



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e della Ricerca*



Università degli Studi di Palermo

DOTTORATO DI RICERCA IN “AGRONOMIA AMBIENTALE”

XXII CICLO

Anni Accademici 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010

*Sede Amministrativa
Università degli Studi di Palermo*

*Sede Consorziata
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*

Settore scientifico disciplinare AGR/04

Dissertazione finale dal titolo

“Conservazione della biodiversità e tecniche agronomiche per un'orticoltura sostenibile”

Coordinatore del Dottorato
Chiar.mo Prof. Claudio Leto

Il Tutor
Chiar.mo Prof. Giovanni Incalcaterra

Il Dottorando
Dott. Giuseppe Mustazza

*... Laudato sii o mi Signore
per Sora Nostra Madre Terra
La quale ne sustenta et governa
et produce diversi fructi
con coloriti fiori et erba ...*
(San Francesco D'assisi – Il Cantico delle Creature)

La diffusione delle moderne tecnologie produttive ha consentito alle società più industrializzate di raggiungere livelli di benessere mai toccati in altre epoche storiche.

L'Agricoltura, intesa come quella attività produttiva rivolta alla produzione di alimenti indispensabili alla vita dell'uomo, nel corso dell'ultimo cinquantennio e grazie all'intensa meccanizzazione e alle ingenti risorse destinate alle attività di ricerca, ha subito una profonda evoluzione tanto che, in alcuni casi, è stata orientata verso l'attività "industriale", essendo sottoposta ai rigidi canoni della produttività e della standardizzazione delle produzioni.

In passato la qualità dei cibi era identificata con la composizione nutrizionale e le proprietà sensoriali. Recentemente sono state sviluppate e portate avanti nuove applicazioni e modelli innovativi (G. Maiani et al.) che hanno orientato i produttori agricoli ad ottenere dei prodotti sempre uguali nel tempo in quanto legati ai gusti, standard, del consumatore.

Se da un lato ciò può essere giustificabile in quanto in perfetta sintonia con gli attuali stili di vita di tutte le economie più "evolute", dall'altro pone dei grossi interrogativi sulla concezione del mondo agricolo nelle generazioni moderne, in senso generale, e sulla sostenibilità ambientale in particolare.

Sono proprio queste le considerazioni che negli ultimi anni, hanno spinto i produttori agricoli, il mondo divulgativo e quello scientifico in particolare, a rendere sempre più attuali le tematiche della biodiversità e della riduzione dell'impatto ambientale delle colture sull'ambiente.

Le logiche del mercato, spesso legate alla massimizzazione delle produzioni, se da un lato hanno consentito l'ottenimento di rese produttive elevate ed una facile standardizzazione e stagionalizzazione delle produzioni, dall'altro hanno determinato, attraverso l'introduzione di nuove varietà ed ibridi, una grave perdita di diversità biologica.

I "nuovi" prodotti della terra, ottenuti da una efficiente ricerca genetica ossia attraverso manipolazioni diverse, quali ibridazioni, mutagenesi, metodologie transgeniche, si diffondono rapidamente a livello planetario emarginando prodotti di vecchia origine, talvolta ottenuti in secoli di selezione massale.

Il grande patrimonio che è la biodiversità, sia dal punto di vista ambientale, che da quello economico e socio-culturale, è sempre più in pericolo di estinzione a causa dall'omologazione dei consumi e da forme di agricoltura intensiva, basata sulla coltivazione e l'allevamento di poche varietà altamente produttive.

Valorizzando le produzioni tipiche e tradizionali, si vanno a valorizzare anche le specificità del territorio di origine: l'elemento culturale, sociale e non meno importante quello ambientale.

La promozione delle produzioni tipiche e tradizionali, portata avanti con un attento piano di valorizzazione, si può così di fatto dimostrare un efficace strumento per la costituzione di una più ricca e varia identità produttiva, importante base per la difesa e la conservazione della biodiversità presente nelle aree rurali del nostro Paese.

Il Vertice Mondiale della FAO sull'Alimentazione, tenutosi a Roma nel novembre del 1996, ha sottolineato non solo il problema del fabbisogno di cibo per soddisfare le esigenze alimentari della popolazione del nostro pianeta, ma anche la necessità di promuovere uno sviluppo sociale ed economico armonioso tale da creare le condizioni favorevoli per una sicurezza alimentare globale.

La conservazione della biodiversità appare dunque una tematica di particolare rilevanza per la risoluzione delle problematiche di carattere ambientale in quanto consente di razionalizzare le tecniche agronomiche e ridurre gli apporti di input esterni consentendo, allo stesso tempo, di ridimensionare la problematica, piuttosto attuale, dell'impatto ambientale delle colture.

L'introduzione nella pratica agricola di nuove varietà ed ibridi con scarsa adattabilità all'ambiente rurale di determinate aree, la necessità di massimizzare le produzioni, le tecniche agronomiche intensive e l'eccessivo sfruttamento dei suoli, hanno determinato un allarmante depauperamento della sostanza organica del terreno ed un incremento di inquinanti dovuto, nella buona parte dei casi, all'apporto eccessivo di concimi minerali.

Le moderne pratiche colturali (pacciamatura, irrigazione, concimazione, ecc.) hanno infatti consentito all'orticoltura di raggiungere standard produttivi e qualitativi di notevole interesse.

Tuttavia, se da un lato si sono avuti dei risvolti positivi grazie alla loro applicazione, dall'altro, il settore agricolo, ed in particolare quello orticolo intensivo, è stato posto al centro di notevoli polemiche circa la dubbia sostenibilità ambientale, giungendo spesso ad anteporre l'aspetto visivo del prodotto alle altrettanto importanti caratteristiche igienico sanitarie. Per tale ragione si pone oggi la necessità di avviare un processo di ottimizzazione delle tecniche agronomiche e produttive con particolare riferimento alla concimazione. Si ravvisa la necessità, infatti, di operare una adeguata razionalizzazione dei piani di concimazione miranti ad un giusto compromesso tra produttività e qualità delle produzioni sia sotto l'aspetto qualitativo che dal punto di vista igienico-sanitario.

In questo senso, recenti studi sulla efficienza nell'utilizzazione dei nutrienti, sono rivolti alla determinazione dei livelli ottimali (evitare carenze e non incorrere in eccessi) commisurandoli alle esigenze specifiche delle specie agrarie e nelle diverse fasi fenologiche.

L'azoto è uno dei principali elementi della fertilità del terreno; delle tre forme presenti nel suolo (elementare, minerale ed organico) le piante assorbono soltanto quella minerale

(ammoniacale e nitrico) che, non essendo adeguatamente presente nel suolo, deve essere apportata con le concimazioni.

Dosi elevate di nutrienti favoriscono l'ottenimento di rese più consistenti e qualitativamente pregevoli ma, allo stesso tempo di discusso valore salutistico a causa della presenza di sostanze nocive (soprattutto nitrati e nitriti) nelle foglie e nei frutti.

Inoltre, l'apporto eccessivo di concimi, determina un incremento di nutrienti inutilizzati dalle colture che, nel terreno, soprattutto per quelli azotati, facilmente lisciviabili, sono fonte di inquinamento delle falde idriche o di alterazione strutturali nei suoli argillosi, determinando instabilità del sistema biologico, ulteriore aggravamento dei problemi fitosanitari e conseguente incremento dei residui tossici immessi nell'ambiente (Incalcaterra, 1998).

I nitrati di origine agricola oggi costituiscono una delle più allarmanti forme di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee a causa della loro capacità di essere facilmente trasportati in profondità dalle acque di percolazione, in quanto estremamente solubili e non essendo in alcun modo assorbiti dal terreno. In casi estremi, la percolazione dei nitrati può dare luogo al progressivo inquinamento delle falde, rendendole inadatte all'uso potabile, giungendo fino all'assurdo in cui, in determinate aree rurali, nella conduzione delle colture diventa necessario razionalizzare i turni irrigui a causa del carico eccessivo di nitrati disciolti nelle acque di falda.

Quanto affermato rende prioritario l'obiettivo di individuare tecniche ecocompatibili in grado di migliorare la produttività delle colture, mantenendone intatti i requisiti qualitativi ed igienico-sanitari.

Ed è proprio in questa ottica che è stato orientato il lavoro svolto durante il corso di Dottorato di Ricerca; nel triennio, attraverso l'attività scientifica esercitata in seno al Dipartimento, l'obiettivo prefissato è stato quello di apportare un contributo alla problematica inerente la conservazione della biodiversità per alcune specie di particolare interesse in determinati areali orticoli siciliani (Fagiolo Badda, reperito nell'areale madonita; Cavolo da foglia, reperito nell'agrigentino, Pomodoro condotto in "seccagno", reperito nella Sicilia Occidentale), la conduzione "ecocompatibile" della coltura del melone invernale attraverso la razionalizzazione della concimazione, l'adozione della tecnica dell'innesto erbaceo in orticoltura praticato per l'anguria e la minianguria.

Nella presente tesi di dottorato saranno affrontate entrambe le tematiche soffermando però l'attenzione solo su determinate specie per le quali i risultati delle ricerche ad oggi sono stati ampiamente discussi in seno a comitati tecnico-scientifici e pertanto meritevoli di approfondimenti.

In particolare vengono considerate:

- **Tematica n. 1 – La conservazione della biodiversità in Agricoltura:**
 - Reperimento, valutazione e caratterizzazione di “*tipi morfologici*” di “*Fagiolo Badda*” dell’areale del Parco delle Madonie

- **Tematica n. 2 – Tecniche agronomiche ecocompatibili per la gestione delle colture orticole**
 - Reattività del biotipo “Fagiolo Badda” a diversi investimenti unitari
 - Effetti di divelli crescenti di azoto sulla coltura del *melone invernale* nella Sicilia Occidentale;
 - Innesto erbaceo su *Anguria* e *Minianguria*.

TEMATICA DI RICERCA N. 1

***LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ
IN AGRICOLTURA***

INTRODUZIONE

Il termine “biodiversità” viene comunemente utilizzato per descrivere la diversità della vita sul nostro pianeta. Esso infatti si pone come uno strumento attraverso il quale è possibile

ricostruire la storia naturale delle comunità umane e comprendere le ragioni delle scelte culturali e alimentari dei popoli; infatti, ad una varietà biologica e culturale corrisponde necessariamente una forte diversificazione culturale, sociale ed alimentare.

Tale diversificazione, in tutte le sue forme, è infatti il frutto di un processo evolutivo che si compie da più di 3,5 miliardi di anni ed è fondamentale per rendere possibile la vita sul pianeta al variare delle condizioni ambientali (Monti, 1998).

La regione mediterranea è considerata uno dei luoghi più ricchi al mondo per numero di specie vegetali. I paesi europei del bacino del mediterraneo infatti ospitano quasi 25.000 specie vascolari tanto che, la maggior parte degli studi biologici sull'area mediterranea, sottolineano il numero elevato di specie endemiche che può raggiungere e superare il 40% in alcuni gruppi botanici.

Questa estrema variabilità è dovuta al susseguirsi di fenomeni di estinzione e speciazione che hanno portato alla continua scomparsa ed evoluzione di diverse specie attraverso sovrapposte manifestazioni di colonizzazione dei diversi areali biologici.

Tali fenomeni sono stati favoriti principalmente dalle caratteristiche dell'ambiente mediterraneo estremamente complesso sia in termini geomorfologici, pedologici e climatici, sia in termini sociali e culturali.

Nonostante sia difficile esprimere in numeri tale diversità, differenti studi dimostrano che nella regione mediterranea si possono individuare numerosi "hot spot", ossia aree con una concentrazione eccezionale di biodiversità e un'alta densità di specie endemiche.

La Convenzione sulla biodiversità ratificata nel corso del Summit della Terra di Rio de Janeiro del 1992 (Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo) e ratificata dal nostro paese nel 1994, all'art. 2 definisce la "diversità biologica" come la variabilità fra organismi viventi di ogni tipo, ossia le risorse di terra, di mare e d'acqua dolce e i complessi scenari in cui sono inserite.

Nell'ambito della tematica "sistemi agrari e biodiversità" i Paesi firmatari hanno assunto l'impegno di ricercare le condizioni che assicurino la compatibilità tra forme d'uso del suolo e conservazione della biodiversità e sostenibilità.

Per Norse et al. (1986) il concetto di biodiversità abbraccia tre dimensioni o livelli gerarchici:

- *diversità genetica o intraspecifica*: si riferisce alla variazione di geni eterozigoti entro la specie; essa comprende la variabilità all'interno di una popolazione e quella tra popolazioni della stessa specie.
- *diversità specifica*: si riferisce alla variabilità ed alla pluralità di specie e genotipi entro un'area, una regione, ed alla relazione tra le specie.

- *diversità ecosistemica*: si riferisce alla differenziazione di ambienti fisici, di raggruppamenti di specie di piante di animali e microrganismi e di processi ed interazioni che ristabiliscono tra loro (Scarascia e Mugnozza, 2001).

Diversità agraria intraspecifica

L'interazione tra fattori ambientali e antropici, ha determinato anche una elevata biodiversità intraspecifica.

Per ogni specie addomesticata, gli agricoltori, nel corso dei millenni, hanno diversificato migliaia di varietà adattandole per i loro fabbisogni alimentari, alle diverse condizioni ambientali.

Infatti la biodiversità delle piante coltivate è andata aumentando perché l'uomo ha praticato l'agricoltura in ambienti pedoclimatici molto diversi, spesso non curando eccessivamente la purezza delle cultivar lasciando che esse s'incrociassero spontaneamente con le specie selvatiche affini.

La variabilità intraspecifica consentiva di disporre di genotipi idonei all'ambiente culturale, resistenti agli stress ambientali e alle fitopatie, dotati di caratteri nutrizionali e connotati qualitativi idonei alle necessità degli agricoltori e dei mercati.

Il miglioramento delle colture agricole per aumentarne la produttività, è sempre dipeso dalla diversità genetica e quindi dalla capacità di esso di adattarsi ai cambiamenti climatici, ed è grazie all'opera di selezione operata nei millenni di storia dell'agricoltura che gran parte della biodiversità si è preservata (Menini, 1998).

Diversità agraria specifica

Nel regno vegetale, circa 350.000 specie sono state classificate. Di queste circa 80.000 sono commestibili e, nel corso della storia, l'uomo ne ha utilizzato circa 7.000 per la sua alimentazione. Oggi solo 150 specie sono coltivate e di queste, le cosiddette "colture principali", sono circoscritte in circa 30 specie vegetali e 5 specie animali. La metà di questi stessi alimenti è fornita da sole 12 specie vegetali (riso, mais grano, patate) e 3 specie animali (bovini, suini e pollame).

La regione mediterranea in quanto centro di origine e diversificazione di diverse specie spontanee e coltivate è una delle aree più ricche di biodiversità vegetale del mondo.

L'Italia, tra i paesi dell'Unione Europea, è quello con la maggiore superficie coltivata, in termini percentuali; anche se in costante decremento, questo fattore insieme alla grande variabilità ecologica, determina una vasta diversità degli agroecosistemi e della biodiversità intrinseca.

Essa, inoltre, nella regione mediterranea, rappresenta il centro di maggiore ricchezza genetica, proprio per l'eterogeneità ambientale del territorio e della lunga e intensa storia di popoli e dominazioni portatori di grandi e spesso lontane civiltà agricole (Barbera, 2001).

Molte delle piante coltivate in Italia sono native dell'area, molte altre, come numerose specie di piante foraggere, medicinali e ortive, sono state domestiche nell'area.

Nell'ambito delle specie vegetali, con l'esclusione delle specie ornamentali e forestali che non rivestono interesse agricolo, il "catalogo delle specie coltivate" di Hammer et al., (1992, 1999), enumera per l'Italia 665 specie. Di queste 551 sono coltivate nel centro-nord della penisola, 521 nel sud e in Sicilia e 371 in Sardegna.

Secondo i dati forniti dall'European Environment Agency – EEA, la Sicilia assieme alle altre isole tirreniche (Sardegna e Corsica), rappresenta uno dei più importanti hot spot della regione mediterranea, per quanto concerne il numero di specie incluse nell'allegato II della direttiva Habitat.

Alle specie autoctone, quindi, si sono aggiunte quelle introdotte dall'uomo nel corso dei secoli di storia, e in particolare dalle regioni che l'impero romano toccava con il suo espandersi. Si stima che almeno 360 specie sono state domestiche per la prima volta o sono state ulteriormente selezionate nel mediterraneo (Perrino & Desiderio 1998).

La domesticazione nell'area del mediterraneo è iniziata dopo l'introduzione di piante alimentari dal Medio Oriente tra il 5.000 e il 4.000 a.C (Zohary e Hopf, 1998). Diverse specie giunsero nell'area anche dalle zone centrali e settentrionali dell'Europa. Dall'Asia centrale ed Asia Minore originano alcune importanti specie, mentre il numero di elementi provenienti dal Mediterraneo occidentale è piuttosto basso. Una percentuale relativamente alta proviene dall'Africa settentrionale ed orientale, dalla Asia meridionale e dal Sud-Est Asiatico. Poche specie di minore importanza sono originarie dell'Africa meridionale.

Con la scoperta dell'America, si è verificata una notevole introduzione di nuove specie, che hanno cambiato l'agricoltura e l'alimentazione dei popoli del mediterraneo.

Soltanto alcune specie minori provengono dall'Australia e dalla Nuova Zelanda.

Diversità ecosistemica

La diversità ecosistemica comprende sia le grandi differenze che ci sono tra i diversi tipi di ecosistemi, sia le diversità di *habitat* e di processi ecologici presenti all'interno di ciascun ecosistema. E' più difficile definire la diversità ecosistemica che la diversità di specie o genetica perché le linee di separazione tra comunità (associazioni di specie) ed ecosistemi sono più fluide. Siccome il concetto stesso di ecosistema è qualcosa di dinamico, e perciò variabile, esso può essere applicato a diversi livelli; tuttavia, per scopi gestionali, si usa di

solito considerare gruppi di comunità molto ampie, come le foreste temperate o le barriere coralline.

Un elemento chiave nello studio degli ecosistemi è che, in natura, processi ecologici come i flussi di energia ed i cicli dell'acqua restano invariati.

A livello globale, la maggior parte dei sistemi di classificazione hanno tentato di trovare un compromesso fra le complessità dell'ecologia delle comunità ed i parametri troppo semplificati di una classificazione generale degli habitat. Questi sistemi usano generalmente combinare un tipo di habitat con un attributo climatico, per esempio, foresta umida tropicale, o pascolo temperato. Alcuni sistemi inoltre comprendono la biogeografia globale per analizzare le differenze nel biota fra regioni del mondo che presentano caratteristiche climatiche e fisiche molto simili.

Allo stato attuale, la stima della diversità ecosistemica è ancora agli esordi. Tuttavia la diversità ecosistemica è una componente essenziale della biodiversità globale e, di conseguenza, dovrebbe essere presa in considerazione in ogni valutazione della biodiversità.

L'erosione genetica

Dall'inizio del secolo scorso la diversità in agricoltura è diminuita anche a causa della diffusione di nuove cultivar con una base genetica ristretta (CNR. Istituto del Germoplasma, 2001).

La FAO ha stimato che il tasso di erosione delle risorse genetiche agrarie vegetali dall'inizio del novecento al 1993 sia stato intorno al 75%.

Dopo l'aumento delle aree coltivate avvenuta negli ultimi 100 anni in Italia si assiste ad una contrazione delle superfici agrarie, che hanno ceduto negli ultimi decenni oltre un milione e mezzo di ettari all'urbanizzazione.

A partire dagli anni '60, inoltre, in Italia come nel resto d'Europa, i sistemi agricoli si sono avviati verso due opposte direzioni. Nelle aree più favorite per caratteri ambientali ed idonee ad ospitare i modelli colturali e i mezzi tecnici propri dell'agricoltura industriale e, quindi, ad accogliere processi di intensificazione e semplificazione produttiva, si è avuta la diffusione di sistemi monoculturali, adeguati alla globalizzazione dei mercati, ma fragili e dannosi dal punto di vista ambientale.

Di contro nelle aree meno idonee alla semplificazione ed intensificazione produttiva, come i territori dell'entroterra collinari e di montagna, è da tempo avviato un processo di marginalizzazione, fino all'abbandono delle attività (Barbera, 2001).

I cambiamenti di uso del suolo, hanno portato all'abbandono o l'urbanizzazione di territori di antichissima tradizione agricola ricchi di biodiversità accumulata nel corso dei secoli (Barbera, 2001).

L'agricoltura moderna, o come meglio definita "agricoltura industriale", ha sempre perseguito l'obiettivo principale di aumentare la produzione per mezzo di varietà altamente produttive, ma anche dipendenti da elevati input energetici come concimi, prodotti fitosanitari e meccanizzazione spinta. Questo ha causato una preoccupante erosione genetica intraspecifica di tutti gli ecotipi locali, frutto di millenni di domesticazione. Infatti i mercati tendono sempre più ad una omogeneizzazione dei prodotti, che si ripercuote in una standardizzazione delle varietà coltivate, che non sono più scelte in base ai tipi locali, ma sulla base delle caratteristiche imposte dai consumatori o dalle esigenze di elevata produttività e capacità di rispondere alle moderne agrotecniche, resistenza alle malattie e parassiti e alla presenza di caratteri utili alla distribuzione commerciale (conservabilità, trasportabilità, uniformità di pezzatura, maturazione uniforme, standard nella colorazione dei frutti ecc)

Il processo di erosione genetica, comporta la perdita irreversibile della diversità genetica, incluso i geni che consentono l'adattabilità delle specie e delle varietà alle diverse condizioni agro-ecologiche del pianeta. Questa perdita, comporta una maggiore vulnerabilità ai cambiamenti ambientali o a nuove emergenze fitosanitarie.

L'agricoltura di ogni singolo paese e quindi anche dell'Italia si basa in gran parte sul germoplasma alloctono (Monti, 1998). Ne è conseguita la progressiva scomparsa di varietà e popolazioni locali.

Si è dunque innescato un pericoloso processo di erosione genetica e quindi la perdita della variabilità intraspecifica delle specie coltivate.

L'attività vivaistica ha raggiunto livelli di specializzazione tali da determinare da parte degli agricoltori il progressivo abbandono della propagazione in situ del materiale vegetale, demandando sempre più questo lavoro ad aziende altamente specializzate. La necessità di utilizzare germoplasma di elevata qualità per quanto attiene alla purezza genetica, alla uniformità di sviluppo, al vigore vegetativo, e soprattutto alla sanità, richiede, infatti, mezzi tecnici e conoscenze scientifiche difficilmente acquisibili da un'azienda coltivatrice.

Questo preoccupante fenomeno di erosione riguarda sia le specie e le varietà cosiddette minori, che quelle commerciali.

L'elevato interesse commerciale per una determinata specie può condurre le ditte sementiere a costituire nuove varietà che, distribuite su vasta scala, possono sostituire gli ecotipi locali selezionati nel corso dei secoli da diverse generazioni di agricoltori (Perrino & Desiderio, 1998).

Molti genotipi locali di conseguenza sono ormai perduti e quelli attualmente utilizzati hanno solamente una frazione del patrimonio genetico della specie di appartenenza, per cui la capacità di questi di adattarsi ai futuri cambiamenti ambientali è estremamente limitata.

Inoltre questo patrimonio di variabilità genetica costituisce la base cui potere attingere per procedere a programmi di miglioramento genetico e quindi ottenere varietà migliorate più produttive e idonee a condizioni agroecologiche specifiche o ad esigenze specifiche di mercato. Ciò permetterà di disporre in futuro delle risorse fitogenetiche necessarie per promuovere uno sviluppo sostenibile (Menini, 1998).

Le moderne biotecnologie come gli OGM, con la tecnica del DNA ricombinante, possono attingere da questa estrema fonte di variabilità degli ecotipi locali per trasferire da esse in maniera rapida quei geni utili per resistenza e rusticità che molte varietà commerciali hanno perduto conseguendo spesso il solo fine della produttività.

Di contro l'utilizzo degli OGM potrebbe causare ulteriori fenomeni di inquinamento genetico per mezzo del trasferimento del polline alle varietà locali o ai parenti selvatici sino alla completa sostituzione dei genotipi locali.

I principali fattori che hanno causato l'erosione delle risorse fitogenetiche possono essere così riassunti:

- Fattori di natura socioculturale:
 - o Cambiamenti nelle abitudini alimentari, culturali e perdita delle tradizioni contadine
- Fattori di natura socioeconomica:
 - o Espansione delle aree urbane e conseguente riduzione delle aree coltivate
 - o Globalizzazione dei mercati
 - o Instabilità sociale e povertà di vaste aree del pianeta
 - o Richiesta di un elevato standard di uniformità nei prodotti alimentari e sementieri
- Fattori di ricerca:
 - o Carezza di ricerca nel settore
 - o Assenza di adeguati programmi di miglioramento genetico
- Fattori politici:
 - o Politiche agricole che in passato prevedevano aiuti al reddito solo con l'utilizzo di sementi certificate appartenenti a poche varietà o ibridi
 - o Non adeguato supporto per lo sviluppo delle aree rurali.
- Fattori ambientali:
 - o Repentini cambiamenti climatici

- Calamità naturali e disastri ambientali creati dall'uomo

Conservazione delle risorse fitogenetiche

In concomitanza con l'accentuato depauperamento della biodiversità, è andato crescendo un sempre maggiore interesse nella conservazione delle risorse genetiche al fine di preservare geni, genotipi e pool genici potenzialmente utili in processi produttivi perseguibili attraverso metodi tradizionali di miglioramento genetico o con le più moderne biotecnologie (CNR Istituto del Germoplasma, 2001).

