were tested in the case of tag insertion in the soil, while HF and UHF systems were adopted using tags embedded in plastic label strongly anchored to the plant roots. Different combinations of mobile and fixed antennas, readers and transponders were evaluated. Reading tests were performed on single or multiple plants, both in dynamic and static conditions. Multiple identification in HF and UHF combination of linear and circular polarization antennas.

BIBLIOGRAFIA

- BARGE P., GAY P., MERLINO V., TORTIA C. (2009): *Tracciabilità per ogni vaso*, «Colture Protette – Orticoltura e Florovivaismo», 11, pp. 56-58.
- BARGE P., GAY P., TORTIA C. (2010): *Etichetta elettronica con sistema di ancoraggio radicale per l'identificazione a radiofrequenza delle piante in vaso*, brevetto numero TO2010A000472.
- BELLUSSI D., DE PASCALE S. (2008): *Il florovivaismo marsalese*, «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili», serie VIII, 5, II, pp. 377-384.
- CHENG H.C., CHEN M.C., MAO C.K. (2010): *The evolutionary process and collaboration in supply chains*, «Industrial Management and Data Systems», 110, 3.
- GAY P., PICCAROLO P., RICAUDA AIMONINO D., TORTIA C. (2008): *Livestock identification and farm management by RFID systems*, AgEng – International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, 23-25 giugno 2008.
- INEA (2008): *I numeri del settore florovivaistico internazionale nel 2008*, pubblicazione del 1/10/09 sul sito www.inea.it.