La salvaguardia delle risorse genetiche vegetali, inizia ad avere una rilevanza mondiale intorno agli anni '60. Da allora, grazie al contributo di ricercatori di tutto il mondo, organi di governo, organismi nazionali ed internazionali, istituzioni pubbliche e private, organizzazioni di agricoltori, ecc l'attività di salvaguardia è diventata sempre più di dominio pubblico.

La prima Conferenza Internazionale delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano tenutasi a Stoccolma, nel 1972, evidenziò per la prima volta la necessità di salvaguardare la biodiversità vegetale per assicurare la sussistenza a milioni di famiglie di agricoltori e la sicurezza alimentare mondiale.

Nel giugno del 1996, la IV Conferenza Tecnica della FAO sulle Risorse Fitogenetiche, ha adottato il Piano Mondiale di Azione per la Conservazione e l'Utilizzazione Sostenibile delle Risorse Fitogenetiche.

Quindi i paesi membri della FAO hanno riconosciuto il bisogno di sviluppare un sistema globale che consenta di assicurare la conservazione e l'utilizzazione sostenibile delle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura.

Altri organismi internazionali, come il Consultive Group on International Agricultural Research (CGIAR) con i suoi Centri Internazionali di Ricerca in Agricoltura (IARC) ed in particolare l'International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, ora IPGRI), l'International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) e dei relativi paesi membri, nonché Organizzazioni non Governative (NGO), hanno permesso di conseguire notevoli progressi nella conservazione e valorizzazione della biodiversità ed in particolare delle risorse genetiche vegetali.

Le strategie adottate per conservare la biodiversità sono molteplici, ma complessivamente si possono ricondurre a due metodi fondamentali: conservazione in situ e conservazione ex situ.

Conservazione in situ

La conservazione in situ prevede il mantenimento delle popolazioni locali nei propri habitat naturali per le specie spontanee o ecosistemi agrari di origine per le specie coltivate.

Per cui per la conservazione in situ delle cultivar locali è necessaria l'attiva partecipazione degli agricoltori che le hanno da sempre coltivate (Oldfield & Alcorn, 1987; Altieri & Merrick, 1987; Van Oosterhout, 1996).

La diversità genetica delle colture negli agroecosistemi, oltre ad essere determinata dalla struttura delle popolazioni (tassi di mutazione, migrazione, ampiezza della popolazione, isolamento, sistemi di selezione e deriva genetica) e selezione naturale indotta dall'ambiente circostante (suolo, clima, patogeni, competizione), è influenzata anche dalle tecniche di coltivazione e dalla selezione dell'uomo (Nabhan, 1985). Le risorse fitogenetiche vengono tramandate di generazione in generazione e sono soggette a diverse pressioni naturali ed umane.

Gli orientamenti dell'agricoltore sulla strategia selettiva e conservativa adoperata sono, anche soltanto inconsciamente, influenzate da fattori ambientali, biologici, culturali e socio-ambientali (Brush, 1991; Bellon, 1996).

Nel corso del tempo un agricoltore può quindi modificare la struttura genetica delle popolazioni selezionando quelle piante che presentino le caratteristiche agro morfologiche che preferisce (Boster, 1985; Johns & Keen, 1986; Lourette et al., 1997). Per cui l'agricoltore anche in base alla tecnica di coltivazione adottata o alla scelta di un particolare ambiente di coltivazione, può determinare la sopravvivenza di particolari genotipi (Bellon & Taylor, 1993; Defisse e Bjornstad, 1996).

Gli agricoltori decidono anche sull'ampiezza della popolazione di ogni varietà da coltivare, sulla percentuale di sementi da conservare e su quelle da scambiare con altri agricoltori o da acquistare. La conservazione in situ ha la capacità di:

- Conservare i processi di evoluzione e adattamento delle coltura all'ambiente;
- Conservare la biodiversità a tutti i livelli (di ecosistema, interspecifico e intraspecifico);
- Migliorare le condizioni di vita degli agricoltori
- Mantenere o aumentare l'accesso degli agricoltori alle risorse genetiche vegetali
- Integrare gli agricoltori nei sistemi nazionali di conservazione delle risorse fitogenetiche.

L' IPGRI ha promosso diverse iniziative per sostenere e attuare attività di conservazione e utilizzo delle risorse fitogenetiche.

Le principali strategie di salvaguardia consistono nel perfezionare mediante selezione la qualità del germoplasma, migliorando:

- a) La resistenza ai patogeni
- b) Le rese
- c) Le caratteristiche organolettiche;

- d) Aumentarne il valore e i benefici per gli agricoltori attraverso il miglioramento:
- Delle tecniche di agronomiche
 - Della conservazione
 - Della commercializzazione
 - Della competitività sul mercato.

Conservazione ex situ

La conservazione ex situ consiste nella collezione di germoplasma di diversa provenienza, e quindi di notevole diversità genetica, presso delle “gene bank” (banche di germoplasma).

In queste collezioni, il germoplasma (semi, organi, tessuti, cellule, embrioni, ovuli, genomi) opportunamente catalogato, viene immagazzinato secondo standard di conservazione (basse temperature, umidità controllata) e periodicamente rigenerato.

Questo metodo di conservazione offre l’opportunità di immagazzinare una notevole quantità di materiale fitogenetico in spazi relativamente ridotti, di contro consente di mantenere solo una piccola frazione della variabilità dei taxa, che può essere soggetta a deriva genetica.

Infatti si “congela” l’interazione tra i genotipi e l’ambiente che è una fonte importante di variabilità da preservare.

Spesso è l’unico metodo efficace per salvaguardare le specie minacciate di estinzione o comunque rappresenta il primo “passo” per programmare delle attività di conservazione in situ.

Molti Paesi hanno costituito banche del germoplasma. Le più importanti collezioni sono mantenute presso i “Centri Internazionali di Ricerca Agricola (IARC)” del CGIAR e presso istituzioni nazionali di Paesi avanzati o in via di sviluppo (Scarascia Mugnozza, 1998).

Negli ultimi anni si stanno diffondendo delle tecniche di conservazione in vitro attraverso la coltura di tessuti che possono essere crioconservati; tuttavia tale tecniche, allo stato attuale, risultano essere poco praticate in quanto ritenute poco affidabili o eccessivamente onerose.

Per garantire una più efficace strategia conservativa i due metodi di conservazione devono essere necessariamente integrati, per permettere di attuare le diverse metodologie in relazione alle risorse da proteggere, al rischio di estinzione e alle dimensioni delle aree (Perrino & Desiderio, 1999).

Tipicità delle colture ortive in Sicilia

Le nuove varietà, che assicurano produzioni più abbondanti e uniformi, sembrano non essere più indispensabili ai paesi sviluppati che, avendo abbandonato il concetto prioritario di quantità in favore di quello altrettanto interessante sotto l’aspetto economico della qualità,

dirigono, pilotati da una nuova politica agricola comunitaria, le loro attenzioni a prodotti di nicchia, alla valorizzazione delle colture tipiche e al rispetto dell'ambiente. A questo si aggiunge anche il fatto che la qualità alimentare sembra essere fortemente correlata alle preferenze e alle abitudini del consumatore divenendo a tutti gli effetti un parametro soggettivo. Essa infatti differisce da individuo a individuo, dai punti di vista del consumatore e dall'ambiente.

La valorizzazione di ecotipi agricoli locali, coltivati attraverso tecniche basate su una tradizione storica e culturale di un territorio specifico diventa dunque di particolare importanza.

Inoltre, tra i consumatori, si sta radicando l'idea che le piccole produzioni locali, e dunque di nicchia, siano lo specchio delle peculiarità del territorio e pertanto sinonimo di una struttura produttiva basata sulla qualità e sulla valorizzazione della tradizione e della cultura contadina locale.

Tutto questo implica la riscoperta di antiche popolazioni ed un lavoro di recupero, di conservazione e di valorizzazione di ecotipi locali in via di estinzione. Si tratta di popolazioni dal notevole valore intrinseco che potrebbero risultare, per capacità di adattamento alle condizioni dell'ambiente dove si sono diversificate, più idonee ad un'orticoltura sostenibile rispetto agli ibridi ed alle varietà costituiti in ambienti pedoclimatici diversi e spesso più esigenti di input energetici.

Le varietà locali, sottoposte ad una semplice selezione massale, dotate di elevata rusticità e di una buona adattabilità all'ambiente siciliano, consentirebbero di contenere l'impiego di input con conseguente ridotto impatto ambientale e quindi notevoli vantaggi per le produzioni biologiche.

Inoltre, l'utilizzo degli ecotipi locali, può consentire di recuperare una reale tipicità dei prodotti ortivi in quanto legati ad una specifica area geografica ed espressione di una tradizione e di una cultura locale.

Ciascun ecotipo infatti è legato, con il suo patrimonio genetico, all'ambiente originario ed è capace di esprimere il suo potenziale produttivo, e soprattutto qualitativo, soltanto negli areali di coltura capaci di soddisfare interamente le sue esigenze biologiche in armonia con il proprio habitat, dove riesce a stabilire relazioni di scambio permanente e costantemente equilibrate nel corso del ciclo biologico (Azzi, 1967).

Il lavoro svolto da generazioni di agricoltori e la selezione compiuta dalla natura hanno contribuito quindi alla creazione di una pluralità di ecotipi adattati alle più disparate condizioni pedoclimatiche ed utilizzabili per usi alimentari diversi.

Gli ecotipi locali costituiscono un patrimonio di consuetudini, sapori e tradizioni di notevole valore che tendono a scomparire con un conseguente impoverimento culturale.

Per la valorizzazione dei prodotti tipici risulta altresì necessario definire una “tipicità nutrizionale”, mediante la valutazione delle caratteristiche organolettiche.

Biodiversità e tipicità sono le due facce della stessa medaglia che devono portare alla valorizzazione economica e ambientale di un patrimonio che rischia di scomparire.

Conservazione della biodiversità e miglioramento delle tecniche agronomiche: il caso del Fagiolo “Badda”

Il bacino del Mediterraneo, e la Sicilia in particolare, rappresentano una delle aree più ricche di biodiversità vegetale del mondo in quanto centri di origine e diversificazione di diverse specie spontanee e coltivate.

Un esempio tipico è il fagiolo "Badda", interessante biotipo coltivato da oltre due secoli sulle alture madonite (da 640 ad oltre 1.000 m s.l.m.), nei territori di Polizzi Generosa e Castellana Sicula.

Il fagiolo "Badda" è particolarmente apprezzato sia a livello locale che nazionale (presidio Slow Food) per le pregevoli caratteristiche organolettiche.

Ad esso viene attribuita, rispetto ad altri biotipi di fagioli, una più elevata digeribilità, presumibilmente dovuta ad un più modesto contenuto di principi antinutrizionali ed una migliore tenuta alla cottura. Quest'ultima caratteristica consente svariate destinazioni culinarie.

Il fagiolo “Badda” è una leguminosa rampicante caratterizzata da semi di dimensione medio-piccola di forma rotondeggiante (badda = palla).

Sono due le tipologie coltivate, facilmente distinguibili per il loro aspetto cromatico che le rende inconfondibili: la “Badda bianca” per la colorazione avorio e bianco, la “Badda niura” per la colorazione bianca e nera. In entrambe, la separazione tra i colori è netta.

Per le caratteristiche sopra descritte, l’interesse verso questa leguminosa si è amplificata in questi ultimi anni anche al di fuori dell’ambiente tipico di coltivazione dove ha iniziato a riscuotere notevoli consensi.

Gli agricoltori della zona hanno sempre condotto a livello familiare e con tecniche tradizionali la coltivazione di entrambi gli ecotipi provvedendo alla conservazione di questo patrimonio genetico mediante selezione del materiale di propagazione che è stato tramandato alle successive generazioni.

La semina viene effettuata in epoche diverse in funzione dell'altitudine. A quote più alte l'avvio del ciclo colturale coincide con la prima decade del mese di giugno e si protrae, negli

ambientanti a più bassa altimetria, fino a tutto il mese di luglio quando inizia ad attenuarsi il caldo tipico delle estati siciliane.

La semina viene effettuata a file semplice distanti 60 cm circa, mentre lungo la fila i semi vengono posti a distanze variabili dai 30 ai 40 cm.

La coltura, trattandosi di pianta rampicante, necessita di tutoraggio e pertanto, successivamente all'emergenza, l'allevamento in verticale viene effettuato predisponendo quattro canne che vengono infisse nel terreno ad una profondità di 20 cm in corrispondenza di due file contigue ed inclinate verso il centro sino a congiungersi in alto dove vengono opportunamente legate. Si realizza pertanto una sistemazione a piramide o a capannina, nel gergo locale indicata con il termine di "pagghiaru".

La coltura viene condotta in irriguo e prevede la sistemazione del terreno a prode con bordi rialzati, "Cutumagni", aventi la funzione di trattenere l'acqua di irrigazione che viene somministrata per scorrimento. Solitamente vengono utilizzati elevati volumi di acqua per ciascun intervento determinando, di conseguenza, squilibri idrici che si riflettono negativamente sul regolare svolgimento delle diverse fasi fenologiche delle piante e sullo stato sanitario.

Solo recentemente si va diffondendo la distribuzione attraverso impianti di irrigazione a microportata.

La maturazione dei baccelli è scalare. La raccolta di baccelli verdi, nelle zone altimetriche più elevate, inizia verso la metà di agosto, mentre in collina verso la metà di settembre.

La raccolta dei fagioli da essiccare viene effettuata manualmente nel periodo ottobre-novembre prima che i baccelli si aprano lasciando cadere il seme.

In considerazione dell'interesse e della sempre maggiore attenzione da parte degli organi competenti nazionali, regionali e locali, per la valorizzazione di questa coltura, che si presenta come sostenibile ed a ridotto impatto ambientale, idonea ad assicurare la presenza dell'uomo sul territorio, la Sezione di Orticoltura e Floricoltura durante un quadriennio di sperimentazione, ha dato un contributo alla risoluzione di alcune problematiche di ordine tecnico ed agronomico per il rilancio, la diffusione e la tipicizzazione di questa leguminosa.

Modalità ed epoca d'impianto, densità di semina, sistemi di allevamento, sono state le tematiche sono state affrontate in quanto compatibili con la necessità di fare esprimere alla coltura il massimo delle potenzialità produttiva, mantenendo, ovviamente, inalterate le caratteristiche qualitative.

La semina, come detto, nell'ambiente madonita, in territorio di Castellana Sicula, viene effettuata tra la terza decade di giugno e la seconda decade di luglio.

Si tratta di un periodo temporale estremamente lungo che si riflette di conseguenza sul ciclo biologico della pianta e quindi sull'epoca di maturazione.

Le esperienze condotte su altre specie ortive hanno sperimentalmente accertato come la scelta dell'epoca ottimale per la semina rappresenti un fattore importantissimo sugli esiti produttivi e qualitativi delle colture. Molti insuccessi sono spesso ascrivibili ad una approssimativa valutazione dell'epoca di avvio del ciclo colturale.

Le diverse fasi fenologiche delle piante (lunghezza del ciclo, epoca di fioritura, epoca di allegagione, epoca di maturazione dei frutti e raccolta), sono strettamente correlate al periodo in cui si evolve il ciclo colturale.

Per il fagiolo "*Badda*" in particolare è stato possibile constatare, come le semine praticate tardivamente in annate caratterizzate da eventi piovosi, in coincidenza del periodo allegagione – maturazione (settembre), comportano importanti riduzioni della produzione di granella, dovuta a cause diverse (attacchi parassitari, fenomeni di crodatura) che portano a vanificare l'intera produzione.

In considerazione di quanto sopra la sperimentazione, avviata nel 2007, ha permesso di definire, mediante epoche di semina cadenziate a distanza quindicinale, il momento ottimale per l'avvio del ciclo colturale valutando la reattività della pianta alle diverse epoche di semina. Dei risultati ottenuti durante un biennio di attività di ricerca è stato possibile constatare come l'avvio del ciclo colturale abbia marcati riflessi sotto l'aspetto produttivo ma anche qualitativo.

Nonostante si sia operato in due differenti annate caratterizzate da andamenti termopluviometrici diversi è stato possibile osservare come la metà del mese di giugno coincida con il momento più opportuno per avviare il ciclo colturale sia per l'ecotipo *Badda Bianca* che per l'ecotipo *Badda Niura*, testato solamente il secondo anno.

Al ritardo dell'epoca di semina è sempre corrisposto un significativo decremento delle rese unitarie, giustificato dalla più modesta fioritura ed allegagione, ed in uno spostamento del momento della raccolta in periodi climaticamente meno favorevoli (fine ottobre) per il sopravvenire di eventi meteorici anche importanti ed abbassamenti termici che spesso determinano difetti nella maturazione e perdita di prodotto commerciabile.

Un eccessivo anticipo dell'epoca di semina, così come provato per entrambi gli ecotipi il secondo anno, è risultato anch'esso pregiudizievole ai fini della produttività oltre a determinare ritardi nell'emergenza delle piantine ed elevate percentuali di fallanze per effetto di livelli termici sub-ottimali alla germinazione dei semi.

Dalla ricerca è emersa anche una scarsa costanza produttiva per l'ecotipo *Badda Bianca*, oggetto di ricerca per un biennio, a dimostrazione della particolare sensibilità della

leguminose alle variabili condizioni termiche e luminose. In particolare si è potuto appurare come le elevate temperature registratesi il primo anno in coincidenza del periodo fioritura – allegagione abbiano pesantemente penalizzato le potenzialità produttive.

Seppure, le ricerche sugli effetti delle epoche d'impianto hanno interessato un solo anno Badda Niura, si è avuta la chiara sensazione che questo ecotipo presenti una maggiore rusticità e capacità di adattamento rispetto all'ecotipo Badda Bianca dal quale si è contraddistinto oltre che per la maggiore produttività anche per il più elevato peso unitario dei semi e per la maggiore lunghezza dei baccelli.

PARTE SPERIMENTALE

Reperimento, valutazione e caratterizzazione di diverse accessioni di fagiolo della popolazione locale “*Fagiolo Badda*” nell’areale del Parco delle Madonie

Scopo della ricerca

Nell'ultimo ventennio, per la coltura del fagiolo, sono stati affrontati, a livello nazionale, articolati programmi di miglioramento genetico che hanno portato allo sviluppo di varietà con caratteristiche innovative.

Gli indirizzi di breeding adottati sono dipesi, di volta in volta, dalla tipologia di cultivar alla quale si desiderava pervenire. Tutti hanno presentato un percorso le cui tappe fondamentali sono rappresentate da:

- recupero di germoplasma;
- miglioramento della tipologia della pianta;
- valutazione della resistenza a malattie e a stress biotici;
- miglioramento della qualità della granella.

La sempre maggiore importanza che viene data agli ecotipi sta dando maggiore rilievo alla conservazione in situ ed in particolare a quella "on farm", cioè in aziende agricole ove questi tipi vengono conservati e salvaguardati e contemporaneamente utilizzati dall'agricoltore (Monti L.M. 2001).

Le varietà locali, dotate di peculiari caratteristiche organolettiche, elevata rusticità (resistenza agli agenti abiotici e biotici) e di una buona adattabilità all’ambiente, consentirebbero di contenere l’impiego di input con conseguente ridotto impatto ambientale e quindi notevoli vantaggi per le produzioni biologiche.

Dall'indagine condotta sul materiale vegetale coltivato nel territorio di Polizzi Generosa è emersa una straordinaria variabilità biologica nell'ambito della popolazione di fagiolo Badda che si manifesta oltre che sulla dimensione e forma della granella anche sui connotati organolettici (sapidità, tenuta alla cottura, consistenza al palato dei tegumenti esterni, ecc) della stessa rappresentando pertanto un patrimonio di indiscutibile valore.

Per quanto sopra, le diverse accessioni fanno lamentare una serie di difetti, riscontrati anche dagli stessi agricoltori, riconducibili alla notevole disomogeneità del prodotto edibile, che lo penalizza dal punto di vista merceologico e commerciale, nonché alla presenza, in misura diversa e comunque elevata, di semi fuori tipo.

Per questi motivi, durante le attività condotte nel quadriennio di sperimentazione, contestualmente alle prove di carattere agronomico, è stato effettuato un accurato lavoro di

selezione con lo scopo di mantenere stabili le caratteristiche intrinseche del fagiolo badda secondo gli orientamenti della bibliografia storica presente nel territorio e delle indicazioni degli agricoltori anziani del luogo.

Dagli studi effettuati, è stato appurato che molti caratteri di importanza fenotipica e commerciale sono ad eredità qualitativa. L'elevata attitudine alla combinazione riscontrata per questi caratteri indica nella selezione ricorrente il metodo di base per il miglioramento.

Grazie dunque all'accurato lavoro di selezione, nel quadriennio di attività è stato possibile selezionare una linea piuttosto stabile ed omogenea che ha riscosso particolare favore presso le aziende agricole locali.

Proprio nell'ambito di tali attività, è stata dunque programmata e realizzata una sperimentazione, i cui risultati sono oggetto di discussione in seno alla presente tesi di Dottorato di Ricerca.

In particolare, l'attività di ricerca è stata orientata verso il confronto di otto diverse linee di fagiolo badda reperite in altrettante aziende dell'areale madonita.

In definitiva, lo scopo che si è prefissato con il presente studio, è stato quello di avviare il contesto montano, agrario e produttivo, delle Madonie verso un processo di caratterizzazione genetica e fenotipica, uniformando la produzione sotto l'aspetto produttivo e qualitativo.

Non vi è dubbio che, attraverso l'uniformità della produzione ed il miglioramento e la razionalizzazione delle tecniche agronomiche, sarà possibile portare il biotipo verso la conquista dei mercati nazionali ed internazionali.

Il lavoro sperimentale, dunque, ha avuto lo scopo di valutare la risposta biologica, produttiva e qualitativa delle diverse popolazioni di fagiolo badda poste nelle stesse condizioni agronomiche ed edafiche per valutarne il grado di eterogeneità e le potenzialità agronomiche e produttive.

Materiali e metodi

Successivamente a frequenti sopralluoghi presso le aziende più rappresentative dislocate nel Parco delle Madonie, sono state prese in considerazione le produzioni di 4 ditte distribuite a diversa altitudine nelle quali sono state individuate accessioni di fagiolo riconducibili alla tipologia "badda bianca" e "badda nera" caratterizzate da peculiari specificità e diversificato comportamento biologico e produttivo.

Le aziende individuate, sono accomunate dalla stessa tipologia di terreno, dalla disponibilità di acqua di sorgiva ottimale per gli usi irrigui e dall'ottima capacità e l'elevata esperienza nella conduzione della coltura. Si contraddistinguono invece per la posizione altimetrica e per

la provenienza del seme che deriva anni da auto approvvigionamento senza scambio di materiale di propagazione con altre aziende.

Di seguito si indicano le diverse aziende in relazione della loro posizione in fasce altimetriche:

- azienda A: Altitudine 656 m s.l.m.
- azienda B: Altitudine 748 m s.l.m.
- azienda C: Altitudine 850 m s.l.m.
- azienda D: Altitudine 978 m s.l.m.

Nell'annata agraria 2009, le colture praticate nelle diverse aziende sono state costantemente seguite e monitorate durante tutto il periodo di coltivazione (dalla semina alla raccolta) ed a fine ciclo da parcelle opportunamente circoscritte, secondo appropriato schema sperimentale, è stato prelevato un significativo campione sul quale sono stati effettuati una serie di rilievi riguardanti, oltre che la produttività, anche la qualità della granella.

Dalle indagini è stato possibile rilevare una estrema variabilità bio produttiva tra le popolazioni presenti nelle diverse aziende consentendo di individuare 8 diversi "accesioni", di cui 4 ascrivibili alla tipologia Badda Nera, per la caratteristica colorazione nero e bianco, e 4 riconducibili alla tipologia Badda Bianca per la colorazione Avorio e Bianco.

Gli 8 tipi morfologici individuati e le due accesioni, bianca e nera, selezionate durante il quadriennio di attività dalla Sezione di Orticoltura e Floricoltura dell'Università di Palermo, sono state come di seguito indicate:

- UNIPA 1
- UNIPA 2
- Azienda A
 - Tipologia A1
 - Tipologia A2
- Azienda B
 - Tipologia B1
 - Tipologia B2
- Azienda C
 - Tipologia C1
 - Tipologia C2
- Azienda D
 - Tipologia D1
 - Tipologia D2

Appare opportuno precisare che le tipologie UNIPA 1, A1, B1, C1 e D1 si contraddistinguono per la colorazione nera e bianca, mentre le tipologie UNIPA 2, A2, B2, C2 e D2 si distinguono per la colorazione Avorio e bianca.

Dai rilievi effettuati sui campioni rappresentativi di ciascuna linea sono emersi i risultati riportati nella tabella 1, appreso riportata:

Tabella 1 – Caratteristiche della granella prelevata da ciascun “tipo morfologico” individuato

Linea	Lunghezza media del baccello (cm)	Numero medio semi per baccello	Peso di 1000 semi
UNIPA 1	11,87	6,8	530
UNIPA 2	11,74	6,8	500
TIPOLOGIA A1	12,3	6,9	422
TIPOLOGIA A2	12,3	6,5	497
TIPOLOGIA B1	9,5	5,7	407
TIPOLOGIA B2	12,3	6	467
TIPOLOGIA C1	10,9	5,8	352
TIPOLOGIA C2	11,8	6,5	402
TIPOLOGIA D1	14	5,7	522
TIPOLOGIA D2	10,8	5,5	478

Dalla tabella è facile evincere una discreta variabilità presente tra i diversi “tipi morfologici” individuati all’interno del Parco delle Madonie

Dal materiale proveniente da ciascuna azienda, opportunamente selezionato, è stato prelevato un campione di granella che è stato utilizzato per la costituzione di un campo collezione realizzato presso l’azienda Didattico Sperimentale dell’Istituto Professionale di Stato per l’Agricoltura di Castellana Sicula (771 m s.l.m., 37° 47^I di latitudine Nord, e 44° 01^I di Longitudine Est), allo scopo di confrontarne i caratteri bio-produttivi.

Le diverse “accessioni”, sono state messe a confronto con due varietà di “Borlotto”, la varietà “Borlotto di Cuneo” e “Borlotto Screziato di Cuneo”, entrambe riconosciute a livello nazionale e reperite presso aziende agricole del cuneese. Tali varietà, essendo quelle più diffusamente coltivate e commercializzate in ambito nazionale ed internazionale, sono state utilizzate come “test” di confronto.

Inoltre, allo scopo di aumentare il campo di confronto, sono state valutate anche le caratteristiche produttive e qualitative di un ecotipo locale rinvenuto nel territorio di Bisacchino che è apparso immediatamente interessante per la caratteristica resistenza alle avversità biotiche ed abiotiche.

Le prove sono state condotte su suoli che, dal punto di vista pedologico, si caratterizzano per l’elevato colloidismo, ben strutturati e con scarsa presenza di scheletro grossolano.

Si tratta essenzialmente di vertisuoli, ricchi elementi nutritivi che, se razionalmente lavorati ed irrigati, presentano potenzialità produttive notevoli.

La preparazione del suolo è stata effettuata nella I decade del mese di settembre mediante un'aratura profonda 30 cm circa.

Nella prima decade del mese di dicembre è stata realizzata una erpicatura allo scopo di livellare la superficie di terreno ed eliminare le erbe infestanti. Lasciato all'azione disgregante degli agenti atmosferici, nel mese di aprile, una volta ritornato in tempera, il terreno è stato sottoposto ad ulteriori due operazioni di erpicatura per eliminare le erbe infestanti ed iniziare a preparare il letto di semina.

Ulteriori operazioni di erpicatura sono state infine realizzate pochi giorni precedenti alla semina, che hanno consentito di interrare un concime complesso ternario 11-22-16 in ragione di 6 q.li ha⁻¹ precedentemente distribuito su tutta la superficie mediante l'ausilio di un spandiconcime.

Il sesto di impianto prescelto è stato di m 1,5 tra le file e m 0,33 sulla fila e la semina stata realizzata a mano, allocando nella stessa buca di semina un quantitativo di semi maggiore al fine di evitare la presenza di fallanze. Una volta che le piante hanno raggiunto lo stadio di 3 foglie vere si è proceduto al diradamento delle piante in eccesso, lasciando n. 3 plantule per postarella.

Per l'allevamento verticale della leguminosa, è stato realizzato un impianto a spalliera caratterizzato da struttura portante in legno di castagno e rete in materiale plastico con maglie di cm 15 x cm 15.

È stato adottato uno schema sperimentale a blocco randomizzato con parcelle di 6,51 m² ripetute 3 volte.

Alla coltura sono state praticate tutte le operazioni agronomiche che normalmente vengono praticate per la conduzione della leguminosa nell'areale di coltivazione.

Per l'irrigazione è stato adottato un sistema di distribuzione a microportata mediante la predisposizione di ali gocciolanti con erogatori spazati di 33 cm e di portata 2 l/h.

I turni ed i volumi di adacquamento sono stati di volta in volta valutati in funzione dell'andamento climatico e delle reali esigenze della coltura nelle diverse fasi fenologiche.

Il controllo delle infestanti è stato prontamente realizzato attraverso frequenti scerbature manuali evitando l'utilizzo di prodotti chimici nel pieno rispetto della tematica ambientale.

La raccolta, per le diverse unità sperimentali, è stata effettuata allorché i baccelli hanno raggiunto il giusto grado di maturazione fisiologica che coincide, per la granella, con la maturità commerciale, ossia quando le foglie incominciano a perdere la capacità fotosintetizzante e i baccelli evidenziano sintomi di "senescenza".

Prima di procedere alla raccolta, per le singole unità sperimentali, è stato prelevato un significativo campione di baccelli (n. 50 baccelli) su cui sono stati effettuati una serie di rilievi morfologici e qualitativi: lunghezza del baccello, numero di semi per baccello.

Al fine di poter valutare le rese quantitative dei vari biotipi in prova, invece, sono stati valutati una serie di parametri bio-agronomici ed in particolare la produzione unitaria, la resa di granella sulla produzione totale espressa in percentuale, il peso di 1.000 semi, la percentuale di semi fuori tipo e la percentuale dei semi di scarto.

Tutti i dati, sono stati opportunamente tabellati ed elaborati statisticamente ed alle medie è stato applicato il test di Duncan.

Osservazione e risultati

Produzione di granella (Fig. 1)

La produzione totale di granella rappresenta, per questa coltura, il parametro quantitativo fondamentale sinonimo di adattabilità alle condizioni ambientali del territorio.

Le rese più elevate in assoluto sono state fornite dal biotipo UNIPA1 selezionato dalla sezione di Orticoltura e Floricoltura (46,2 q.li ha⁻¹). Rese di 42,7 q.li ha¹ sono state realizzate dal biotipo A1. Produzioni simili, significativamente più modeste, rispettivamente di 38,7, 37,1, 36,8 e 36,6 q.li ha¹ si sono realizzate rispettivamente con il biotipo UNIPA2, con il biotipo A2, biotipo C2 e biotipo D1.

Produzioni invece di 35,1 q.li ha¹ sono state ottenute dai biotipi B1 e B2, mentre produzioni lievemente più modeste sono state rilevate per i biotipi C1 e Bisacquino (33,1 e 34,1 q.li ha¹ rispettivamente).

Le produzioni più modeste in assoluto sono state rilevate per le due tipologie commerciali Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo.

È da ritenere che le produzioni più elevate realizzate con i biotipi caratterizzati da una colorazione bianco/nera rispetto ai biotipi dalla colorazione bianco/avorio sono da correlarsi ad una maggiore rusticità della prima tipologia.

Le produzioni più modeste invece realizzate con le tipologie Bisacquino e ancor più con il Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo sono da correlarsi, presumibilmente, dal fatto che si tratti di biotipi introdotti da ambienti climatici completamente diversi dall'ambiente madonita e poco versatili ad una variazione dell'ambiente di coltivazione.

Peso di mille semi (Fig. 2)

Il peso di mille semi riveste una particolare importanza come parametro qualitativo della granella; esso infatti è uno dei test ufficiali per la verifica dell'aspetto qualitativo di una partita di seme, dal quale dunque è facile risalire al peso unitario del seme.

I diversi biotipi in prova si sono vistosamente differenziati per il peso unitario della granella. La varietà Borlotto screziato di Cuneo si è contraddistinta per il peso del seme più elevato in assoluto (980 gr), mentre la varietà Borlotto di Cuneo ha fatto osservare una pezzatura del seme sensibilmente più ridotta di circa 40 grammi.

Peso di mille semi vistosamente più ridotto è stato rilevato per il locale di Bisacquino (520 gr circa), per l'ecotipo D1 (518 grammi) e per l'ecotipo A2 (491 grammi).

I biotipi UNIPA 2 ed D2 sono risultati caratterizzati da un peso di 1.000 semi intorno ai 474 grammi.

Il peso di 1000 semi più ridotto in assoluto è stato osservato per il biotipo C1 (348 gr).

Percentuale semi di scarto (Fig. 3)

Per la caratterizzazione del materiale in prova, è stato valutato anche la percentuale dei semi di scarto intendendo come scarto i semi non commerciabili che si caratterizzavano da una ridotta pezzatura, forte raggrinzimento e presenza di muffe.

La percentuale più elevata di semi non commerciabili è stata osservata per le varietà Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo che hanno raggiunto i valori intorno al 30% circa.

Percentuali vistosamente più ridotta ha fatto osservare il biotipo D1 (20% circa). Le tipologie C1, B1, D2, A2, C2, B2 e Bisacquino hanno evidenziato una percentuale di semi di scarto compresa tra il 13 ed il 15,5% circa, mentre valori percentuali simili, abbastanza modesti, dell'11% circa, sono stati osservati per le tipologie UNIPA1 e A1.

La più ridotta quantità di semi non commerciabili in assoluto ha caratterizzato la tipologia UNIPA2 (circa 10%).

L'elevata percentuale di semi di scarto caratterizzanti le varietà Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo, rispetto a tutti gli altri biotipi in prova, è da mettersi in relazione alla poca adattabilità delle sopra menzionate varietà all'ambiente madonita, tant'è che tale scarto era rappresentato soprattutto da semi che presentavano una elevatissima percentuale di fagioli raggrinziti.

Percentuale di semi fuori tipo (Fig. 4)

Un interessante parametro che consente di poter fornire un giudizio sulla attitudine del materiale per una idonea tipizzazione è la quantificazione della percentuale di semi fuori tipo che caratterizza l'omogeneità e la distinguibilità del materiale.

Le varietà Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo hanno fatto osservare una assenza assoluta di semi fuori tipo, così come l'ecotipo locale di Bisacquino.

I biotipi UNIPA1, UNIPA2 e A1 si sono contraddistinti per una presenza di semi fuori tipo compresa tra il 10,7% (UNIPA1) ed il 12,7% (Biotipo A1).

Il biotipo D2 ha fatto osservare una percentuale di semi fuori tipo del 19% circa, mentre valori simili del 24,5% e del 28,8% si sono rilevati rispettivamente per i biotipi B1 e C1.

Valori nettamente superiori, variabili intorno al 40%, hanno contraddistinto i biotipi A2, B2 e C2.

La percentuale più elevata in assoluto del 64,5%, ha contraddistinto il materiale di propagazione derivante dal biotipo D1.

L'elevata percentuale di semi fuori tipo nelle tipologie riconducibili all'ecotipo "Badda", fa intravedere l'elevata variabilità esistente nel territorio per la specie in questione. Si ha dunque la necessità di avviare immediatamente dei programmi intensivi di caratterizzazione morfologica e genotipica al fine di ottenere un prodotto uniforme per potere essere proposto nei mercati oltre i confini del Parco delle Madonie.

Lunghezza del baccello (Fig. 5)

Altro fattore che risulta importante ai fini della caratterizzazione dei diversi biotipi è la lunghezza media del baccello che, molto spesso, rappresenta l'espressione fenotipica più apparente e primo punto di confronto tra i diversi biotipi in prova.

Nei diversi "tipi morfologici" oggetto della sperimentazione, è stato possibile appurare un buon grado di eterogeneità anche per questo parametro che ha fatto rilevare valori significativamente differenti.

In particolare, i baccelli più lunghi in assoluto sono stati rilevati per il biotipo D1 (15 cm circa) mentre quelli di lunghezza più ridotta sono stati osservati nel biotipo Bisacquino (9,1 cm).

Tutte gli altri "tipi morfologici" in prova, comprese le varietà Borlotto di Cuneo, Borlotto screziato di Cuneo, hanno fatto registrare valori simili tra loro e differenti statisticamente con le tipologie Bisacquino e D1. In particolare, hanno assunto valori intermedi oscillando tra i 10,4 cm ed i 13 cm.

Numero di semi medio per baccello (Fig. 6)

Anche se spesso questo parametro è strettamente connesso con la lunghezza del baccello, nel caso in questione si sono ottenuti dei valori fortemente contrastanti, incrementando l'ipotesi che, all'interno della popolazione "Badda", sia presente oltre che una elevata variabilità di carattere fenotipica, evidente nei risultati proposti, anche a livello di corredo genomico.

Infatti il numero medio di semi per baccello più alto in assoluto è stato rilevato nella progenie dei semi prelevati nell'azienda C, che ha fatto rilevare valori di quasi 6 semi per baccello in entrambe le tipologie C1 e C2.

I valori più bassi in assoluto invece sono stati rilevati nelle varietà Borlotto di Cuneo e Borlotto screziato di Cuneo (3,7 e 3,6 rispettivamente) e subordinatamente nel biotipo Bisacquino (4,3).

Tutte gli altri biotipi si sono contraddistinti per valori intermedi variati tra i 4,6 del biotipo A2 ed i 5,4 semi per baccello del biotipo B1.

Indagine sulle caratteristiche biochimiche del prodotto

Il fagiolo è un alimento perfettamente in linea con le attuali raccomandazioni nutrizionali basate su aumento del consumo di proteine vegetali rispetto a quelle animali, di carboidrati complessi rispetto agli zuccheri semplici, di fibra e riduzione del consumo di lipidi.

Il fagiolo potrebbe svolgere un ruolo fondamentale nell'alimentazione umana. Rappresenta infatti fonte di proteine, di vitamine del gruppo B (tiamina, riboflavina, ecc), minerali (potassio, magnesio, calcio, ecc) ed oligoelementi (zinco, ferro, selenio, ecc). Presenta elevate quantità di amido nonché di specifiche frazioni proteiche responsabili di importanti effetti fisiologici e metabolici (abbassamento della glicemia, della colesterolemia, ecc).

Il valore nutrizionale del fagiolo può essere limitato dalla presenza di fattori antinutrizionali termolabili (inibitori enzimatici, lectine, ecc) e termostabili (fitati, ossalati, polifenoli, tannini).

Per quanto sopra si è voluto approfondire sul piano tecnico-scientifico gli aspetti inerenti i pregi organolettici e il valore alimentare (contenuto in proteine) degli ecotipi "Badda bianca" e "Badda nivura" ed accertare l'eventuale presenza ed entità degli aspetti indesiderati del prodotto edibile, presenti in misura più o meno marcata in tutte le varietà di fagiolo.

Questo aspetto rappresenta per il fagiolo delle Madonie un supplemento di immagine per la conquista dei mercati.

Le analisi di laboratorio hanno riguardato entrambi gli ecotipi di fagiolo Badda e un comune fagiolo Borlotto ampiamente presente sui banchi della grande distribuzione.

L'indagine sugli aspetti biochimici delle tre accessioni di fagiolo sono state effettuate presso la 'Chelab', laboratorio leader in Italia nei servizi di analisi chimico-fisiche nel settore agro-alimentare, farmaceutico, etc., accreditato SINAL e operante in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005.

Nella tabella XXX vengono riportati i risultati ottenuti.

Dalle rilevazioni chimico – fisiche che mettono a confronto i diversi costituenti che caratterizzano il valore alimentare delle tre accessioni testate, non emergono sostanziali differenze.

Badda Nera e Badda Bianca si contraddistinguono dal Borlotto per il più elevato contenuto in carboidrati e tannini; in particolare, quest'ultimo composto è rappresentato in Badda Nera per oltre 1000 mg/Kg di sostanza secca e per oltre 850 mg/Kg per Badda Bianca. La varietà di Borlotto testata ha fatto rilevare invece un contenuto in tannini inferiore a 250 mg/Kg.

Particolarmente apprezzabile è il contenuto in Vitamina B1 in entrambe le popolazioni di Fagiolo Badda (2,2 e 2,7 mg/Kg rispettivamente in Badda Nera e Badda Bianca); la cultivar

Borlotto ha fatto rilevare invece un contenuto in vitamina B1 di appena 1,1 mg/Kg ma si è contraddistinta per un più elevato contenuto in vitamina B2.

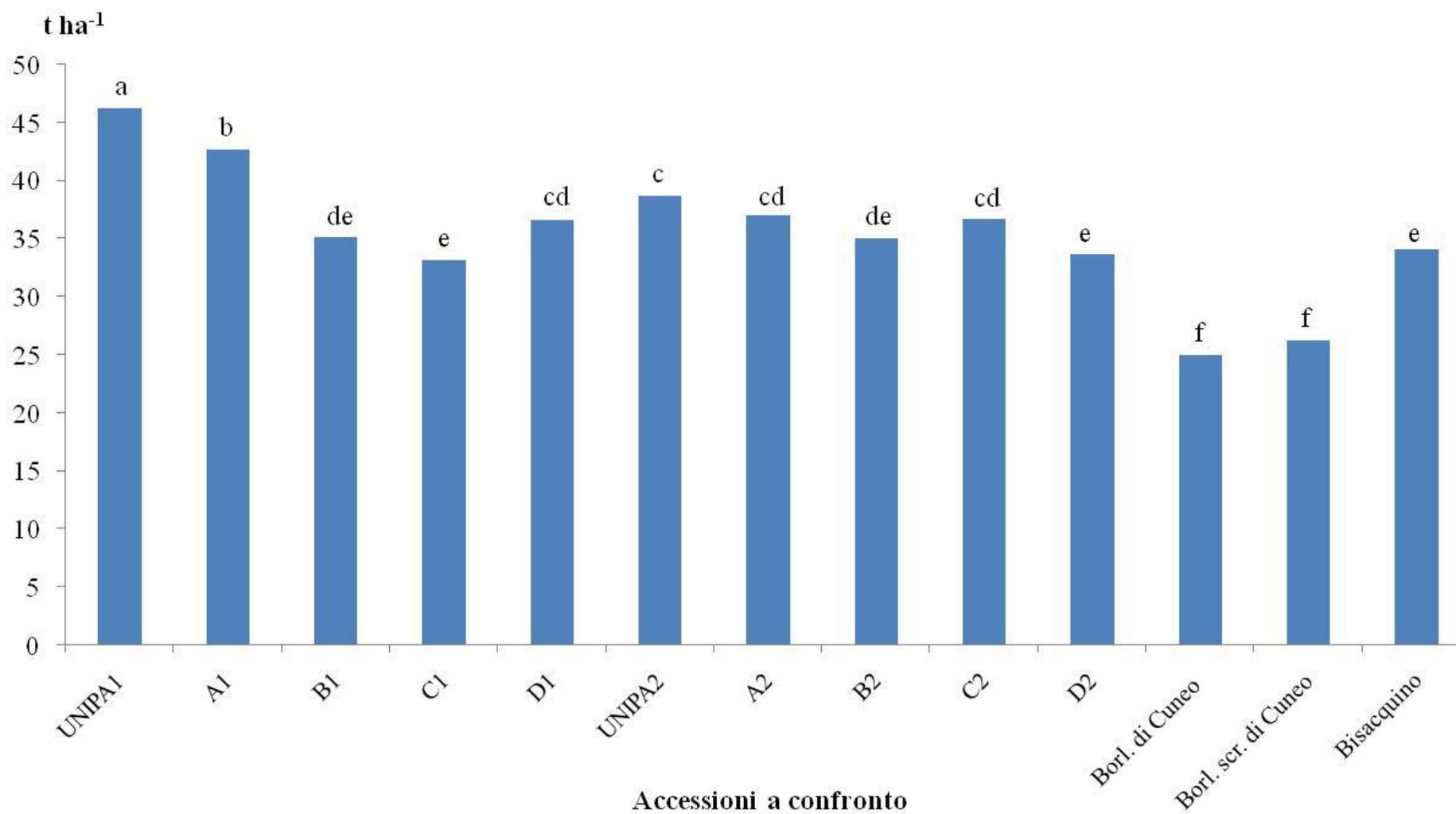
Il contenuto in polifenoli totali (acido gallico) è risultato apprezzabilmente più elevato (3200 mg/Kg) nella granella del fagiolo Borlotto, mentre in Badda nera e soprattutto in Badda Bianca, è stata rilevata la presenza di questi composti in maniera sensibilmente più modesta con valori di 1521 mg/Kg e 1268 mg/Kg rispettivamente.

Per quanto attiene al contenuto in sali minerali, il magnesio e, soprattutto, il potassio sono risultati più rappresentativi in entrambe le popolazioni locali di Fagiolo Badda (Tabella XXX). Il contenuto in sodio invece, nel fagiolo Borlotto, è stato rilevato per un quantitativo di circa la metà rispetto agli ecotipi.

Tabella 2 – Risultati analitici di indagini chimiche effettuate su campioni di Fagiolo

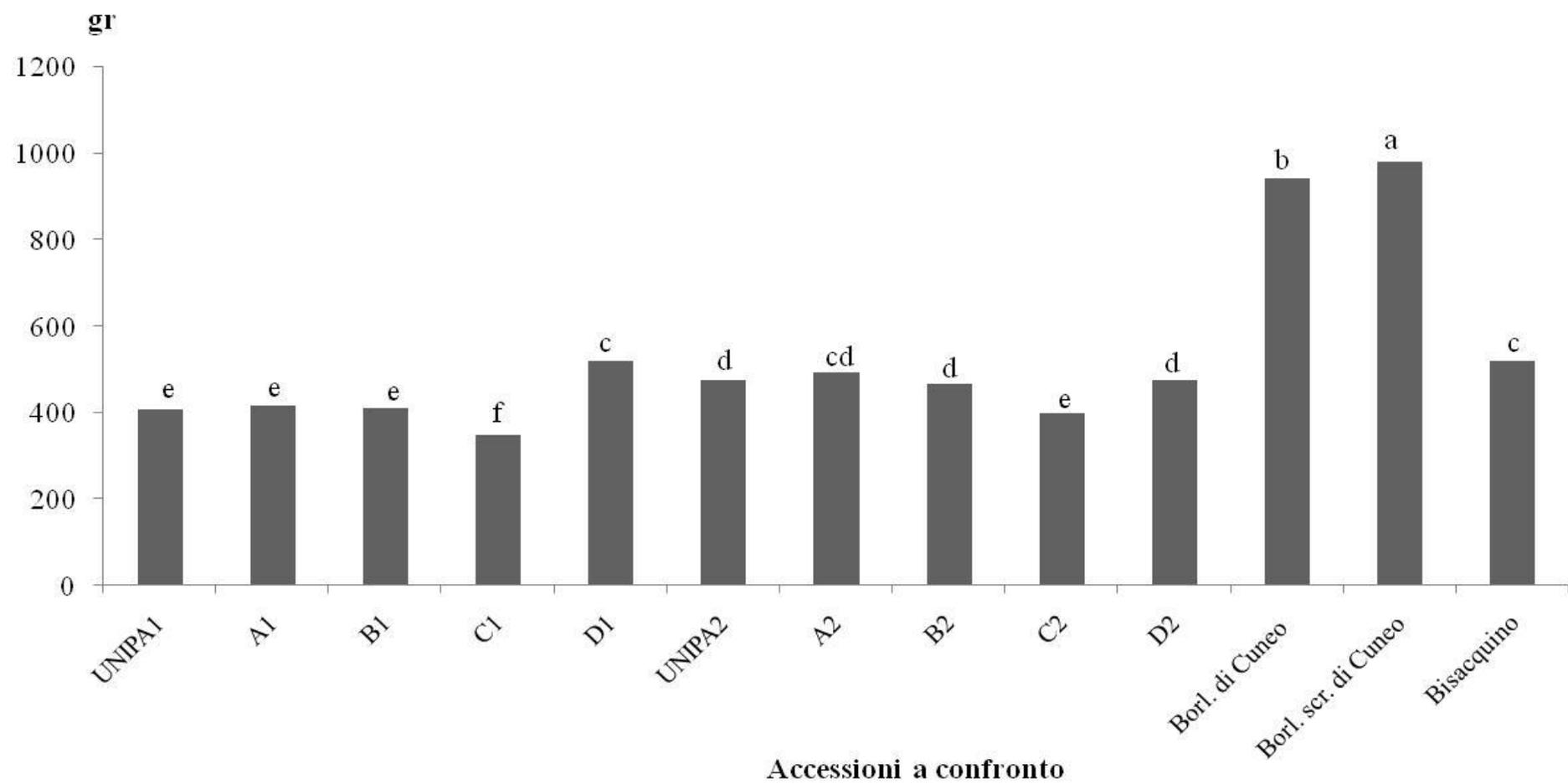
RISULTATI ANALITICI	CAMPIONI ANALIZZATI		
	SUL CAMPIONE TAL QUALE	BADDA NERA	BADDA BIANCA
ACIDO FITICO (g/100 g)	1,12	1,18	1,10
PROTEINE (g/100 g)	21,50	21,44	19,56
GRASSI (g/100 g)	1,62	1,23	1,68
FIBRE ALIMENTARI (g/100 g)	16,2	18,6	20,9
CENERI (g/100 g)	3,61	3,49	3,20
CARBOIDRATI (g/100 g)	42,32	40,69	38,00
VALORE ENERGETICO (kcal/100 g)	302	297	287
VALORE ENERGETICO (kJ/100 g)	1 274	1 251	1 208
COMPOSIZIONE DEGLI ZUCCHERI			
Glucosio (g/100 g)	0,05	0,12	0,08
Galattosio (g/100 g)	< LoQ	< LoQ	< LoQ
Fruttosio (g/100 g)	< LoQ	0,020	0,030
Lattosio (g/100 g)	< LoQ	< LoQ	< LoQ
Saccarosio (g/100 g)	3,53	4,29	3,05
Maltosio (g/100 g)	< LoQ	0,21	< LoQ
Maltotriosio (g/100 g)	< LoQ	0,16	< LoQ
ACIDO FOLICO (µg/kg)	< LoQ	< LoQ	0,250
ACIDO PANTOTENICO (mg/kg)	4,80	5,20	5,30
OSSALATI (g/100 g)	0,140	0,090	0,080
TANNINI (mg/kg) (come pirogallolo)	1 014	856	240
VITAMINA B1 (mg/kg)	2,2	2,7	1,1
VITAMINA B2 (mg/kg)	0,37	0,39	1,10
VITAMINA B6 (mg/kg)	1,50	1,50	2,20
VITAMINA PP (mg/kg)	19,0	21,0	22,0
POLIFENOLI TOTALI (mg/kg) (ac. gall.)	1521	1268	3200
CALCIO (mg/kg)	1130	830	950
FERRO (mg/kg)	55,4	47,6	64,6
FOSFORO (mg/kg)	4830	4720	4570
MAGNESIO (mg/kg)	1780	1640	1400
MANGANESE (mg/kg)	11,4	11,6	11,0
POTASSIO (mg/kg)	16000	16200	12500
RAME (mg/kg)	8,43	7,62	7,28
SELENIO (mg/kg)	n.r.	n.r.	0,12
SODIO (mg/kg)	9,58	9,84	5,05
ZINCO (mg/kg)	29,3	25,3	25,1
SULLA FRAZIONE LIPIDICA			
COMPOSIZIONE ACIDICA			
Acido miristico (C 14:0)	0,08 %	0,09 %	0,14 %
Acido miristoleico (C 14:1)	n.r. %	n.r. %	n.r. %
Acido pentadecanoico (C 15:0)	n.r. %	n.r. %	n.r. %
Acido pentadecenoico (C 15:1)	n.r. %	n.r. %	n.r. %
Acido palmitico (C 16:0)	4,38 %	4,55 %	7,28 %
Acido palmitoleico (C 16:1)	0,16 %	0,18 %	0,28 %
Acido eptadecanoico (C 17:0)	0,09 %	0,06 %	0,11 %
Acido eptadecenoico (C 17:1)	0,08 %	0,06 %	0,11 %
Acido stearico (C 18:0)	0,63 %	0,64 %	1,34 %
Acido oleico (C 18:1)	4,58 %	4,13 %	10,67 %
Acido linoleico (C 18:2)	21,19 %	21,60 %	28,95 %
Acido linolenico (C 18:3)	67,52 %	67,31 %	49,55 %
Acido arachico (C 20:0)	0,16 %	0,15 %	0,24 %
Acido eicosenoico (C 20:1)	0,15 %	0,14 %	n.r. %
Acido beenico (C 22:0)	0,60 %	0,70 %	0,82 %
Acido erucico (C 22:1)	n.r. %	n.r. %	n.r. %
Acido lignocerico (C 24:0)	0,37 %	0,40 %	0,52 %
Acidi grassi saturi	6,31 %	6,59 %	10,45 %
Acidi grassi monoinsaturi	4,97 %	4,51 %	11,06 %
Acidi grassi polinsaturi	88,71 %	88,91 %	78,50 %

Fig. 1 - Produzione di granella



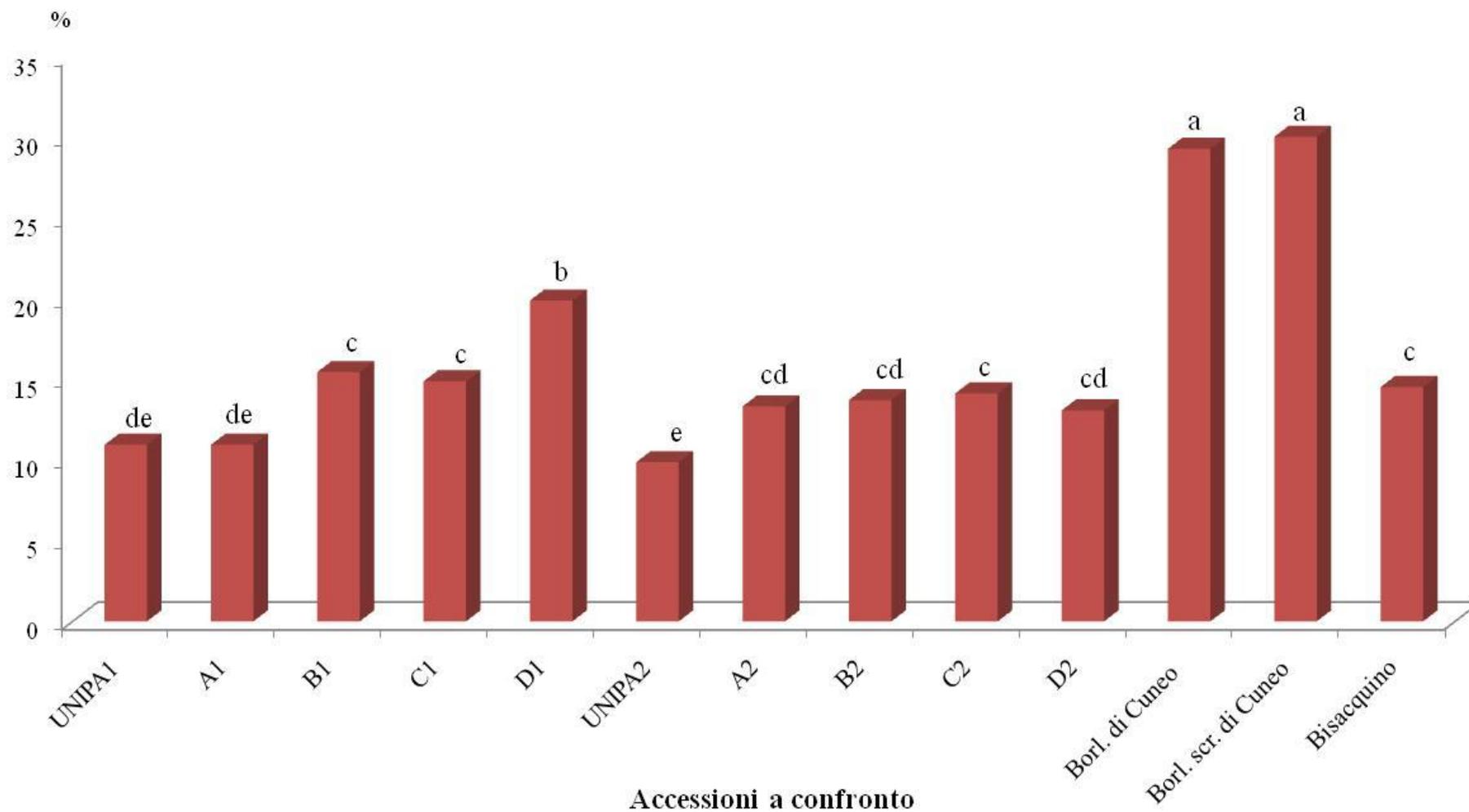
I valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente per $p < 0,05$ secondo il test di Duncan

Fig. 2 - Peso di 1000 semi



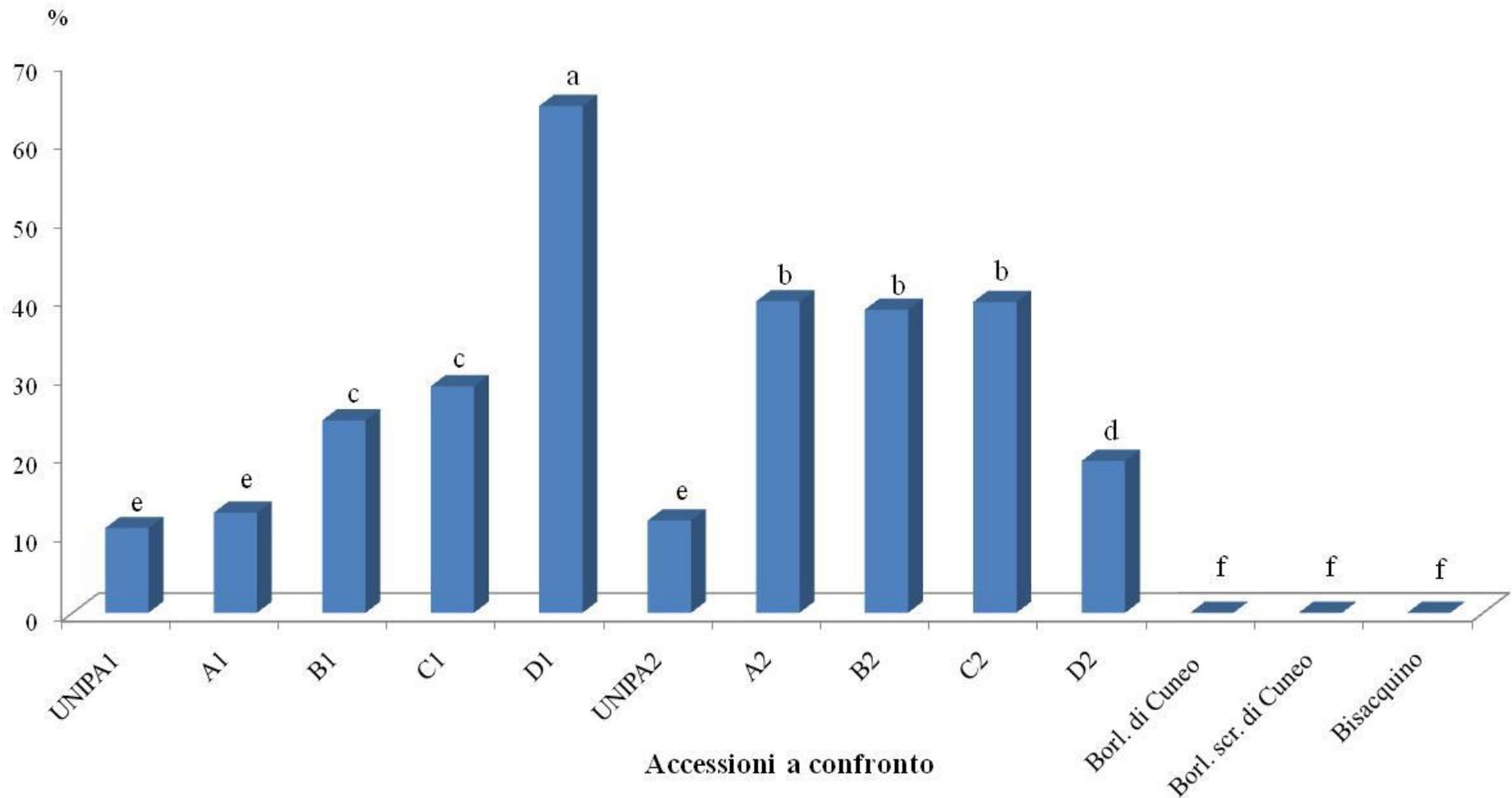
I valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente per $p < 0,05$ secondo il test di Duncan

Fig. 3 - Percentuale dei semi di scarto



I valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente per $p < 0,05$ secondo il test di Duncan

Fig. 4 - Percentuale dei semi fuori tipo



I valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente per $p < 0,05$ secondo il test di Duncan

Fig. 5 - Lunghezza media del baccello

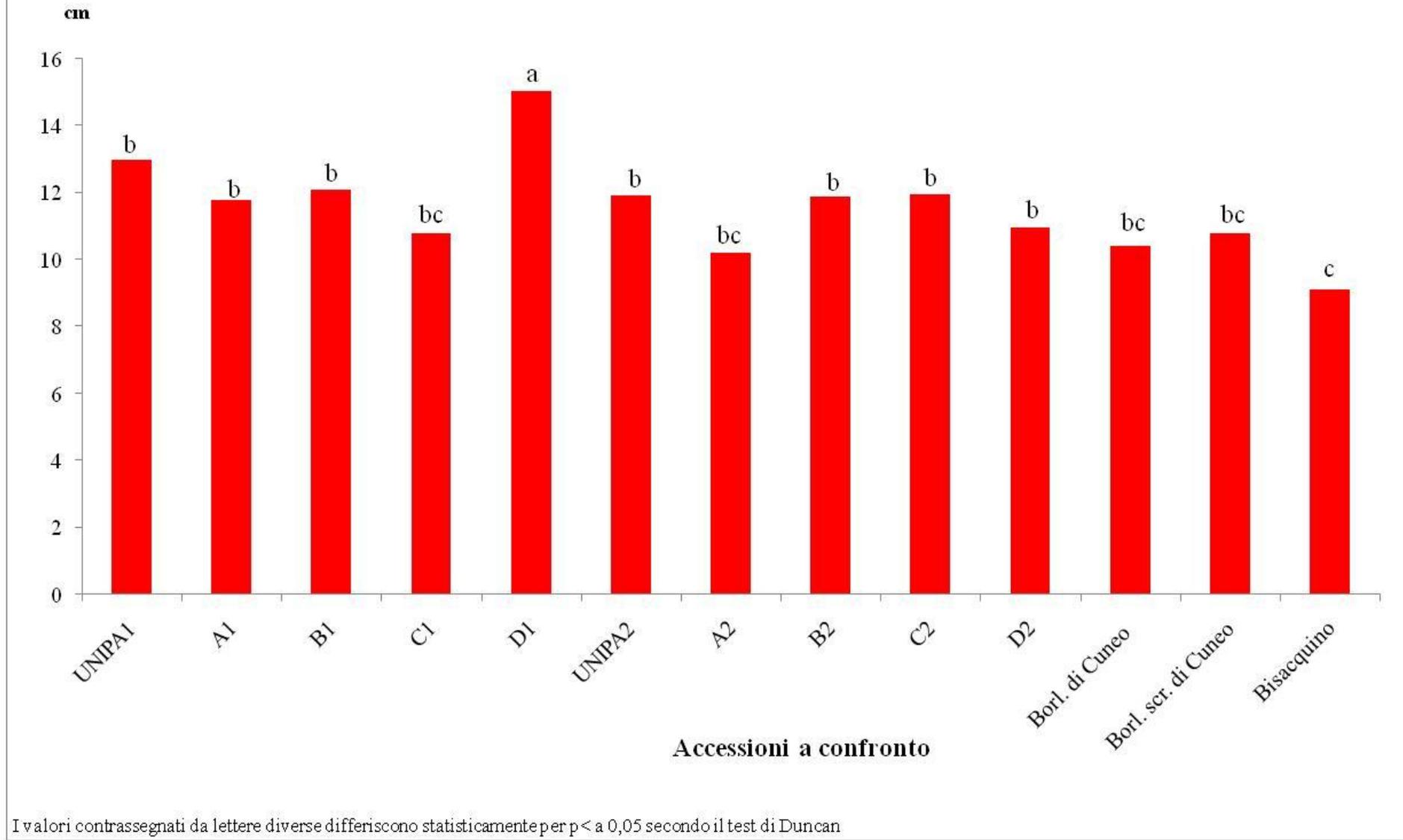
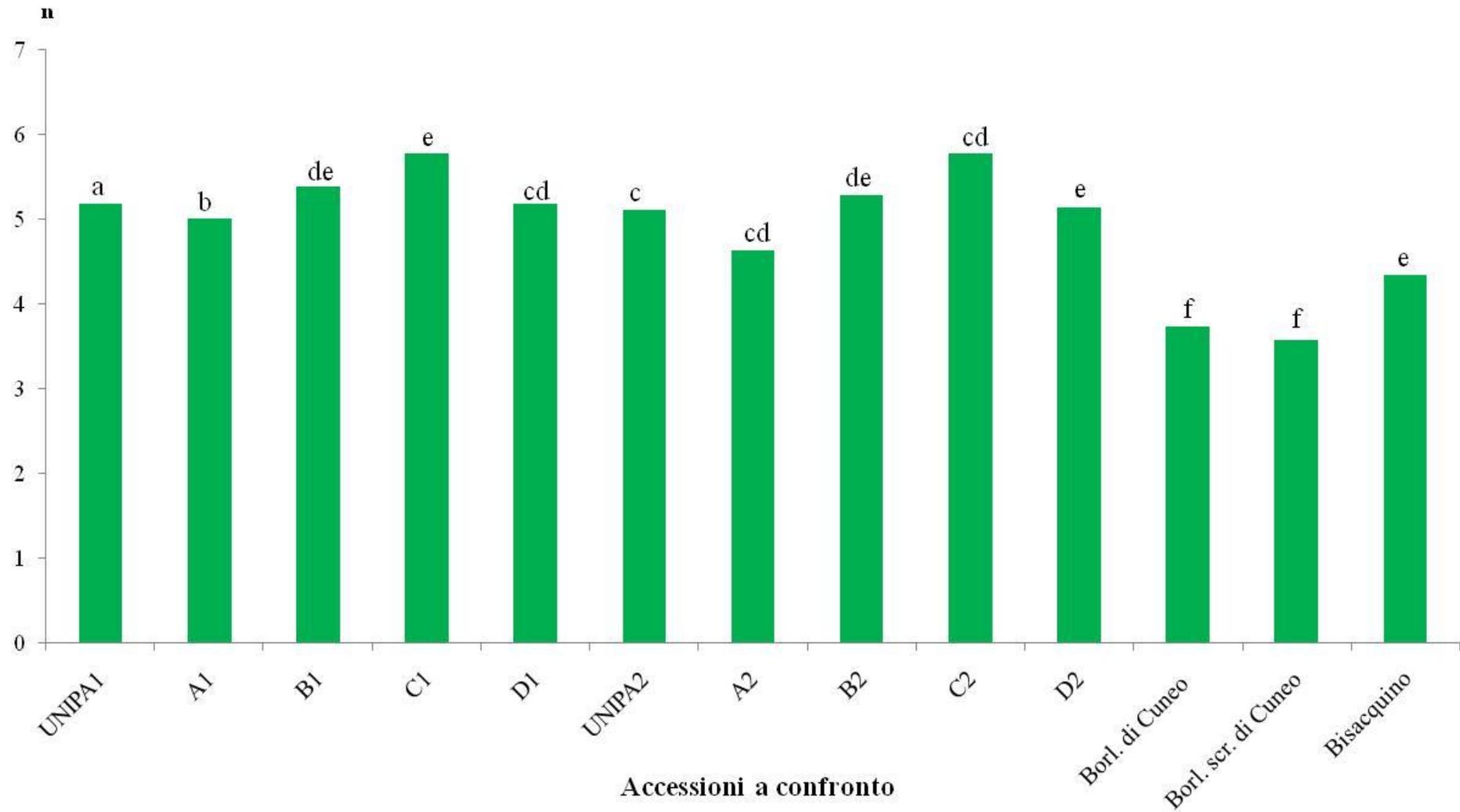


Fig. 6 - Numero di semi/bacello



I valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente per $p < 0,05$ secondo il test di Duncan

Considerazioni finali

L'elevata importanza che l'ecotipo Fagiolo Badda riveste per il territorio madonita è stata ulteriormente incrementata dalla scoperta dello stesso al di fuori dei confini del Parco.

Allo stato attuale infatti l'ecotipo ha riscosso particolare favore presso centri di eccellenza gastronomica per le caratteristiche organolettiche e nutrizionali, insite nel seme.

Tuttavia, l'elevata frammentazione aziendale e l'elevato numero di piccole aziende coltivatrici poco specializzate e scarsamente meccanizzate, sono dei fattori che limitano fortemente l'evoluzione della coltura da un mercato di nicchia ristretto all'ambito madonita ad un mercato, anche di nicchia, con confini più ampi.

La problematica del fagiolo badda diventa ancora più grande se si pone mente al fatto che i produttori hanno da sempre operato una selezione interna del seme prodotto in azienda, molto spesso senza tenere in considerazione le caratteristiche originarie, quasi storiche, del prodotto stesso. Ciò ha determinato, negli anni, l'allontanamento dell'ecotipo dalle caratteristiche iniziali, tipiche e storiche che lo hanno reso tale, portando ad avere oggi, in uno stesso territorio, innumerevoli "tipi morfologici" che, in qualche caso, appaiono profondamente distanti tra loro.

Per tale ragione, al fine di migliorare la commercializzazione del prodotto ed ottenere un marchio che lo tuteli da possibili imitazioni, è necessario operare, in concertazione con gli agricoltori, con gli Enti di Ricerca e con il Parco delle Madonie, un processo di selezione e caratterizzazione che porti gradualmente all'ottenimento di un unico biotipo, rispondente alle originarie caratteristiche chimiche, nutrizionali e produttive.

Una volta raggiunto questo obiettivo, si porrà la necessità di affidare a personale competente e motivato il compito di propagare il seme secondo i rigidi canoni della produzione sementiera.

Tali considerazioni provengono da una attenta analisi dei risultati ottenuti durante un anno di sperimentazione che ha permesso di individuare e caratterizzare, dal punto di vista della produttività e delle caratteristiche del baccello e della granella, i diversi "tipi morfologici" reperiti presso le aziende più rappresentative del territorio.

Come precedentemente specificato, al fine di potere esprimere un giudizio inequivocabile sui risultati ottenuti, tutti i diversi biotipi in prova sono stati messi a confronto con il classico "Borlotto", universalmente consumato nelle tavole di tutto il mondo.

La collezione è risultata fortemente eterogenea per produttività e per qualità della granella. In particolare, il parametro analizzato "percentuale di semi fuori tipo", ha consentito di esprimere un parere più che favorevole su entrambe le tipologie, badda nera e badda bianca, circa il lavoro di selezione operato dalla Sezione di Orticoltura e Floricoltura su popolazioni locali rinvenute e, a detta di molti, rispondenti alle tipologie originarie del fagiolo badda.

È da rilevare che anche il parametro “percentuale dei semi di scarto” assume una certa importanza, in quanto valori diversi rivelano la capacità di adattamento di un “tipo morfologico” all’ambiente di coltivazione.

Dai risultati ottenuti emerge l’importanza delle attività sperimentali avviate e la necessità di continuare il lavoro di “fenotipizzazione” delle popolazioni locali, con prove parcellari più ampie e diversificate. Importante in questa fase è anche la ricerca di ulteriori popolazioni che siano interessanti sotto il profilo della tipicizzazione.

La fase di fissazione dei caratteri fenotipici attraverso la “genotipizzazione” della singola popolazione, dovrà essere avviata utilizzando apposite schede descrittive disponibili presso la “Genbanck” ed analisi di laboratorio opportunamente stabilite da un protocollo sperimentale ad hoc.

Sono queste le tappe fondamentali per giungere ad una giusta e doverosa valorizzazione del Fagiolo Badda e, di riflesso, di tutto il territorio del Parco delle Madonie.

TEMATICA DI RICERCA N. 2

***TECNICHE AGRONOMICHE ECOCOMPATIBILI PER
LA CONDUZIONE DELLE COLTURE ORTICOLE***

Premessa

La sostenibilità del sistema agricolo si confronta oggi con il bisogno di perseguire gli interessi aziendali degli agricoltori con la conservazione di un ambiente ecologicamente equilibrato tramite l'adozione di pratiche agronomiche a ridotto impatto ambientale, capaci di garantire un prudente impiego dei fattori produttivi.

Sotto questo aspetto, l'agricoltura è chiamata a dare risposte ben precise.

Da un lato, infatti, si fa sempre più forte il duplice legame che salda strettamente l'agricoltura con l'ambiente in quanto essa, inserita in un determinato contesto ambientale, ne subisce i condizionanti di origine naturale e antropica incidendo spesso in maniera marcata sulla realtà territoriale con vistosi effetti diretti e indiretti.

Di contro l'agricoltura è chiamata a soddisfare le esigenze alimentari della popolazione del nostro pianeta che, secondo le stime della FAO, raggiungerà la quota di 8.500 milioni di persone nei prossimi vent'anni, promuovendo uno sfruttamento razionale delle risorse idriche e pedologiche, l'uso di tecnologie agricole appropriate, la salvaguardia delle risorse genetiche animali e vegetali locali ed un fattivo coinvolgimento di tutte le istituzioni interessate allo scopo di creare uno sviluppo sinergico tra i vari paesi del mondo nell'era del mercato globale e della lotta alla malnutrizione, assolutamente inaccettabile in troppi paesi. Sempre secondo la FAO, la produzione di cibo dovrà essere aumentata di circa il 60% nei prossimi trent'anni, e la maggior parte di questo aumento dovrebbe avvenire nei paesi in via di sviluppo, in modo da tenere il passo con la prevista crescita demografica (Menini, 1998).

In virtù di queste considerazioni, non è possibile pensare che l'aumento di produzione necessario a soddisfare il fabbisogno mondiale, possa essere ottenuto solamente incrementando le rese per ettaro, attraverso l'uso indiscriminato di prodotti chimici e pesticidi. Per raggiungere l'obiettivo di uno sviluppo sostenibile appropriato alle moderne esigenze di alimentazione (miglioramento della qualità e dello stato sanitario delle produzioni e soddisfacimento delle necessità alimentari delle popolazioni) è certamente necessario esplorare l'opportunità di diversificare le produzioni agricole di base con particolare riguardo allo sviluppo sostenibile del territorio. Lo studio di queste problematiche sono oggi alla base dell'*Agronomia ambientale* e della ricerca scientifica applicata che è chiamata a dare delle risposte all'opinione pubblica quanto più precise sul duplice aspetto del miglioramento delle caratteristiche igienico-sanitarie delle produzioni e sulla produzione agricola nel pieno rispetto dei canoni della sostenibilità ambientale.

Esperienze sulla razionalizzazione di tecniche agronomiche ecocompatibili per la valorizzazione del *Fagiolo Badda*

Introduzione

Come precedentemente detto il fagiolo *Badda* è una leguminosa coltivata su ridotte superfici ed è pratica comune, da parte degli agricoltori del luogo, utilizzare dei sestri d'impianto non ben definiti che vanno dai 50-60 cm tra le file e 20-30 cm sulla fila, mettendo da 4 a 6 semi nella buca ed utilizzando come sostegno della pianta (rampicante) l'*Arundo Donax L.* meglio conosciuta come canna comune.

Questo tipo di tutoraggio implica molta manodopera, per la realizzazione delle capannine e difficoltà per il reperimento del materiale necessario.

L'elevata densità colturale (circa 35 piante/m²) ed il notevole vigore che la leguminosa manifesta, fa sì che si realizzi una struttura di canne e piante molto affastellata con evidenti fenomeni di competizione aerea-radicale, di riduzione di luce e circolo d'aria.

In queste condizioni la pianta va incontro a stress fisiologici non indifferenti che compromettono la produzione e la qualità del prodotto.

La pianta, in presenza di poca luce, tende ad allegare e a produrre nella porzione medio alta; inoltre, lo scarso arieggiamento della vegetazione dovuto alla fitta vegetazione e alla ravvicinata insistenza dei filari, provoca problematiche fitosanitarie di particolare rilievo.

Appare evidente come, l'aleatorietà della produzione unitamente all'enorme impegno di manodopera rappresentano i più importanti ostacoli per la diffusione nel territorio di questa leguminosa che invece meriterebbe, in considerazione dei pregi organolettici e dei positivi riscontri di mercato, di essere opportunamente rilanciata.

Negli ultimi anni le attività di ricerca sono state indirizzate sull'approfondimento degli aspetti di ordine tecnico (tipologia di allevamento) ed agronomico (investimenti unitari) prima poco studiati ma capaci di esaltare le potenzialità produttive, ridurre i costi di gestione e mantenere inalterate le caratteristiche merceologiche e qualitative della granella, tenendo nello stesso tempo in debita considerazione le problematiche di ordine ambientale (impiego di ridotti input energetici) e paesaggistico.

La necessità di ricorrere all'impiego di sostegni per l'allevamento verticale, l'impossibilità di meccanizzare, anche se parzialmente le operazioni colturali (controllo delle infestanti, trattamenti antiparassitari, etc.) per effetto dei ridotti sestri d'impianto, imposti dalla necessità

di realizzare produzioni unitarie soddisfacenti, e l'elevato costo della manodopera hanno relegato la coltivazione di questa leguminosa soltanto a livello di orto familiare.

È stato sperimentalmente accertato come l'allevamento a spalliera, in sostituzione del tradizionale allevamento a capannina, con distanze tra le file di 90, 120 e 150 cm non determina apprezzabili riduzioni delle produzioni areiche rispetto a distanze più ridotte e neppure peggioramenti qualitativi della granella.

E' da ritenere che sesti d'impianto ragionevolmente ampi possano consentire un'adeguata meccanizzazione della coltura e una sostanziale riduzione di costi di produzione per effetto del minor impiego di materiali.

Ciò consente di migliorare ulteriormente la sostenibilità ambientale della coltura che può essere condotta con una sensibile riduzione e, in qualche caso, l'annullamento completo, degli apporti di input esterni dovuti ai continui trattamenti necessari a contenere l'insorgenza di attacchi parassitari.

Inoltre la più modesta competizione aereo-radiale tra piante contigue, e la maggiore luminosità a cui la pianta è esposta, si riflette positivamente su una più abbondante fioritura, su una migliore distribuzione della stessa lungo il piano verticale della spalliera consentendo, di riflesso, una più abbondante allegagione dei baccelli.

Scopo della ricerca

In virtù delle considerazioni di cui sopra, con il presente lavoro si è cercato di dare un ulteriore impulso alla ricerca rivolta alla definizione del miglior sesto di impianto da adottare per la coltivazione del fagiolo badda allevato a spalliera.

Come precedentemente specificato, nelle ricerche effettuate in tale ambito è stato osservato come produzioni sensibilmente più rappresentative sono state ottenute sostituendo la forma di allevamento a capannina rispetto alla spalliera.

Inoltre, sulla scorta di tali risultati, è stata affrontata la tematica della distanza tra le file che, a parità di condizioni consente di stabilire la migliore densità di piante per unità di superficie.

Nelle esperienze condotte nelle annate precedenti, è stato appurato che l'allevamento a spalliera con distanze tra le file di 60 cm non è rispondente alle necessità della coltura in quanto si presenta eccessivamente affastellata e poco arieggiata. Ciò infatti ha determinato l'insorgenza di attacchi parassitari piuttosto importanti che hanno pregiudicato l'esito finale della coltura.

Le distanze di 90, 120 e 150 cm hanno invece riscosso particolare interesse in quanto hanno fatto intravedere risultati piuttosto interessanti sia sotto l'aspetto produttivo che sotto l'aspetto qualitativo.

Nell'annata in cui è stata svolta l'attività sperimentale, si sono verificati degli eventi climatici particolarmente avversi che, seppure la coltivazione ha prodotto, non hanno consentito di valutare al meglio la reattività del fagiolo badda alle diverse distanze tra le fila.

Pertanto, con la presente ricerca si è voluto apportare un ulteriore contributo nel valutare la reattività del Fagiolo Badda ai diversi investimenti unitari, ossia al variare del numero di piante per postarella e della distanza tra le fila.

Materiali e metodi

Le ricerche sono state condotte a Castellana Sicula nel 2009 presso l'Azienda Didattico Sperimentale dell'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente.

Il terreno nel quale sono state realizzate le prove sperimentali, dal punto di vista pedologico, si caratterizzano per l'elevato colloidismo, per la buona struttura e per la scarsa presenza di scheletro grossolano.

Si tratta essenzialmente di vertisuoli, ricchi di sostanza organica ed elementi nutritivi che, se razionalmente lavorati ed irrigati, presentano potenzialità produttive piuttosto notevoli.

La preparazione del suolo è stata effettuata nella I decade del mese di settembre mediante un'aratura profonda 30 cm circa, apportando quantitativi di letame maturo in ragione di 1.000 q ha⁻¹.

Nella prima decade del mese di dicembre è stata realizzata una erpicatura allo scopo di livellare la superficie di terreno ed eliminare le erbe infestanti. Lasciato all'azione disgregante degli agenti atmosferici, nel mese di aprile, una volta ritornato in tempera, il terreno è stato sottoposto ad ulteriori due operazioni di erpicatura per distruggere le erbe infestanti ed iniziare a preparare il letto di semina.

Ulteriori operazioni di erpicatura sono state infine realizzate prima della semina che è stata effettuata nella prima settimana di luglio.

Prima della semina inoltre è stato distribuito, su tutta la superficie, un concime complesso ternario 11-22-16 in ragione di 6 q.li ha⁻¹.

Per l'allevamento verticale della leguminosa, è stato realizzato un impianto a spalliera caratterizzato da struttura portante in legno di castagno e rete in materiale plastico con maglie di cm 15 x cm 15.

Nella prova sperimentale è stato utilizzato il biotipo Fagiolo Badda, in corso di selezione da parte della Sezione di Orticoltura e Floricoltura, nelle due varianti Badda "Nera" e "Bianca". La semina è stata effettuata nella terza decade del mese di giugno.

Le distanze tra le file, oggetto della prova, sono state di 90 cm, 120 cm e 150 cm.

Sulla fila invece la distanza prescelta è stata di 33 cm e mantenuta costante per tutte le tesi in prova.

Inoltre, al fine di meglio valutare la reattività della coltura ai diversi investimenti unitari, sono state messe a confronto, per ciascuna distanza tra le file, tre tesi che hanno previsto la messa a dimora di 2, 4 e 6 semi per postarella.

Ciò ha determinato l'applicazione di uno schema sperimentale di tipo a parcella suddivisa.

Al fine di scongiurare l'insorgenza di fallanze è stata prevista la messa a dimora, in ogni postarella, di un numero di semi maggiorato del 25%. Tuttavia, ad emergenza avvenuta, è

stato effettuato il diradamento eliminando le piante in eccesso al fine di rispettare quanto previsto dal protocollo sperimentale.

Alla coltura sono state praticate tutte le operazioni agronomiche che normalmente vengono praticate per la conduzione della leguminosa nell'areale di coltivazione.

La coltura è stata condotta in irriguo ed è stato adottato un sistema di distribuzione a microportata mediante la predisposizione di ali gocciolanti con erogatori spaziati di 33 cm e di portata 2 l/h.

I turni ed i volumi di adacquamento sono stati di volta in volta valutati in funzione dell'andamento climatico e delle reali esigenze della coltura nelle diverse fasi fenologiche.

Il controllo delle infestanti è stato prontamente realizzato attraverso frequenti scerbature manuali evitando l'utilizzo di prodotti chimici nel pieno rispetto della tematica ambientale.

La raccolta, realizzata nella seconda metà del mese di settembre, per le diverse unità sperimentali, è stata effettuata allorché i baccelli hanno raggiunto il giusto grado di maturazione fisiologica che coincide, per la granella, con la maturità commerciale, ossia quando le foglie incominciano a perdere la capacità fotosintetizzante e i baccelli evidenziano sintomi di "senescenza".

Prima di procedere alla raccolta, per le singole unità sperimentali, è stato prelevato un significativo campione di baccelli (n. 50 baccelli) su cui sono stati effettuati una serie di rilievi morfologici e qualitativi: lunghezza del baccello, numero di semi per baccello.

La produzione raccolta è stata sistemata sotto una tettoia ventilata al fine di consentire il prosciugamento dei baccelli, necessario per la successiva trebbiatura.

La granella ottenuta è stata opportunamente pesata ed i rilievi effettuati, sono stati successivamente tabellati e sottoposti all'analisi della varianza.

Al fine di poter valutare le rese quantitative dei vari biotipi in prova, sono stati valutati una serie di parametri bio-agronomici, ed in particolare la produzione unitaria ed il peso di 1.000 semi. Inoltre al fine di caratterizzare l'ecotipo anche sotto l'aspetto prettamente nutrizionale, sono state realizzate delle analisi presso centri specializzati su campioni rappresentativi della produzione, delle quali si riportano i risultati ottenuti.

Tutti i dati, sono stati opportunamente tabellati ed elaborati statisticamente; infine, per poterne valutare la significatività statistica, alle medie, è stato applicato il test di Duncan.

Osservazione e risultati

Produzione di granella

La diversa spaziatura delle file di semina, indipendentemente dal numero di semi allocati nelle singola postarella e dalle varietà in prova, ha avuto vistosi effetti sulle rese unitarie della coltura che sono variate dalle 4,5 t ha^{-1} dell'interfila cm 90 alle 3,2 t ha^{-1} delle parcelle con interasse di cm 150. Produzioni unitarie di 3,6 t ha^{-1} sono state rilevate spaziando l'interfila di cm 120.

Il numero di piante per postarella, invece, non ha avuto vistosi riflessi sulle rese in granella.

Tra i due biotipi messi a confronto badda "niura" ha fornito rese superiori di 0,5 t ha^{-1} rispetto a badda bianca (4 t ha^{-1}).

La diversa spaziatura dell'interfila interagendo con i due biotipi in prova, indipendentemente dal numero di piante per postarella, ha fatto rilevare che le rese sono risultate decrescenti per i due biotipi variando la distanza dell'interfila da 90 a 150 cm.

Infatti le rese più elevate (4,9 t ha^{-1}) sono state osservate con il biotipo badda nera le cui file erano distanziate cm 90, mentre rese inferiori, rispettivamente di 1,2 t ha^{-1} e di 1,5 t ha^{-1} , sono state osservate con l'interasse cm 120 e cm 150 rispettivamente.

Per badda bianca sono variate le produzioni dai 4,1 t ha^{-1} della minore spaziatura a 3,0 t ha^{-1} con la spaziatura dell'interfila di cm 150.

Produzioni di 3,4 t ha^{-1} sono state realizzate distanziando e file cm 120.

Il numero di piante per singola postarella, interagendo con i due biotipi, ha fatto osservare sempre una più elevata produttività (a parità di numero di piante/postarella) del biotipo badda "niura" rispetto al biotipo badda bianca, mentre il diverso numero di piante per postarella, utilizzando lo stesso biotipo, non ha influenzato le rese unitarie in maniera significativa.

Tuttavia, adottando una densità di 4 piante/postarella, si sono realizzate le più elevate rese (4,1 t ha^{-1} per badda "niura" e 3,6 t ha^{-1} per badda bianca).

L'interazione interfila x numero di piante per postarella ha fatto evidenziare che, distanziando le file di cm 90 con 2, 4 e 6 piante per postarella, si sono realizzate produzioni similari intorno a 4,5 t ha^{-1} , risultate vistosamente superiori a quelle realizzate distanziando l'interfila cm 120 ed ancor, più distanziandole di cm 150.

L'interazione distanza tra le file x numero di piante per postarella x biotipi in prova ha consentito di poter rilevare che le più elevate rese in assoluto (5 t ha^{-1}) si sono realizzate con il biotipo badda "niura" distanziando l'interfila cm 90 e con una densità di 4 piante per postarella.

Rese simili leggermente più ridotte si sono realizzate sempre con lo stesso interasse con 2 piante per postarella ($4,8 \text{ t ha}^{-1}$) e con 6 piante postarella ($4,6 \text{ t ha}^{-1}$).

Le più modeste rese in assoluto sono state ottenute distanziando l'interfila cm 150 con 6 piante per postarella e utilizzando l'ecotipo badda bianca ($2,9 \text{ t ha}^{-1}$). Produzioni simili leggermente più elevate di $0,2 \text{ t ha}^{-1}$ si sono ottenute con 2 e 4 piante per postarella.

In sintesi, si può affermare che il biotipo badda "niura" è risultato sensibilmente più produttivo rispetto al biotipo badda bianca; ciò è da correlare presumibilmente alla maggiore rusticità del primo rispetto al secondo.

Lunghezza del baccello

La lunghezza media del baccello non è stata influenzata significativamente dalla diversa distanza delle file di semina che mediamente è risultata di 12 cm circa.

Il diverso numero di piante per postarella invece, ha avuto apprezzabili riflessi sulla pezzatura dei frutti, si è attestata su valori di 12,3 cm. Lunghezze simili, superiori di 0,63 e di 0,88 cm, hanno evidenziato i frutti ottenuti dalle piante con densità di 4 e 2 piante per postarella rispettivamente.

I due ecotipi in prova non hanno influenzato la lunghezza del baccello.

L'interazione biotipo x distanza tra le file, non ha fatto rilevare differenze apprezzabili fra i trattamenti in prova, mentre l'interazione numero di piante per postarella x biotipo, ha fatto osservare che baccelli di più elevata pezzatura si sono ottenuti col biotipo badda bianca sistemando 6 piantine per postarella (13,1 cm), mentre la lunghezza più modesta è stata osservata sempre con il biotipo badda bianca con la densità di 2 e 4 piante per postarella (11 cm circa).

Nessun effetto rilevante ha fatto osservare l'interazione distanza tra le file x numero di piante per postarella.

Il biotipo badda bianca, allevato in file distanziate cm 120 con la densità di 6 piante per postarella, ha fatto osservare lunghezze prossime ai 14 cm, mentre, le lunghezze più ridotte in assoluto, si sono osservate sempre con lo stesso biotipo allorché le file sono state distanziate cm 90 ed ottenendo una densità di 4 piante per postarella.

Numero di semi per baccello

La diversa distanza tra le file ha influenzato vistosamente il numero di semi per baccello che è risultato pari a 7 con la spaziatura di cm 120.

Valori simili (6,8 semi/baccello) si sono osservati con l'interasse di cm 90 mentre vistosamente più modesto è risultato il numero di semi per baccello (6,7) adottando un interasse di cm 150.

Il numero di piante per buca di semina non ha influenzato significativamente questo parametro. Anche i due biotipi in prova non si sono differenziati per il numero di semi che caratterizzavano i baccelli nelle diverse piante.

La diversa distanza tra le file, interagendo con i due biotipi in prova ha fatto osservare che il biotipo badda bianca allevato su file distanti cm 120 ha fornito mediamente baccelli caratterizzati dalla presenza di 7 semi, mentre significativamente più modesto è risultato il numero di semi per baccello per l'ecotipo badda bianca allorché le file sono state distanziate cm 150.

Peso di 1000 semi

Il peso di mille semi è risultato identico per i due biotipi in prova indipendentemente dagli investimenti unitari adottati.

Considerazioni conclusive

Secondo i risultati delle sperimentazioni condotte, e della presente in particolare, è da ritenere che la razionalizzazione delle tecniche di coltivazione, con particolare riguardo alla definizione degli investimenti unitari, potrebbe favorire l'espansione della coltura nell'areale tipico determinando l'attivazione di un indotto che avrebbe sicuramente degli effetti positivi sull'economia locale.

Per molte specie orticole, oggetto di ricerche accurate, sono state definite con estrema precisione, gli investimenti unitari più appropriati per un corretto ed equilibrato sviluppo vegeto-produttivo.

La conoscenza di tale parametro si traduce in un giusto equilibrio, all'interno dei vegetali, e predispone questi all'esaltazione delle potenzialità produttive.

Con la presente ricerca si è voluto apportare un contributo specifico a tale finalità consentendo giungere a delle considerazioni di carattere quantitativo e qualitativo, utili a fare esprimere alla coltura le migliori performance.

Dai risultati ottenuti durante la sperimentazione, è emerso che il biotipo Badda nera è più produttivo rispetto al Badda bianca per effetto, presumibilmente, di una maggiore rusticità che consente di superare le avversità biotiche ed abiotiche del territorio, senza subire i decrementi produttivi ed i deprezzamenti qualitativi che invece penalizzano l'ecotipo Badda Bianca.

Dalla ricerca è emerso inoltre come la risposta produttiva venga significativamente influenzata dalla distanza tra le file; in particolare entrambi i biotipi si avvantaggiano della distanza dei filari a cm 90. Distanze superiori, seppure giustificabili sotto l'aspetto della conduzione della coltura, determinano una leggera flessione produttiva, mentre poco ha influito sulla produttività la presenza di 2, 4 o 6 piante per postarella.

La maggiore produttività riscontrata con le densità più elevate è da ascrivere non alle variazioni qualitative della granella (peso di 1000 semi, lunghezza del baccello, ecc.) piuttosto al più elevato numero di piante per unità di superficie.

Sotto l'aspetto qualitativo infatti non sono emerse differenze significative degne di nota in nessuna delle combinazioni messe a confronto.

Appare opportuno precisare tuttavia che la distanza tra le file di cm 120 e, soprattutto, di cm 150 hanno consentito una maggiore comodità nella conduzione della coltura per quello che riguarda il controllo meccanico delle infestanti e la gestione fitosanitaria.

Per quanto sopra la definizione del sesto di impianto non può essere standardizzata e la scelta andrebbe commisurata alle specifiche esigenze aziendali.

Le distanze più modeste, ed in ogni caso non inferiori ai cm 90, possono essere adottate presso le aziende che conducono la coltura a carattere familiare. Nelle aziende specializzate

invece la necessità di meccanizzare le operazioni colturali e ridurre i costi di produzione, impone l'obbligo di allargare le distanze tra le file per consentire il passaggio delle macchine operatrici.

***GESTIONE ECOCOMPATIBILE DELLA COLTURA DEL MELONE
INVERNALE NELLA SICILIA OCCIDENTALE***

Introduzione

Tra le varie agrotecniche, per le quali l'adozione di pratiche maggiormente sostenibili è oggi obiettivo primario, molto importante è la fertilizzazione.

La razionalizzazione delle pratiche di gestione della fertilizzazione è un aggiornamento tecnico indispensabile in quanto il diffuso impiego di concimi minerali legato alle tradizioni, alla scarsa informazione tecnica e all'influente informazione commerciale, provoca spesso un aggravio dei costi colturali e una scarsa valorizzazione dei fertilizzanti.

La concimazione azotata rientra appieno nella tematica di cui sopra. Essa ha contribuito in maniera piuttosto determinante all'incremento delle rese areiche ottenute dalla produzione vegetale agraria.

Grazie alla concimazione azotata, tutte le specie ad eccezione delle leguminose da granella, hanno raggiunto traguardi produttivi particolarmente interessanti, mentre, parallelamente, la quantità di azoto distribuita per unità di superficie si è moltiplicata. Come riferito da Giardini (1989) in Italia nel 1950 si impiegavano, in media, meno di 20 Kg ha⁻¹ anno. Attualmente tale dose media è stata all'incirca quintuplicata raggiungendo, nelle aree più fertili, con disponibilità di risorse idriche e per determinate specie, principalmente orticole, livelli di concimazioni chimiche fino a 350–450 Kg ha⁻¹ di N.

Tale situazione, molto spesso aggravata da una estrema semplificazione degli avvicendamenti colturali e dal massiccio sfruttamento dei terreni ha creato le premesse per un inquinamento azotato nelle acque e nell'atmosfera.

La problematica della razionalizzazione delle dosi di concime azotato è inserita a pieno titolo in questo contesto sia sotto l'aspetto economico che sotto il profilo ambientale.

Nel corso degli anni la pratica della concimazione ha assunto un ruolo fondamentale per la produzione agricola, sia sotto l'aspetto produttivo che qualitativo.

Essa rappresenta una pratica agronomica la cui importanza era già stata intuita in tempi remoti. Tuttavia, una svolta fondamentale in questo settore si ebbe nel diciannovesimo secolo con le ricerche, e le relative scoperte sulla nutrizione dei vegetali, operate dai grandi studiosi von Liebig, de Saussure, Boussingault, ecc.. Tuttavia, nel tempo, al tradizionale concetto di "restituzione", si sostituì quello di "esaltazione della fertilità", spesso eccessivamente spinta, soprattutto per quanto riguarda l'elemento azoto.

Infatti, nonostante l'azoto sia un elemento indispensabile per la vita del mondo vegetale, la dotazione di questo elemento nel terreno agrario risulta essere piuttosto modesta e pertanto, al fine di soddisfare le esigenze nutritive delle colture, ed in particolare per quelle intensive, si rende necessario l'apporto esterno attraverso la pratica della concimazione.

La concimazione minerale: livelli di concime e risposta delle colture

L'obiettivo principale di ogni intervento di concimazione è quello di alimentare le piante, mantenendo e, dove possibile, migliorare la fertilità dei terreni.

Tuttavia la risposta alla concimazione risulta variabile in funzione di una serie di fattori e le situazioni ottimali in un determinato ambiente possono essere estensibili ad altri ambienti nello spazio e nel tempo solo se condizioni rimangono tali. In considerazione di ciò è difficile ottenere indicazioni di carattere previsionale per la concimazione sulla base delle risposte produttive e qualitative di una sola annualità o di un ambiente ristretto.

Le curve di risposta delle colture a diversi livelli di concimazione hanno consentito negli anni di gestire la fertilizzazione di determinate specie coltivate; tuttavia, non sempre tali curve sono state adattate alle differenti esigenze.

Come per qualsiasi altro fattore della produzione "dosabile", anche per l'azoto il problema fondamentale da risolvere consiste nell'individuazione della dose ottimale (Do) da impiegare.

Dal punto di vista agronomico la dose ottimale di concime è quella che permette di raggiungere il miglior risultato tecnico per ciò che riguarda la quantità e la qualità del prodotto (Grignani et al., 2003).

Il Giardini tuttavia distingue la "dose tecnica ottimale" con la "dose economica ottimale", indicando la prima quella oltre la quale si annulla la produttività marginale del concime in quanto la risposta produttiva non si accresce più agendo solo sulla dose di concime, e la seconda quella oltre la quale si annulla il reddito marginale della coltura. Dal punto di vista prettamente teorico le due dosi coincidono solo quando il costo della concimazione è nullo e le spese di coltivazione e di raccolta non variano con l'aumentare della produzione.

Appare opportuno precisare che la dose di azoto distribuita al terreno con la concimazione non va interamente a beneficio della coltura ma segue destinazioni diverse. In particolare oltre alla quota assorbita dalle piante una parte rimane immobilizzata nel terreno, un'altra viene dilavata o esportata a seguito di fenomeni erosivi mentre una parte viene persa allo stato gassoso.

Per tale ragione nel calcolo della dose tecnica ottimale è importante tenere in considerazione anche il vincolo ecologico che richiede di contenere entro certi limiti l'impatto ambientale sia

all'interno dell'ecosistema agricolo che al di fuori dello stesso con particolare riferimento all'acqua e all'aria.

Dinamica dell'azoto nel terreno e nei vegetali

L'azoto, assieme al carbonio, all'idrogeno e all'ossigeno, rappresenta un elemento indispensabile per la vita di tutti gli esseri viventi in quanto elemento caratterizzante delle sostanze proteiche.

Nonostante la sua importanza, il contenuto di azoto nelle piante risulta assai modesto ed oscilla tra l'1 ed il 3% sulla sostanza secca.

È da notare che, anche se il contenuto in azoto organico in un terreno è molto elevato, in media solo l'1 % di tale azoto risulta disponibile per le piante a seguito dei processi di mineralizzazione che, assieme al processo di organicazione dell'azoto minerale, rappresenta l'essenza del ciclo dell'azoto. L'andamento dei processi di mineralizzazione ed organicazione nel tempo è strettamente legato al valore del rapporto C/N della sostanza organica nel suolo. Questi due processi fondamentali a loro volta si collegano a cicli collaterali costituiti soprattutto dalla fissazione dell'azoto atmosferico da parte dei batteri simbiotici delle leguminose e dai composti azotati che dall'atmosfera giungono al terreno, quale prodotto di scariche elettriche o di effluenti di alcuni processi industriali.

Nel terreno poi si verificano una serie di trasformazioni che comprendono la fissazione microbica dell'azoto atmosferico e la demolizione dei residui organici vegetali e animali.

In definitiva dunque, l'azoto nel terreno è presente in una duplice veste: nella forma organica e nella forma minerale. La forma organica è quasi sempre prevalente e costituisce una vera e propria riserva per il rifornimento azotato delle piante. Questa frazione segue le complesse vicende della sostanza organica. Essa infatti viene gradualmente rinnovata attraverso i processi di mineralizzazione nel terreno e di sintesi da parte delle piante e di certi microrganismi.

La mineralizzazione dell'azoto organico porta alla formazione di composti ammoniacali e nitrici, processo che raggiunge la sua massima efficienza nei periodi caldi; esso non è in grado, da solo, di fornire i nitrati sufficienti alle necessità "alimentari" delle colture agricole.

Nella maggior parte dei suoli della fascia temperata, l'ammoniaca è rapidamente convertita in nitrati dai batteri attraverso il processo di nitrificazione. Nonostante il nitrato sia, in generale, la fonte principale di azoto disponibile per le piante, in alcuni vegetali è possibile, in determinate condizioni, l'utilizzazione diretta dell'ammoniaca. Questo si verifica quando le piante crescono in suoli acidi in cui viene inibita la nitrificazione da parte dei microrganismi (Rice e Panchoy, 1972).

La forma nitrica è dunque quella più facilmente assorbita dalle piante; essa non è trattenuta dai colloidi del terreno e pertanto viene facilmente dilavato dalle acque di percolazione. Quando lo ione nitrico arriva a contatto con la radice può essere assorbito con due meccanismi diversi, ossia attraverso la “penetrazione passiva” che avviene quando la concentrazione della soluzione del terreno supera quella dello spazio libero della radice, e la “penetrazione attiva” che avviene quando la concentrazione all’interno delle cellule radicali è superiore a quella esterna.

Questa forma di assorbimento dell’azoto richiede un sistema specifico di trasportatori (proteine) e consuma energia che viene fornita dalla respirazione.

La forma ammoniacale viene fissata nel terreno come catione NH_4^+ . Si viene dunque a determinare un equilibrio dinamico fra cationi fissati e cationi in soluzione che spesso si rivela sufficiente a limitare le perdite di azoto per dilavamento sotto questa forma.

I nitrati sono altamente solubili, pertanto, in determinate condizioni ambientali, viene a determinarsi il pericoloso fenomeno dell’asportazione da parte dell’acqua di percolazione.

Come riferito da Hewitt et al. (1976) la via di assimilazione del nitrato è il principale punto di ingresso dell’azoto inorganico nelle molecole organiche. L’assorbimento del nitrato è un fenomeno “inducibile” dalla presenza dell’anione, al contrario di quello che si verifica per altri nutrienti ossianionici (ad es. solfato e fosfato). La piena capacità di trasporto può essere raggiunta solo dopo alcune ore o giorni di contatto tra l’apparato radicale e lo ione: il periodo di tempo necessario dipende dalla concentrazione del nitrato e dalla specie o dalla cultivar considerata (Locci et al., 2001).

Quando l’accumulo di nitrato interno supera le necessità metaboliche del vegetale, si osserva una diminuzione della velocità di influsso del nitrato (meccanismo della retro-regolazione).

La velocità con cui viene assorbito lo ione nitrico dipende molto dalle condizioni ambientali (temperatura, umidità del terreno, presenza di azoto in forma appropriata, pH, ecc.), dalla velocità di altri processi biologici (traspirazione e respirazione) dallo stadio di sviluppo e dal patrimonio genetico della pianta.

Dopo l’assorbimento i nitrati devono essere ridotti. Tale riduzione può avvenire nei cloroplasti delle foglie e nelle radici e si realizza in due fasi successive:

- Passaggio da nitrato a nitrito
- Trasformazione del nitrito in ammoniaca

Queste attività sono catalizzate da enzimi e proteine specifiche che, a loro volta sviluppano la loro funzione in presenza di condizioni ambientali specifiche.

Prima di entrare nella via di assimilazione, il nitrato deve essere assorbito dalle cellule. Una volta dentro la cellula, le quantità di nitrato in eccesso, possono essere riversate nel vacuolo.

L'accumulo di alte concentrazioni di nitrati nei vacuoli di piante foraggere e soprattutto orticole, determinato spesso da concimazioni molto intense, sono in una fase di studio piuttosto intenso a causa della elevata tossicità riscontrata negli animali e nell'uomo.

Molti studi infatti hanno dimostrato che nel fegato il nitrato viene ridotto a nitrito, un composto altamente reattivo in grado di combinarsi velocemente con l'emoglobina e di renderla incapace di legarsi all'ossigeno (Bianco, 1987).

Il nitrato, dopo essere stato assorbito dal suolo per opera delle radici, prima di essere incorporato in composti organici viene ridotto ad ammoniaca. Il primo processo in tal senso è la riduzione del nitrato in nitrito ad opera dell'enzima nitrato reductasi e, affinché non si accumulino nel citosol fino a raggiungere livelli tossici, il nitrito viene trasportato rapidamente nei plastidi-cloroplasti delle foglie verdi e nei proto plastidi dei tessuti non verdi. In questi siti, avviene la riduzione dei nitriti nello ione ammonio.

L'ammoniaca e lo ione ammonio non si accumulano nelle cellule vegetali ma vengono rapidamente incorporati in composti organici. Tuttavia, sia l'ammoniaca che gli ioni ammonio quando sono presenti in concentrazioni abbastanza elevate sono tossici per le cellule vegetali.

L'assimilazione dell'azoto ammoniacale in composti carboniosi procede attraverso l'amminazione riduttiva per la produzione di acido glutammico e la trasformazione dell'acido glutammico nella sua ammido, la glutammina che, a sua volta, può essere convertita in glutammato.

Una volta assimilato nel glutammato, l'azoto può essere ulteriormente incorporato in altri amminoacidi attraverso reazioni di transamminazione. Tali reazioni sono catalizzate da enzimi conosciuti come amminotransferasi.

Le risposte alla concimazione azotata: aspetti qualitativi e aspetti quantitativi

Ad eccezione delle specie leguminose, caratterizzate dalla capacità di auto approvvigionarsi della quantità di azoto loro necessaria attraverso la fissazione simbiotica dell'azoto atmosferico, la risposta delle colture alla concimazione azotata mostra degli effetti benefici particolarmente visibili (maggiore sviluppo vegetativo, colorazione fogliare più intensa, ritmi di accrescimento più rapidi, produzioni marcatamente elevate). È proprio per tale ragione che la tecnica agronomica della concimazione ha riscosso particolare favore tra gli agricoltori che hanno potenziato sensibilmente le rese produttive.

Le principali forme di N apportate con i fertilizzanti sono quella ammoniacale, nitrica ed ureica. Appare opportuno precisare tuttavia che nel settore agricolo, ed in orticoltura in particolare, vengono impiegate anche forme organiche di N, come ad esempio gli amminoacidi (Maynard e Lorenz, 1979).

Tuttavia la reattività delle colture (Giardini, 1989) è funzione di numerosi fattori, in particolare:

- Condizioni ambientali, con particolare riguardo alle caratteristiche climatiche e pedologiche, microbiologiche e parassitarie;
- Disponibilità dell'elemento nel terreno agrario che è fondamentale collegato alla disponibilità di N totale, alla dinamica dei processi che coinvolgono la sostanza organica (mineralizzazione e umificazione) e l'azoto minerale (nitrificazione, denitrificazione, volatilizzazione, dilavamento), all'entità degli apporti naturali di origine biologica;
- Scelta della tipologia di concime, delle dosi di azoto impiegate, delle tecniche di distribuzione adottate;
- Regime termico e idrico del terreno e dagli interventi agronomici adottati.

Appare opportuno precisare che questi fattori sono estensibili a tutte le condizioni agronomiche; infatti la variabile principale, alla quale devono sottostare tutti gli interventi di concimazione, è la condizione di sviluppo della coltura intesa come l'attitudine della specie a reagire alle variazioni della disponibilità azotata. In tal senso, assume particolare importanza il ritmo di assorbimento dell'azoto con la capacità di espandere l'apparato radicale e la relativa capacità di assorbire gli ioni NO_3^- e NH_4^+ fino a certi valori limite di potenziale nella soluzione circolante e il successivo trasporto interno.

Aspetti quantitativi

La funzione che esprime la risposta quantitativa col variare della dose di fertilizzante è spesso diversa da quella che esprime la risposta qualitativa. Molto spesso infatti il risultato produttivo non coincide con la migliore espressione qualitativa del prodotto.

Infatti difficilmente si pone mente al fatto che l'influenza della concimazione sulla resa della coltura è inversamente proporzionale con la quantità di elemento fertilizzante apportato. Come riferisce Giardini (2002) dosi crescenti di azoto distribuite in molte specie coltivate, ne incrementano la resa fino ad un valore massimo corrispondente ad una dose ottimale di fertilizzante, oltre la quale si ha una flessione produttiva. Inoltre, la qualità della resa areica raggiunge il massimo livello con una dose di concime diversa dalla dose ottimale.

In funzione di tali considerazioni scientifiche appare opportuno precisare che l'efficacia di un fertilizzante non dipende solo ed esclusivamente dalla quantità di elemento complessivamente distribuito e successivamente dalla pianta per poter fornire le produzioni attese, bensì dalla giusta conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno e dai caratteri fisiologici della specie in esame.

Sempre come riferisce il Giardini il pomodoro asporta discrete quantità di azoto dal terreno ma non si avvantaggia, in maniera vistosa, della concimazione azotata.

Aspetti qualitativi

L'apporto di elementi nutritivi al terreno ha lo scopo fondamentale di incrementare le rese areiche delle coltivazione agrarie anche se, riesce a modificare la composizione biochimica dei raccolti e quindi la qualità della produzione stessa.

Gli aspetti più immediati riguardano la carenza di un determinato elemento nutritivo o la sua disponibilità in eccesso. Nel primo caso la composizione percentuale della sostanza secca risulta alterata in quanto è favorito un maggior contenuto degli altri elementi nutritivi, mentre nel secondo caso invece risulterà più ricca dell'elemento considerato.

In funzione di ciò, appare chiaro come la risposta qualitativa alla concimazione azotata dipenda dal parametro di valutazione considerato per un determinato prodotto.

Appare comunque necessario precisare che, nella quasi generalità dei casi, anche sotto l'aspetto qualitativo, l'azoto deve essere considerato un elemento caratterizzante del quale devono essere tuttavia temuti gli eccessi (Giardini et al., 1989).

Diversi autori confermano che una buona dotazione di azoto, in equilibrio con gli altri elementi della nutrizione e con i fattori della produzione, migliora la qualità di insalate, spinacio, cavolo e carota in cui spesso viene registrato anche un incremento del valore vitaminico, mentre nella patata aumenta il contenuto in proteine e nella frutta consente l'ottenimento di frutti di buona pezzatura con buoni livelli produttivi e abbassamento del tenore di acidità. Gli stessi autori affermano anche che l'eccesso di disponibilità in elementi azotati può determinare nella frutta una contrazione del tenore zuccherino dell'acidità, del contenuto in vitamina C, una più scarsa colorazione e conservabilità. Nella fragola ad esempio si assiste a un decadimento delle qualità organolettiche (D'Anna et al. 2009). È ovvio, in ogni caso, che l'entità di tali conseguenze sono variabili in funzione di altri fattori.

Un effetto negativo che può essere provocato da un'eccessiva concimazione azotata riguarda l'accumulo di nitrati e nitriti nei prodotti destinati all'alimentazione. Secondo le stime della JEFCA (Joint Expert Committee on Food Additives) negli alimenti non dovrebbero essere superate concentrazioni di 3,3 ppm per nitrati e 0,13 ppm per i nitriti al fine di evitare rischi gravi sulla salute umana.

La problematica dei nitrati di origine agricola

Negli ultimi anni inizia a diffondersi la consapevolezza che l'apporto indiscriminato di azoto e fertilizzanti chimici possa ripercuotersi negativamente sulla qualità dei prodotti ottenuti e

sull'ambiente. Diversi studi hanno dimostrato che molte specie ortive da foglia, con apporti elevati di concimi azotati nel terreno mediante concimazione di fondo e di copertura, mostrano la tendenza ad accumulare elevate concentrazioni di nitrati nella parte edule (Stagnari et al., 2007). Ciò determina una notevole riduzione del valore nutrizionale e un incremento circa i possibili effetti negativi sulla salute umana dovuti alla presenza di nitrati in quantità elevata che diventano pericolosi per la salute umana nel momento in cui vengono convertiti in nitriti, ossia nella forma ridotta.

Nitrati e nitriti nelle acque e importanza della razionalizzazione delle tecniche irrigue

Allo stato attuale, la salvaguardia delle risorse idriche, intesa come riduzione sia del consumo di acqua che dei fenomeni di contaminazione legati alle pratiche agricole, prima tra tutte la concimazione, è un argomento di estrema attualità.

Il nitrato è una delle sostanze che si trova frequente nell'acqua freatica delle zone rurali ad agricoltura intensiva. In tali ambienti, la presenza dei nitrati oltre determinati livelli, è frutto di un apporto indiscriminato di concimi azotati spesso dispersi a causa dei richiamati fenomeni di dilavamento. Tali fenomeni, nei casi estremi, possono determinare un processo degenerativo dell'ecosistema acquatico a seguito di un eccessivo arricchimento in nutrienti (sali di fosforo e azoto) tale da provocare una alterazione dell'equilibrio naturale ed incorrere nell'ormai conosciuto fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque. La prima vera definizione del concetto di eutrofizzazione fu segnalata negli anni '70 dall'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) secondo la quale "l'eutrofizzazione è un arricchimento delle acque di sali nutritivi che provoca cambiamenti tipici quali l'incremento della produzione di alghe e piante acquatiche, l'impovertimento delle risorse ittiche, la generale degradazione della qualità dell'acqua ed altri effetti che ne riducono e ne precludono l'uso".

Appare ovvio a tal proposito che la conoscenza dello stato trofico delle acque è fondamentale per la scelta delle tecniche di bonifica da implementare in funzione della destinazione d'uso di qualsiasi bacino.

Le strategie da attuarsi per limitare l'eutrofizzazione si basano su appropriate pianificazioni e gestioni del territorio e su una efficace gestione nel trattamento delle acque reflue e, principalmente, sulla razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti chimici in agricoltura.

Lo scenario sopra prospettato, viene ad identificarsi in perfetta sintonia con il dato sul picco del consumo di fertilizzanti azotati in Europa ed in Italia che si è verificato a partire dagli anni '70 e che è durato per oltre un ventennio (Anonimo, 2003). In Italia, in particolare, è stata

stimata una distribuzione in eccedenza rispetto ai fabbisogni delle colture di quasi 350.000 t/anno (Miele, 2003).

Nel codice di buona pratica agricola (CBPA), relativo alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola (Direttiva CEE 91/676), vengono incoraggiate quelle tecniche con le quali la concimazione azotata viene effettuata con poco anticipo rispetto ai momenti di fabbisogno (concimazione in copertura, fertirrigazione). Inoltre viene ribadita l'importanza di praticare la fertirrigazione con metodi irrigui che assicurino una elevata efficienza distributiva dell'acqua (Sambo et al., 2005).

Appare opportuno precisare tuttavia che, se da un lato la fertirrigazione può consentire innumerevoli vantaggi, dall'altro se gestita in maniera empirica può impedire il pieno sfruttamento delle sue potenzialità (Battilani, 2001) o, in casi estremi, determinare effetti negativi sulla coltura e sull'ambiente.

Secondo Sambo et al. (2005) gli aspetti che bisogna tenere in considerazione per l'esecuzione di una corretta e razionale fertirrigazione sono i seguenti:

- Esigenze nutrizionali della coltura, al fine di quantificare gli apporti in funzione dei ritmi di asportazione tenendo in considerazione che l'efficienza dell'uso degli elementi nutritivi è più elevata con la fertirrigazione;
- Esigenze idriche della coltura, al fine di limitare il dilavamento degli elementi mobili dovuto all'eccesso di volumi irrigui o, al contrario, di incorrere in condizioni di carenza;
- Caratteristiche della coltura, al fine di calibrare gli apporti di acqua ed elementi minerali in funzione della durata del ciclo colturale, del ritmo di assorbimento e della profondità dell'apparato radicale;
- Caratteristiche idrologiche e fisico-chimiche del terreno al fine di definire con minore approssimazione gli apporti di acqua ed elementi minerali in funzione della capacità di ritenzione idrica e di scambio cationico;
- Durata dell'intervento irriguo, al fine di veicolare i fertilizzanti in prossimità dell'apparato radicale;
- Caratteristiche dell'acqua di irrigazione, al fine di realizzare una equilibrata formulazione della soluzione nutritiva;
- Caratteristiche dell'impianto irriguo, al fine di avere la possibilità di assicurare una distribuzione degli elementi minerali più uniformemente possibile;
- Fertilizzanti impiegati, scegliendo quelli con elevata solubilità, elevato titolo per limitare l'effetto salinizzante, e adeguare le frequenze di distribuzione in funzione della mobilità degli elementi nutritivi.

Nonostante le teorie sulla fertirrigazione siano universalmente applicabili, nella pratica agricola, in considerazione della notevole articolazione biologica, tecnica e climatica che caratterizza l'orticoltura in Italia, risulta piuttosto difficile mettere a punto strategie generalmente applicabili. Infatti, il raggiungimento del giusto equilibrio in regime di fertirrigazione per una determinata specie può essere raggiunto solo dopo anni di esperienza da parte degli agricoltori e con il contributo della sperimentazione.

Inoltre, allo stato attuale, risultano essere piuttosto carenti o poco aggiornate, in bibliografia, le informazioni relative alle specifiche esigenze nutrizionali di molte specie che sono di gran lunga variabili in rapporto ai livelli delle rese, all'indice di raccolta, alla durata del ciclo e, soprattutto, alle interazioni suolo-pianta e microclima-pianta.

Nitrati e nitriti nell'uomo

Il consumo di acqua e di alimenti con concentrazione elevata di nitrati è da sempre ritenuta potenzialmente pericolosa per la salute umana.

Tra i vari alimenti, gli ortaggi sono quelli che contribuiscono maggiormente all'assunzione giornaliera di nitrati, in quanto ne asportano dal terreno percentuali che variano dal 70 al 94 %, anche se il loro contributo all'assunzione di nitrito risulta più basso dei prosciutti trasformati a base di carne (Santamaria, 1997).

Come più volte richiamato, la tossicità dello ione nitrato è legata alla sua riduzione a nitrito e come tale risulta altamente instabile e poco tossico. Il nitrato ha una bassa tossicità per l'uomo tanto che viene somministrato come NH_4NO_3 a dosi di 10 g/giorno per 4-5 giorni come diuretico senza effetti tossici (Hill, 1999).

Il nitrito invece risulta essere alquanto reattivo e può avere numerosi effetti tossici.

Il nitrato è assorbito nella porzione superiore dell'intestino ed in piccola parte dallo stomaco, dall'ileo distale, dal cieco e dal colon prossimale. Entra in circolo e viene a concentrarsi nelle ghiandole salivari e successivamente riescreto dalla saliva.

Nella cavità orale è attaccato e ridotto dalla flora batterica e, come ione nitrito, entra di nuovo nello stomaco.

La pericolosità dei nitriti è basata sulla loro capacità di formare vari composti N-nitrosi, cancerogeni per reazioni con ammine secondarie e ammidi presenti negli alimenti.

In particolar modo le nitrosammine si formano nello stomaco dove il loro bersaglio diventa il sistema gastrointestinale determinando la causa o la concausa dell'insorgenza di cancro a carico di questo apparato.

L'azione cancerogena delle nitrosammine negli animali e nell'uomo è ormai nota da tempo e secondo l'AIRC (Associazione Italiana Ricerca sul Cancro) il consumo degli insaccati con conservanti è una delle cause accertate per il cancro allo stomaco.

Durante gli ultimi 30 anni l'incidenza del cancro allo stomaco è diminuito a causa della riduzione significativa delle concentrazioni di nitrato e nitrito nelle carni conservate e per l'uso crescente dei frigoriferi e dei prodotti surgelati (Speijers, 1996a). Di contro, l'incidenza del cancro allo stomaco è ancora piuttosto alta in Paesi con consumo frequente di pesce salato (Giappone, Islanda e Cile) e in Paesi con inverni lunghi in cui lunga è la conservazione del cibo (Europa dell'Est, Russia e Cina). Anche in Italia l'incidenza del cancro allo stomaco è in sensibile riduzione; uno studio sulla correlazione dei fattori della dieta e cancro gastrico, condotto in diverse aree geografiche italiane caratterizzate da rischio basso o alto di contrarre la patologia, ha messo in luce l'associazione diversa tra l'incidenza del cancro ed il consumo di ortaggi crudi, frutta e vitamina C (Palli et al., 1992), nonché l'assenza di relazione con l'assunzione di nitrati (Buiatti et al, 1990).

È da precisare tuttavia che, secondo quanto riferito da Steinmez e Potter (1991), gli ortaggi, oltre ad essere la principale fonte di nitrato, contengono anche una serie di micronutrienti essenziali ed antiossidanti (come acido ascorbico, tocofenoli, carotenoidi acido folico, indoli e flavonoidi) che inibiscono la formazione di composti con N-nitroso.

Il consumo moderato di nitrati da parte di adulti sani non è pericoloso dati i normali valori di pH dello stomaco e data l'alta solubilità in acqua dei nitriti. L'uomo elimina rapidamente nitrati e nitriti con le urine, sudore e lacrime a meno che non ci si trovi in presenza di ingestioni prolungate o massive.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha fissato la dose giornaliera accettabile (Acceptable Daily Intake, ADI) per il nitrito a 0,06 mg/Kg di peso corporeo (Speijers, 1996b) e per il nitrato a 3,65 mg/Kg di peso corporeo (Speijers, 1996a). Tali limiti riguardano ovviamente l'assunzione complessiva da tutte le fonti.

Tuttavia, i nitrati e i nitriti non vanno criminalizzati a ogni costo. Secondo recenti ricerche, nel nostro organismo i nitrati, dopo essersi trasformati in un composto più semplice (l'ossido nitrico), esplicherebbero molteplici effetti benefici, quali la prevenzione delle infezioni e delle malattie vascolari, la protezione dello stomaco, il miglioramento delle prestazioni sportive. Ciò spiegherebbe perché il nostro corpo provvede a produrne da sé una certa quantità. Da criminalizzare, semmai, sono gli eccessi nell'assunzione di queste sostanze che attualmente tende a superare il limite di sicurezza rappresentato dalla cosiddetta DGA (Dose Giornaliera Ammissibile).

Aspetti normativi

In numerose regioni dell'Unione Europea già negli anni '80 iniziò a diffondersi l'allarmante preoccupazione del raggiungimento di livelli preoccupanti di nitrati nelle acque superficiali e sotterranee principalmente dovuti alle attività agricole.

Nacque allora la necessità di avviare un periodo di razionalizzazione delle pratiche agricole soprattutto nelle aree a maggiore rischio di inquinamento, allo scopo di tutelare la salute umana, le risorse viventi e gli ecosistemi acquatici salvaguardando, allo stesso tempo, gli usi legittimi delle acque.

Con la Direttiva 91/676/CEE l'Unione Europea si è posta l'obiettivo di dare delle indicazioni sul controllo e sulla riduzione dell'inquinamento idrico che deriva dall'uso di quantità eccessive di fertilizzanti e dallo spandimento delle deiezioni animali. Attraverso la Direttiva la Comunità Europea ha obbligato gli Stati membri a monitorare le acque, a designare le zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola e a predisporre, per tali aree, i Programmi di Azione Obbligatorie.

L'Italia nel '99 ha recepito le direttive attraverso il Decreto Legislativo 152/99, che impone alle regioni i criteri per l'individuazione delle *zone vulnerabili* e allo stesso tempo l'obbligo di attuare i Programmi di azione obbligatorie, finalizzati a ridurre, nelle zone vulnerabili, l'inquinamento idrico provocato da composti azotati di origine agricola. Alle regioni inoltre è stato affidato il compito di realizzare, all'interno del proprio ambito, tutti gli interventi di formazione ed informazione agli agricoltori e di elaborare e applicare gli strumenti di controllo e verifica dell'efficacia dei Programmi di Azione.

Tali programmi hanno l'obiettivo di espletare delle misure che mirano a limitare l'impiego in agricoltura di tutti i fertilizzanti contenenti azoto e a stabilire restrizioni specifiche nell'impiego di concimi minerali organici. Tali misure sono infine rivolte a tutti i possessori di aziende agricole che possiedono fondi rustici che rientrano, anche in parte, all'interno delle aree classificate vulnerabili dal rischio nitrati.

Nel 2003, con la Riforma della Politica Agricola Comune, sono stati previsti aiuti al mondo agricolo condizionati ad una corretta gestione delle attività agricole compatibili con la salvaguardia dell'ambiente e la difesa del territorio.

Secondo la normativa dunque, tutte le aziende agricole, per poter accedere ai pagamenti diretti comunitari, con l'approvazione delle norme sulla *condizionalità*, devono rispettare i *Criteri di Gestione Obbligatorie* (CGO) e mantenere i terreni in *Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali* (BCAA). La non conformità di tali impegni da parte delle aziende agricole comporta l'attivazione di un meccanismo di riduzione dei pagamenti diretti.

La Regione Sicilia, così come previsto dalla Direttive ed in conformità agli impegni assunti in sede di approvazione de Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2000/2006 prima e 2007/2013 poi, ha realizzato la “*Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola*” nonché le disposizioni contenute nella “*Disciplina regionale relativa all’utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all’art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari*”.

Per quanto non previsto dai due precedenti decreti regionali devono essere applicate le indicazioni del *Codice di Buona Pratica Agricola nazionale*.

Nel programma di azione e nella Disciplina regionale relativa all’utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue sono specificate alcune norme relative alla gestione di fertilizzanti e ad altre pratiche agronomiche che sono di applicazione obbligatoria per le aziende agricole che ricadono nelle zone individuate come vulnerabili.

PARTE SPERIMENTALE

Nell'ultimo ventennio la coltivazione del melone invernale ha subito una profonda evoluzione in termini di innovazione e ricerca, dovuta all'introduzione di moderne tecniche agronomiche e di nuove varietà ed ibridi più produttivi.

Tra tutte le innovazioni di processo, quelle che sicuramente hanno contribuito in maniera rilevante alla diffusione della cucurbitacea sono state la pacciamatura, l'irrigazione e la concimazione.

La pacciamatura, per i positivi riflessi sul terreno e sulla pianta, consente, come diffusamente riportato in bibliografia, incrementi produttivi notevoli, spesso oltre il 100% rispetto alla stessa specie coltivata su suolo nudo.

Gli effetti positivi di tale tecnica agronomica si riflettono positivamente anche sulle caratteristiche qualitative dei peponidi (peso unitario, tenore zuccherino, percentuale di parte edule, ecc.).

In combinazione con la pacciamatura, l'irrigazione ha dato un notevole impulso all'incremento delle rese unitarie. Negli anni '70 la coltura veniva condotta esclusivamente in regime "seccagno". Solo nell'ultimo ventennio, grazie alla creazione di disponibilità idriche nelle aziende agricole a seguito della costruzione di laghetti collinari e pozzi artesiani, e solo dopo avere inserito pienamente la coltura nei cicli di rotazione aziendali, la coltura viene, nella maggior parte dei casi, condotta in regime irriguo.

La messa a punto di razionali tecniche agronomiche in definitiva ha consentito l'ottimizzazione dei sistemi produttivi e la valorizzazione delle risorse ambientali.

Nella moderna melonicoltura la pratica della concimazione, in particolare, deve mirare essenzialmente all'esaltazione potenzialità produttive delle piante ed al miglioramento della qualità dei prodotti senza perdere di vista la salvaguardia dell'ambiente e della salute del consumatore.

Modalità di somministrazione ed adeguamento delle dosi di nutrienti, in interazione con interventi culturali (meccanizzazione, pacciamatura, irrigazione), hanno consentito di potenziare, nell'ultimo trentennio, la produttività di questa cucurbitacea.

Tuttavia oggi si ravvisa la necessità di migliorare la tecnica agronomica al fine di rapportare i nutrienti all'ambiente pedoclimatico di coltivazione, alla dotazione del suolo, alla solubilità e mobilità degli stessi nell'orizzonte culturale e soprattutto alle asportazioni della coltura, sia complessivamente che nelle varie fasi fenologiche della pianta.

Come riportato in bibliografia (Hartiy, Hochmuth G., 1996; Tognoni, La Malfa, 1996; Tesi, Lenzi, 2005) i più elevati ritmi di accrescimento per la coltura si registrano nella fase di allegagione – ingrossamento dei frutti che, a sua volta, coincide con il massimo accumulo di sostanza secca da parte della pianta.

Ed è proprio in questi “momenti fisiologici” che è necessario intervenire, quando possibile, con la concimazione di copertura, apportando anche gli elementi poco mobili in aggiunta a quelli forniti all’impianto.

La Malfa e Tognoni (1996) riferiscono che “le concentrazioni ottimali di nitrati nei tessuti vegetali per il melone sono di 1000 – 2000 ppm all’inizio della fioritura, 800 – 1000 ppm quando i frutti raggiungono il diametro di circa 5 cm e 700 – 800 ppm all’epoca della raccolta.

È ormai accertato che, in condizioni ambientali favorevoli, il soddisfacimento continuo delle esigenze nutrizionali consente alla coltura di fornire una produzione di elevato pregio qualitativo (Sambo et al, 2005). Questo obiettivo può essere raggiunto apportando i nutrienti in soluzione all’acqua di irrigazione (fertirrigazione), nel volume di terreno interessato dall’apparato radicale, proporzionalmente al ritmo di asportazione della pianta. Mediante adeguate metodiche irrigue si perviene ad una riduzione delle perdite di acqua per drenaggio e ad un conseguente risparmio di fertilizzanti senza pregiudicar il soddisfacimento delle esigenze nutrizionali della pianta.

La razionale programmazione di un piano di fertirrigazione determina vistosi riflessi sulla produttività delle piante, sull’impatto ambientale e spesso, sulla economicità, in termini di unità fertilizzanti risparmiati in quanto meglio valorizzati (Hochmuth, 1992; Pardossi e Delli Paoli, 2003). Essa presuppone la quantificazione esatta dei fabbisogni idrici e nutrizionali nelle diverse fasi fenologiche, la conoscenza dello stato di fertilità del suolo e delle caratteristiche dell’acqua di irrigazione.

Nell’Italia meridionale, in regime asciutto, si è obbligati ad asportare i fertilizzanti in pre-impianto e necessariamente prima dell’avvio del ciclo colturale a causa della scarsità di precipitazioni, rendendo in tal modo immediatamente disponibili, nella soluzione circolante, gli elementi nutritivi necessari alla coltura per il completamento del ciclo colturale.

Nel passato, in questi ambienti, si soleva concimare con dosi abbastanza ridotte e localizzate nella buca di semina. I risvolti di tale tecnica si manifestavano con rese unitarie ridotte, problemi legati ad un eccesso di elemento nutritivo in un volume di terreno estremamente ridotto e, spesso, in percentuale di concime non utilizzato.

Esperienze condotte dall’ex Istituto di Orticoltura e Floricoltura dell’Università di Palermo, nell’interno collinare trapanese che hanno previsto il confronto di diverse formule nutritive e modalità di distribuzione in relazione alle asportazioni della coltura ed alle condizioni ambientali, hanno evidenziato che i migliori risultati venivano conseguiti con la distribuzione “a spaglio” durante i lavori preparatori del terreno, con un rapporto nutritivo in macroelementi N:P:K di 50:100:100 (Incalcaterra, Curatolo, 1990).

Oggi, grazie alla ricerca scientifica, all'evoluzione delle tecniche agronomiche e ad una maggiore dinamicità nelle aziende agricole, è possibile soddisfare al meglio le esigenze nutritive della coltura attraverso la tecnica della fertirrigazione in colture condotte in irriguo o semplicemente con irrigazioni di soccorso.

La fertirrigazione, già ampiamente impiegata nelle colture protette, ha avuto una rapida diffusione anche in pieno campo, per le colture a ciclo primaverile – estivo e ad irrigazione localizzata.

Anche la coltura del melone invernale è stata sottoposta a tale tecnica con risultati di elevato rilievo produttivo e qualitativo.

Il vantaggio principale della fertirrigazione, rispetto alla tradizionale concimazione di fondo e a postar ella, consiste nella possibilità di poter frazionare l'apporto di fertilizzanti in copertura mantenendo costante il livello di nutrienti nel terreno o di adattare le dosi in funzione delle reali esigenze della coltura, evitando dunque fenomeni di carenza di elementi nutritivi in determinate fasi fenologiche ed eccessi in altre.

Dosi elevate di nutrienti consentono l'ottenimento di produzioni elevate e qualitativamente pregevoli. Se ciò è giustificabile sotto l'aspetto prettamente produttivo e commerciale, sotto l'aspetto ambientale pone dei grossi interrogativi circa l'effettiva sostenibilità della coltura dal punto di vista ambientale e salutistico per la presenza di sostanze nocive (soprattutto nitrati) nei frutti.

In caso di apporti idrici eccessivi associati alla fertirrigazione, o semplicemente con eccessi di nutrienti, vengono a verificarsi forti perdite di elementi nutritivi che rimangono inutilizzati dalla pianta e che possono andare incontro agli ormai noti fenomeni di lisciviazione dando luogo ad inquinamento delle acque di falda nei suoli sabbiosi e ad alterazione della struttura in quelli argillosi.

Pertanto oggi si ravvisa la necessità di istruire il mondo agricolo verso una concezione sostenibile della produzione agraria; è necessario infatti favorire il ricambio generazionale nelle aziende agricole, promuovere le essenze tipiche del territorio migliorando il rapporto con il consumatore finale e offrire al mercato un prodotto salubre ed esente da qualsiasi forma di contaminazione.

L'agricoltura di oggi, dunque, si trova dinanzi alla responsabilità di recuperare il rapporto con l'ambiente e con il consumatore, offrendosi come arma strategica di sviluppo e di salvaguardia del territorio.

Proprio in sintonia con la richiesta, via via sempre più pressante, di raggiungere questi obiettivi con le soluzioni più appropriate, la Sezione di Orticoltura e Floricoltura del Dipartimento dei Sistemi Agro-Ambientali, in perfetta collaborazione con il mondo agricolo e

con le istituzioni locali, ha avviato un ciclo di sperimentazione volto a mettere a disposizione del territorio le innovazioni scientifiche rispondenti alle varie esigenze.

Proprio nell'ambito di tali attività, è stata programmata e realizzata una sperimentazione, di durata biennale, i cui risultati sono oggetto di discussione in seno alla presente tesi di Dottorato di Ricerca.

In particolare, l'attività di ricerca è stata effettuata allo scopo di verificare ed ottimizzare il livello di nutriente azotato per la coltura del melone invernale con l'obiettivo di pervenire ad un giusto compromesso tra produttività, qualità e salvaguardia del consumatore e dell'ambiente.

La ricerca dunque ha avuto lo scopo di valutare la risposta biologica, produttiva e qualitativa della coltura del melone invernale per effetto di livelli di concimazione azotata diversificati.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata effettuata in un biennio compreso tra il 2009 ed il 2010 nel territorio del comune di Buseto Palizzolo ad una altitudine di circa 250 m s.l.m..

I campi sperimentali, sono stati impiantati su due appezzamenti distinti per il primo e per il secondo anno. Una particolare attenzione è stata rivolta nella scelta dei terreni in cui realizzare le prove, al fine di scegliere appezzamenti pressoché simili in termini fertilità, tessitura, struttura e giacitura in leggero pendio.

Entrambi gli appezzamenti, nell'annata agraria precedente, erano coltivati a grano duro, e pertanto la coltura del melone invernale è stata inserita nel normale ciclo di rotazione aziendale, tipico del territorio.

Tuttavia, nonostante l'accortezza nella scelta, è risaputo che ogni terreno ha caratteristiche proprie ed una specifica dotazione della sostanza organica.

Prima dell'avvio del ciclo colturale sono stati prelevati dei campioni omogenei di terreno lungo un profilo scavato nel terreno di circa 90 cm allo scopo di valutare le caratteristiche chimico-fisiche ad una profondità media di 45 cm nella quale è concentrato oltre il 70% dell'apparato radicale della coltura.

Dalle analisi realizzate secondo le metodologie ufficiali sono emerse caratteristiche lievemente diverse per i due appezzamenti oggetto della prova.

Nelle tabelle 2 e 3 vengono riportate, rispettivamente per il primo ed il secondo anno le caratteristiche fisiche dotazionali in elementi nutritivi:

Tabella 3 - Caratteristiche chimico-fisiche del suolo relativo al primo ciclo di sperimentazione

Tabella 4 - Caratteristiche chimico-fisiche del suolo relativo al secondo ciclo di sperimentazione

Sabbia	Limo	Argilla	Calcio	Magnesio	Potassio	Sodio	Azoto	Fosforo	Calcare attivo	pH	Conducibilità
%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%		$\mu\text{S/cm}$
37,2	17,9	44,9	6303	424	297,0	236,5	0,10	17	1,2	7,8	198,0

Sabbia	Limo	Argilla	Calcio	Magnesio	Potassio	Sodio	Azoto	Fosforo	Calcare attivo	pH	Conducibilità
%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%		$\mu\text{S/cm}$
33,2	28,3	39,5	1850	230	330	110	1,00	26	5,75	8,0	420

I suoli appaiono inoltre particolarmente ricchi in potassio e magnesio, mentre per il calcio la dotazione è molto ricca nel primo e ricca nel secondo. Il fosforo invece si mantiene entro il livello medio nel primo campione e buono nel secondo.

Sulla scorta dunque dei dati ottenuti dalle analisi dei campioni sia nel primo che nel secondo anno, è stato possibile ripetere le prove mantenendo inalterato il piano di concimazione previsto.

In particolare, sono state messe a confronto cinque diversi livelli di concimazione azotata in copertura:

- Livello 0: “controllo” (in cui è stata prevista solo la concimazione fosfatica e potassica)
- Livello 1 (N50): somministrazione di 50 UF di Azoto
- Livello 2 (N100): somministrazione di 100 UF di Azoto
- Livello 3 (N200): somministrazione di 200 UF di Azoto
- Livello 4 (N300): somministrazione di 300 UF di Azoto

Solo per il secondo anno di sperimentazione è stato previsto l'aggiunta di un ulteriore livello di concime azotato, il livello 5 in virtù del quale è stata somministrata una quantità pari a 400 UF (N400) di azoto.

Per tutte le dosi di UF di azoto previste nei protocolli sperimentali è stata effettuata una distribuzione, interamente in copertura, dividendo le quantità in 5 interventi in coincidenza dei momenti di maggiore richiesta da parte della pianta ossia, nel momento fisiologico di emissione degli assi laterali, in pre-fioritura, all'allegagione, all'ingrossamento dei frutti ed in pre-maturazione.

La concimazione fosfatica, in misura di 100 Kg ha^{-1} , è stata interamente anticipata, per entrambe le annualità, in pre-impianto, a differenza di quella potassica che è stata frazionata in 5 interventi assieme a quella azotata, e per la quale sono stati apportati complessivamente 250 UF ha^{-1} .

La coltura, in entrambi i periodi di sperimentazione è stata condotta in regime irriguo e su terreno pacciamato con PE trasparente.

Tuttavia, al fine di evitare un eccessivo apporto di acqua di irrigazione, alla coltura sono stati applicati dei tensiometri, in punti ben precisi delle parcelle, allo scopo di valutare lo stato idrico del suolo in condizione di pieno regime vegetativo. Ciò, se da un lato è discutibile sotto il profilo della precisione, dall'altro consente di avere, in linea approssimativa, un giudizio circa le reali esigenze idriche della coltura, evitando, ove possibile, il dilavamento del concime azotato.

Come cultivar di riferimento è stato utilizzato l'ibrido Helios F1 che allo stato attuale rappresenta il cavallo di battaglia della melonicoltura della Sicilia occidentale. Tale ibrido, prodotto dalla ditta sementiera Clause, si presenta con una maturazione precoce e scalare con un grande potenziale produttivo. Il frutto, di forma tondeggiante tendente all'ovale di colore Giallo Canaria, presenta pezzatura uniforme medio-grossa e grado zuccherino elevato.

Lo schema sperimentale che è stato adottato è il blocco randomizzato con unità parcellari di circa 40 m², per il primo anno, e 48 m² per il secondo, ripetute quattro volte.

Il sesto di impianto adottato è stato di m 2,5 tra le file e m 1,20 sulla fila, con un investimento unitario di 3.330 piante per ettaro di superficie. Il trapianto, nella prima annualità, è stato realizzato il 15/05/2009, mentre per la seconda annualità il 05/05/2010.

La preparazione del terreno è stata avviata nel mese di agosto effettuando un'aratura profonda circa 40 cm. Successivamente sono state effettuate delle erpicature superficiali allo scopo di livellare la superficie di terreno e distruggere le erbe infestanti.

Un'ulteriore erpicatura è stata realizzata circa 20 giorni prima del trapianto che ha consentito di interrare il concime fosfatico (perfosfato triplo alla dose di 100 UF di fosforo/ha) precedentemente distribuito "a spaglio" su tutta la superficie.

Il film pacciamante della larghezza di m 1,20 e spessore di mm 0,05, è stato steso, come previsto durante la fase di assestatura, lungo le file sperimentali, interrandolo ai bordi per 10 cm, ottenendo, in tal modo, una striscia pacciamante di m 1,00.

All'atto del trapianto, effettuato con piantine zollate provenienti da imprese vivaistiche specializzate, sul telo di pacciamatura, sono stati aperti dei fori del diametro di 8 cm alla distanza di m 1,20 in cui sono state allocate le piantine.

Durante l'evoluzione del ciclo biologico, alla coltura sono state praticate tutte le operazioni colturali ritenute necessarie, con particolare riguardo al contrasto dell'oidio che è stato prontamente combattuto con trattamenti a base di zolfo in polvere alla dose di 25 Kg ha⁻¹ con cadenza settimanale. Ulteriori trattamenti, con prodotti specifici, sono stati effettuati per controllare l'entomofauna dannosa (ragnetto rosso, afidi, aleuronidi) che hanno trovato le condizioni ambientali favorevoli per il loro sviluppo.

Complessivamente, al fine dell'espletamento del ciclo biologico, sono state apportati circa 1.500 m³ ha⁻¹ di acqua di irrigazione, distribuita mediante la predisposizione di ali gocciolanti posizionate sotto il telo di pacciamatura.

Infine, allo scopo di valutare la reattività della coltura ai trattamenti sperimentali praticati, sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- Fisiologici: ritmo di accrescimento (sviluppo delle piante e numero di foglie/pianta)
- Produttivi: produzione areica, peso unitario medio dei frutti;
- Qualitativi: percentuale di parte edule, spessore dell'epicarpo, consistenza della polpa, residuo secco rifrattometrico, contenuto in nitrati e percentuale di frutti di scarto.

Particolare attenzione è stata rivolta all'andamento termo-pluviometrico durante il ciclo della coltura, nell'ambiente di coltivazione.

Tutti i dati raccolti sono stati opportunamente tabellati ed elaborati statisticamente e, al fine di poterne valutare la significatività, alle medie è stato applicato il test di Duncan.

I risultati ottenuti sono riportati, oltre che nella descrizione specifica anche nei grafici in cui, tra l'altro, viene anche riportata la significatività statistica.

Le piantine che all'atto del trapianto risultavano caratterizzate dalla presenza di tre foglie vere hanno fatto osservare un attecchimento integrale; l'eventuale fallanza verificatasi è stata prontamente risarcita.

Il trapianto è stato realizzato il 10 maggio, per l'annualità 2009, ed il 5 maggio per l'annualità 2010.

Nella prima fase del ciclo biologico della coltura, le diverse unità sperimentali hanno fatto evidenziare uno sviluppo pressoché uniforme, mostrando immediatamente una buona adattabilità all'ambiente di sperimentazione. Solo nel secondo anno, a causa della persistenza di condizioni climatiche avverse, il ciclo colturale, nonostante l'anticipo della data di trapianto, è risultato in legger ritardo che è stato prontamente recuperato da tutte le parcelle sperimentali con il sopraggiungere di condizioni climatiche migliori.

OSSERVAZIONE E RISULTATI RELATIVI AL PRIMO ANNO DI SPERIMENTAZIONE

Andamento termo pluviometrico durante il primo anno di sperimentazione

L'andamento termico registrato durante il primo anno di coltivazione del melone, è risultato caratterizzato da temperature minime variabili da 12,4 °C, seconda decade di maggio, a 22,0 °C della seconda decade di agosto; mentre le temperature massime sono oscillate da 26,6 °C, della seconda decade di maggio, a 33,7 °C terza decade di luglio.

L'andamento pluviometrico ha fatto registrare, durante il periodo di coltivazione, una piovosità complessiva di 19,7 mm, con due eventi piovosi di cui uno subito dopo il trapianto della coltura (10,4 mm) e l'altro nella prima decade di giugno (7,9 mm).

Nel complesso è da tenere presente che durante il periodo fine inverno-inizio primavera, precedente l'impianto della coltura si è registrata una piovosità di 386,9 mm, che è andata a costituire una buona riserva idrica a vantaggio della cucurbitacea.

Andamento della lunghezza del germoglio principale

I rilievi sullo sviluppo delle piante (lunghezza del germoglio principale) sono stati effettuati con cadenza quindicinale e, rispettivamente, a quindici, trenta e quarantacinque giorni dal trapianto.

Al primo rilievo lo sviluppo si è mostrato perfettamente uniforme facendo rilevare una lunghezza dell'asse principale di circa 15 – 16 cm.

Le favorevoli condizioni termiche e luminose, in interazione con la pacciamatura del terreno, hanno consentito uno sviluppo rapido delle piante tanto che, dopo trenta giorni dal trapianto, è stato rilevato uno sviluppo dell'asse principale piuttosto intenso con lunghezze medie che si sono attestate su valori compresi tra 71 e 77 cm. Proprio durante il secondo rilievo è stata constatata la presenza di fiori femminili e pertanto si è immediatamente provveduto ad effettuare la prima fertirrigazione secondo i livelli previsti dal protocollo sperimentale.

Al terzo rilievo, ossia a quarantacinque giorni dal trapianto, il comportamento vegetativo della coltura è apparso estremamente diversificato. Infatti, a fronte di uno sviluppo medio di circa 100 cm nelle piante della tesi "controllo" è corrisposto uno sviluppo medio di circa 170 cm delle piante nelle quali era prevista la somministrazione di 300 unità di azoto. Valori intermedi sono stati osservati nelle rimanenti unità sperimentali.

Andamento di emissione fogliare

Per quanto attiene il ritmo di emissione fogliare, l'andamento, nel complesso, è risultato simile a quello rilevato per il precedente carattere.

Dopo 15 giorni dal trapianto la coltura presentava mediamente 15 foglie/pianta, mentre al momento della prima fertirrigazione, eseguita a 30 giorni dal trapianto, le piante facevano rilevare in media 47,5 foglie piante in tutte le accessioni in prova.

Nell'ultimo rilievo, per effetto dei livelli diversi di concimazione azotata, il comportamento vegetativo è risultato particolarmente diversificato.

Nelle parcelle concimate con 300 Kg ha⁻¹ è stato osservato il maggior numero di foglie per pianta (mediamente 188).

Valori simili sono stati rilevati invece nella tesi "controllo" ed in quelle che hanno previsto la somministrazione frazionata di 50 Kg ha⁻¹ di azoto (86,5 e 91 foglie/pianta rispettivamente).

La distribuzione frazionata di 100 e 200 unità fertilizzanti di azoto ha determinato una attività di emissione fogliare di 112 e 144 foglie/pianta rispettivamente.

Produzione di frutti commerciabili

La maturazione commerciale dei peponidi è stata raggiunta, per tutte le tesi il 3 agosto, momento in cui è stata realizzata la raccolta.

Tra tutte le tesi messe a confronto, le unità sperimentali previste come "controllo", si sono differenziate in senso negativo per le produzioni unitarie sensibilmente più modeste (15,7 t ha⁻¹).

Valori statisticamente analoghi e significativamente più elevati rispetto al test non concimato, sono stati osservati nelle tesi che prevedevano l'apporto di 50, 100 e 200 Kg ha⁻¹ di unità fertilizzanti azotate.

La tesi che prevedeva l'apporto frazionato di 300 Kg ha⁻¹ di azoto ha fatto registrare invece produzioni di 194,46 t ha⁻¹.

Le oscillazioni produttive tra tutte le tesi oggetto di studio, rispetto al controllo non concimato, sono incluse in un range compreso tra 5,95 t ha⁻¹ (N=50) e 3,73 t ha⁻¹ (N=300).

Alla seconda raccolta, effettuata alla terza decade del mese di agosto, la produzione più elevata è stata ottenuta dalla tesi che prevedeva la più alta dose azotata con valori di 12,38 t ha⁻¹ di frutti commerciali.

Valori intermedi, e statisticamente simili, sono stati osservati nelle unità sperimentali nelle quali sono stati apportati 200 e 100 Kg ha⁻¹ di azoto con valori similari di 7,50 t ha⁻¹.

Le unità sperimentali che hanno previsto la distribuzione frazionata di 50 unità fertilizzanti di azoto hanno fornito rese produttive statisticamente più basse rispetto alle tesi 100, 200 e 300 Kg ha⁻¹ di azoto, ma significativamente più alte rispetto a quelle registrate per il controllo.

La produzione statisticamente più elevata (31,85 t ha⁻¹) è stata osservata nelle unità sperimentali concimate con 300 Kg ha⁻¹ di azoto.

Valori produttivi anch'essi elevati e statisticamente uguali fra loro hanno fornito le tesi fertirrigate con 100 e 200 unità di azoto ad ettaro oscillanti intorno alle 27,7 t ha⁻¹. Le unità sperimentali che sono state trattate con un livello di unità fertilizzanti di N più basse (N=50) hanno fatto registrare, rispetto alle altre tesi concimate, la produzione più bassa (26,1 t ha⁻¹), ma statisticamente superiore, di 8,5 t ha⁻¹, rispetto al controllo non concimato.

Incidenza della prima raccolta sulla produzione totale

Complessivamente l'incidenza percentuale della prima raccolta su quella totale è risultata più elevata nel controllo non concimato (89,3%) e statisticamente non si sono mostrate differenze con la tesi con il più basso apporto di concime azotato (81,8%).

Le tesi che invece hanno previsto la somministrazione di 100 e 200 Kg ha⁻¹ di azoto hanno fatto osservare un'incidenza percentuale del 73% circa, mentre il valore più basso in assoluto è stato registrato nella tesi con il maggiore apporto di fertilizzante (61,4%).

Appare evidente dunque che l'incidenza produttiva della prima raccolta sulla produzione totale ha subito un andamento decrescente all'aumentare della dose di azoto e ciò è da attribuire, presumibilmente, all'azione che la disponibilità di azoto nella soluzione circolante esplica sulla biologia della cucurbitacea.

Infatti, come è ormai noto, l'aumentare della disponibilità di azoto si traduce, nella maggior parte delle specie di interesse agrario, in un maggior lussureggiamento vegetativo e pertanto in un ritardo della fioritura, dell'allegagione e della maturazione dei frutti.

Di contro, la modesta disponibilità dell'elemento fertilizzante, si traduce nella contrazione del ciclo vegetativo e nella più rapida maturazione dei frutti; ciò si è reso manifesto nelle tesi non concimate in cui le piante, per effetto della carenza di nutrienti, hanno mostrato una contrazione della fase riproduttiva ed un maggiore anticipo nella maturazione dei frutti.

Frutti non commerciabili

Nella produzione non commerciabile sono stati inclusi i peponidi di pezzatura ridotta (< ad 1 Kg), quelli che presentavano evidenti difetti nella forma dovuti ad anomalie nel processo fecondativo, e nella colorazione e che pertanto non risultavano idonei alla commercializzazione.

I trattamenti sperimentali praticati hanno influenzato in maniera significativa tale dato.

In particolare, è stato apprezzato un graduale decremento della produzione di scarto all'aumentare dei livelli di concimazione azotata praticata. Le più elevate percentuali di frutti

non commerciabili sono state prodotte nelle unità sperimentali di controllo (5,7%) e, subordinatamente, in quelle nelle quali era prevista la distribuzione di azoto in copertura di 50 Kg ha⁻¹ (2,8%). Di contro, le unità sperimentali concimate con 200 e 300 Kg ha⁻¹ di azoto, si sono contraddistinte per la modesta incidenza della produzione di scarto con valori di poco superiori al 2%. La somministrazione di 100 unità di azoto ha fatto registrare valori intermedi (2,7%).

Le più modeste percentuali di frutti non commerciabili prodotte nelle unità sperimentali meglio concimate sono da ricondurre alla minore incidenza dei frutti di ridotta dimensione (allegati tardivamente) i quali per effetto degli elevati livelli azotati cui le piante disponevano, hanno raggiunto le dimensioni ottimali per il commercio.

Peso medio dei frutti

La pezzatura dei frutti rappresenta un parametro qualitativo che, ai fini commerciali, riveste un ruolo di notevole interesse.

Assieme all'uniformità del prodotto, oltre ad essere fortemente influenzato dalle caratteristiche varietali, questo parametro dipende molto dalle condizioni colturali e nutrizionali in cui le piante svolgono il ciclo vegeto-produttivo.

Oggi il mercato è orientato verso cultivar a frutto medio (2.330 – 2.700 grammi) uniformi per colore e forma.

Sono queste le ragioni della fortissima espansione della cultivar Helios in Sicilia.

Il peso unitario dei frutti riportato come media tra la prima e la seconda raccolta, è oscillato intorno al valore medio di 2.432 grammi.

Con la prova sperimentale è stato osservato che, all'aumentare della dose di azoto, i valori del peso unitario dei peponidi aumentano in maniera statisticamente significativa.

Ciò è confermato dal fatto che il peso medio dei frutti ottenuti nella tesi "controllo" è stato di 2.330 grammi, di poco inferiore ai 2.342 gr e 2.372 gr delle tesi con livello di azoto rispettivamente 50 e 100.

Le unità sperimentali che hanno previsto la somministrazione frazionata di 300 Kg ha⁻¹ di azoto, con frutti di 2.585 grammi, hanno prodotto i frutti dal peso unitario più elevato, ma statisticamente uguale a quello registrato dalla tesi fertilizzata con la dose 200 unità fertilizzanti di azoto (2.532 gr).

Ciò ha messo in evidenza il ruolo della concimazione azotata sull'estrinsecazione di questo parametro che, se razionalmente praticata, può consentire l'ottenimento di frutti di maggiore pregio qualitativo.

Incidenza della parte edule sul peso totale del frutto

Al fine di determinare il valore qualitativo dei frutti è stata determinata l'incidenza percentuale media della parte commestibile sul peso totale dei frutti. Al fine di potere determinare questo parametro è stato necessario separare la parte edule da quella non commestibile rappresentata da placenta, seme ed epicarpo.

Seppure tale parametro manifesta una certa sensibilità all'ambiente di coltivazione, tutte le tesi oggetto di studio hanno fatto registrare valori elevati oscillando dal 56 al 64 %, rispettivamente per il controllo non concimato ed il trattamento che prevedeva la più alta dose del nutriente azotato (300 Kg ha⁻¹).

Valori intermedi e statisticamente uguali alla tesi con azoto pari a 300 Kg ha⁻¹ sono stati calcolati con le tesi che prevedevano un apporto di 100 e 200 unità di azoto (62,5%).

Le unità sperimentali fertilizzate con 50 unità di azoto hanno prodotto frutti con il 60,7% di parte edule statisticamente uguale alle due tesi precedenti ma significativamente diverso rispetto al controllo non concimato.

Spessore dell'epicarpo

Questo parametro assume una particolare importanza ai fini della resistenza al trasporto e conservabilità di frutti.

Lo spessore medio dell'epicarpo è risultato di 6,7 mm come media di campo, con valori che sono oscillati tra un minimo di 6,3 mm ed un massimo di 7,4 mm.

Il valore più alto in assoluto è stato registrato con la tesi non concimata, mentre quello significativamente più basso si è rilevato nella tesi con la più alta dose di N (N=300).

Tutti gli altri trattamenti fertilizzanti hanno fatto registrare spessori dell'epicarpo significativamente uguali fra loro e alle tesi N=0 ed N=300 con valori di 6,5, 6,6 e 6,7 mm rispettivamente per le tesi N=50, N=100 ed N=200.

Consistenza della polpa

La consistenza della polpa rappresenta, per il melone, un parametro qualitativo di notevole interesse commerciale. Allo stato attuale infatti il mercato richiede un prodotto di elevato tenore zuccherino, croccante al palato e di consistenza medio elevata.

La consistenza, oltre che dalle caratteristiche varietali, dipende fortemente dal grado di maturazione dei frutti e dalle condizioni ambientali e colturali durante il processo produttivo.

Per quanto sopra, allo scopo di valutare gli effetti dei diversi livelli di concimazione praticati, su un campione rappresentativo di frutti è stato rilevato il parametro.

La determinazione è stata effettuata nella porzione centrale di fette omogenee appositamente preparate utilizzando un penetrometro digitale, modello Ametec, con puntale piatto del diametro di 9 mm.

I frutti con polpa di minore consistenza sono stati prodotti nelle unità sperimentali di controllo (460 g cm⁻²) ed in quelle che hanno previsto la somministrazione in copertura di 50 Kg ha⁻¹ di azoto (478 g cm⁻²). Di contro, nelle tesi in cui sono stati somministrati rispettivamente 100, 200 e 300 unità fertilizzanti di azoto, sono stati rilevati valori costantemente superiori a 500 g cm⁻². Ciò giustifica una migliore tenuta alla sovraturazione dei peponidi per effetto di un più equilibrato e costante assorbimento idrico e minerale.

Residuo secco rifratto metrico dei frutti

Ai fini della valutazione del tenore zuccherino dei frutti è stato determinato il “residuo secco ottico” espresso in °Brix (determinato con un rifrattometro ottico) in quanto detto parametro è strettamente correlato con il tenore zuccherino dei frutti. Dall’analisi della figura 9 si evince come questo parametro qualitativo, indipendentemente dai trattamenti sperimentali praticati, si sia mantenuto su livelli medio alti, oscillando intorno a 12,8 °Brix. Il valore tendenzialmente più elevato è stato registrato nei frutti prodotti dalle piante trattate con 50 unità di azoto; valori statisticamente uguali al precedente sono stati forniti dal testimone non concimato (13,0 °Brix) e dalle tesi fertilizzate con 100 e 200 kg ha⁻¹ di azoto. La tesi che prevedeva l’apporto massimo di azoto (300 kg ha⁻¹) ha fatto riscontrare il più basso valore (12,45°Brix) che è risultato statisticamente uguale a quello registrato per le tesi N 100 e N 200. Complessivamente, quindi, il residuo secco rifrattometrico è risultato inversamente correlato con dose del fertilizzante azotato.

Contenuto di nitrati

Il contenuto di nitrati espresso in milligrammi/kilogrammi di sostanza secca -determinato con la cromatografia ionica- è risultato fortemente influenzato dagli effetti dei trattamenti sperimentali praticati. Infatti i nitrati nei peponidi della cucurbitacea, come era prevedibile, è risultato crescere progressivamente all’aumentare della dose del fertilizzante azotato distribuito in maniera frazionata. Rispetto al controllo non trattato, che ha fatto registrare il più basso contenuto in nitrati (11,85 mg kg⁻¹), tutti gli altri trattamenti hanno fatto riscontrare valori costantemente più elevati e statisticamente diversi fra loro e rispetto al testimone.

Le analisi effettuate sulla parte edule dei peponidi hanno fatto registrare contenuti di nitrati di 14,9, 24,08 e 69,08 mg kg⁻¹ rispettivamente per le tesi 50, 100, e 200 kg ha⁻¹ di azoto e di 115,75 mg kg⁻¹ per il trattamento con la più alta dose di azoto. Valori di poco superiori a 100

mg kg⁻¹, seppure più bassi rispetto alla soglia di pericolosità, fanno comunque riflettere circa la possibilità di “forzare” la fertilizzazione azotata, in quanto l’impiego massiccio di questo elemento, aumenta comunque considerevolmente il livello di nitrati nella polpa e questo, come è noto, è pregiudizievole per la salute del consumatore.

Analisi chimica del terreno (profilo 45 cm) alla fine del ciclo colturale.

Alla fine del ciclo colturale su un profilo di terreno di 45 cm (profilo esplorato dall'70% dell'apparato radicale della cucurbitacea) è stato determinato mediante analisi di laboratorio lo stesso contenuto di macro e micronutrienti ricercati in pre-trapianto prima della concimazione fosfatica di fondo.

Le determinazioni riferite nella tabella di seguito riportata sono state effettuate su campioni omogenei di terreno prelevati nelle unità sperimentali sottoposte, in fase di coltivazione, ai livelli di concimazione previsti dal protocollo sperimentale.

Livelli di concimazione azotata	Azoto (%)	Fosforo (ppm)	Potassio (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)	Sodio (ppm)
Controllo	0,112	10,60	430,2	6494	782,5	342,8
50	0,117	10,60	426,1	6442	797,3	386,2
100	0,108	7,15	415,2	6144	804,5	471,4
200	0,095	9,75	313,9	6657	720,7	367,7
300	0,093	8,28	400,4	6415	747,2	415,0

Rispetto alla composizione chimica determinata in pre-trapianto è stato possibile cogliere in tutte le tesi di studio, differenze sostanziali per Potassio e Fosforo con incrementi rispettivamente di 100.16 e 4.8 ppm, mentre il contenuto dell'elemento azoto è risultato pressoché invariato rispetto ai risultati delle analisi effettuate prima dell'insediamento della coltura. Differenze sostanziali sono state altresì rilevate per sodio, magnesio e calcio.

Da quanto sopra emerge la spiccata voracità della cucurbitacea per l'elemento azoto che si traduce in ritmi di accrescimento e di emissione fogliare vistosamente più sostenuti, in incrementi produttivi importanti in concomitanza di livelli fertirrigui che prevedono elevate somministrazioni dell'elemento ed nel prolungamento del ciclo biologico della coltura. Per di più la somministrazione frazionata di questo elemento, in coincidenza di specifiche fasi fisiologiche nelle quali le richieste da parte della coltura risulta relativamente elevata determina la riduzione di eccessi e predispone le piante ad un ottimale assorbimento. L'elevata fertilità residua riscontrata a fine ciclo per quanto riguarda Potassio e Fosforo lascia intendere una più moderata esigenza della specie nei riguardi di questi macroelementi che oltretutto essendo poco mobili nel terreno vengono fissati dal potere adsorbente dello stesso con il risultato di ritrovarli in quantità relativamente elevate a fine ciclo.

**OSSERVAZIONE E RISULTATI RELATIVI AL SECONDO ANNO DI
SPERIMENTAZIONE**

Andamento della lunghezza del germoglio principale

Anche nel secondo anno di sperimentazione sono stati effettuati dei rilievi che hanno riguardato lo sviluppo delle piante ed in particolare la lunghezza del germoglio principale, con cadenza quindicinale al fine di valutarne il ritmo di accrescimento.

Al primo rilievo, effettuato dopo quindici giorni dal trapianto, le piante hanno fatto rilevare la stessa lunghezza dell'asse principale in tutte le parcelle sperimentali (circa 13 cm).

Appare opportuno precisare che le piante apparivano, almeno in una prima fase, poco vigorose a causa dell'andamento climatico poco favorevole all'attecchimento.

Le favorevoli condizioni termiche e luminose, in interazione con la pacciamatura del terreno, hanno consentito, in una seconda fase, uno sviluppo rapido delle piante tanto che, dopo trenta giorni dal trapianto, è stato rilevato uno sviluppo dell'asse principale piuttosto intenso con lunghezze medie che si sono attestate su valori compresi tra 69 e 76 cm. Durante il secondo rilievo sono stati riscontrati fiori femminili e pertanto si è provveduto, così come stabilito dal protocollo sperimentale, ad effettuare la prima fertirrigazione.

Dopo quarantacinque giorni dal trapianto, grazie alla fertirrigazione praticata, il comportamento vegetativo della coltura è apparso fortemente diversificato.

Le piante che hanno mostrato un ritmo di accrescimento più modesto sono state quelle che incluse nella tesi "controllo" che hanno fatto registrare lunghezze dell'asse principale di poco superiori a 90 cm. Le piante che invece sono state fertirrigate con la dose prevista dal protocollo sperimentale per la tesi N400, invece hanno fatto osservare uno sviluppo medio di circa 190 cm. Valori intermedi sono stati osservati, invece, nelle rimanenti unità sperimentali.

Andamento di emissione fogliare

Il ritmo di emissione fogliare ha avuto un andamento fortemente legato a quello del parametro precedente.

Dopo 15 giorni dal trapianto, le piante di tutte le parcelle sperimentali in prova, presentavano, in media, 13 foglie/pianta, mentre al momento della prima fertirrigazione, eseguita, come detto, a 30 giorni dal trapianto, il numero di foglie è cresciuto attestandosi, mediamente su valori 47,5 foglie/pianta.

L'ultimo rilievo ha fatto rilevare un comportamento vegetativo fortemente variegato e strettamente legato alla dose di concime applicata.

Nelle parcelle sperimentali trattate con la dose riconducibile alla tesi N400 è stato osservato, come era prevedibile, il maggior numero di foglie per pianta (mediamente 201).

Nel caso della tesi "controllo", invece, il numero di foglie è risultato di gran lunga più ridotto con valori di 84,5 foglie/pianta. Valori simili sono stati rilevati invece nella tesi che ha previsto la somministrazione frazionata di 50 Kg ha⁻¹ di azoto (89,7 foglie/pianta).

La distribuzione frazionata di 100 e 200 unità fertilizzanti di azoto ha determinato una attività di emissione fogliare di 110 e 137 foglie/pianta rispettivamente, mentre la tesi N300 ha fatto rilevare valori medi di 189,7 foglie/pianta.

Produzione totale

La raccolta è stata effettuata in tre diversi momenti, in corrispondenza della maturazione commerciale dei peponidi che, come risaputo, avviene in maniera scalare.

L'ibrido Helios ha dimostrato elevate potenzialità produttive indipendentemente dai livelli di concimazione azotata distribuiti per fertirrigazione in copertura. Tant'è vero che anche nelle unità sperimentali di controllo sono stati realizzati livelli produttivi superiori a 200 q.li ha⁻¹. In ogni caso la concimazione azotata ha determinato significativi incrementi nella produzione totale in particolare quando sono stato distribuiti 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ dell'elemento con valori rispettivamente di 25,4, 26,1 e 27 t ha⁻¹.

Livelli azotati superiori ai 300 Kg ha⁻¹ hanno influito negativamente sulle rese produttive della coltura tant'è vero che la produzione totale si è attestata sulle 21 t ha⁻¹ con la distribuzione di 300 kg di azoto e sui 230 con la distribuzione di 400 kg ha di azoto. Le minori produzioni rilevate con la somministrazione dei livelli più elevati di concime azotato sono da ricondurre agli effetti negativi dell'azoto sui processi di fioritura e allegagione che ha determinato elevate percentuali di cascola fiorale ed aborto degli embrioni. Le maggiori produzioni registrate nelle unità sperimentali concimate con 400 kg di azoto, sono da attribuire al maggior peso unitario dei frutti piuttosto che la maggior numero.

Produzione commerciale e cicli di raccolta

La produzione di frutti commercialmente idonei per forma e pezzatura ha risentito in maniera marcata dell'effetto della concimazione azotata praticata in copertura. Le tesi di controllo si sono differenziate negativamente per le minori rese areiche (17,9 tha⁻¹), seguite da quelle dove era stato previsto la somministrazione frazionata di 400 e 300 kg ha⁻¹ dell'elemento (20,7 e 19,4 tha⁻¹ rispettivamente).

L'analogo comportamento produttivo di queste due tesi, concimate con livelli azotati elevati è, come precedentemente riportato da attribuire all'eccessivo lussureggiamento delle colture e pertanto, all'interferenza sui processi riproduttivi.

Analogo comportamento è stato osservato nelle unità sperimentali concimate con 50 100 e 200 kg ha⁻¹ di azoto per effetto del quale la produzione commerciabile è oscillata dai 23,7 tha⁻¹ apportando il livello azotato più contenuto ai 24,7 tha⁻¹ distribuendo 200 kg ha⁻¹ di azoto. Questo analogo comportamento è con molta probabilità da attribuire alla razionale

somministrazione in 5 interventi del fertilizzante che, nonché quando è stato utilizzato il dosaggio minimo, l'elemento è stato disponibile per le piante, nei momenti fisiologici più importanti per la coltura.

La raccolta è stata effettuata in tre diversi interventi, in coincidenza della maturità commerciale dei peponidi e precisamente due nel mese di agosto (il 6 ed il 23) ed una nella prima decade del mese di settembre (10/09/2010).

La produzione commerciale alla **prima raccolta** ha mostrato differenze significative tra le diverse tesi messe a confronto.

In particolare, la maggiore precocità, è stata riscontrata nelle unità sperimentali che hanno previsto la somministrazione di 50 e 100 unità fertilizzanti dell'elemento azotato (rispettivamente 12,7 e 12,2 t/ha) e subordinatamente la tesi "controllo" e la tesi N440 che invece hanno fatto rilevare valori simili variabili intorno a 11,1 tha-1.

Differenze statistiche significative sono state riscontrate invece nelle tesi N200 ed N300 in cui sono stati raccolti peponidi per poco più di 10 tha-1.

Alla **seconda raccolta** la maggiore produzione commerciale è stata riscontrata nella tesi N200 con 9,01 t ha-1 e, subordinatamente nelle tesi N50 e N100 (7,6 tha-1).

La più bassa produzione commerciale alla seconda raccolta è stata rilevata nel controllo non concimato in cui è stata ottenuta una produzione di 4,4 t ha-1. Subordinatamente le tesi N300 3d N400 hanno reso produzioni areiche di 5,3 e 6,4 tha-1 rispettivamente.

La **terza ed ultima raccolta** ha ulteriormente confermato l'andamento descritto per la raccolta precedente. Infatti, il controllo si è contraddistinto per la più bassa produzione commerciale (2,4 tha-1) probabilmente della più scarsa produzione totale ottenuta.

Valori nettamente superiori sono stati invece riscontrati per la tesi N200 (5,5 tha-1) e, subordinatamente per le tesi N100 ed N300 che hanno fatto rilevare produzioni rispettivamente di 4,4 e 4,6 tha-1.

Valori intermedi sono stati rilevati per le tesi N400 che si è differenziata dlla controllo per circa 0,9 tha-1 e per la tesi N50 che invece ha fatto rilevare prozioni di 3,6 tha-q.

Appare evidente come la più modesta disponibilità di azoto determina una contrazione del ciclo colturale e, pertanto, della produzione complessiva.

Frutti non commerciabili

La produzione di scarto, caratterizzata da frutti che non risultavano commercialmente idonei alla commercializzazione (peponidi di pezzatura inferiore ad 1 Kg, quelli che presentavano evidenti difetti nella forma dovuti ad anomalie nel processo fecondativo e nella colorazione), è stata un parametro fortemente influenzato dai trattamenti fertirrigui adottati.

La produzione di scarto, calcolata in termini percentuali sulla produzione totale, è apparsa significativamente elevata (16,68%) nel trattamento sperimentale “controllo”, mentre la tesi che ha presentato livelli di frutti di scarto più bassi in assoluto è stata quella che prevedeva l’apporto di 50 unità di azoto (5,79%). Differenze statisticamente non significative, e comunque superiori al trattamento N50, sono state riscontrate nelle tesi N100, N200, N300 ed N400.

In virtù dei risultati ottenuti, appare opportuno precisare che le modeste percentuali di frutti non commerciabili prodotte nelle unità sperimentali meglio concimate sono da ricondurre alla minore incidenza dei frutti di ridotta dimensione (allegati tardivamente) i quali per effetto degli elevati livelli azotati cui le piante disponevano, hanno raggiunto le dimensioni ottimali per il commercio. Tuttavia, le percentuali delle dosi N400, seppur statisticamente non significative, sembrano orientare al fatto che dosi elevate di concime azotato determinano nella cucurbitacea degli effetti negativi riconducibili a un numero maggiore di frutti malformati, a causa dell’eccessiva vigoria della pianta impressa dalle elevate dosi di concime che pertanto ne determina un ritmo di accrescimento elevato, molto spesso poco confacente con la moltiplicazione cellulare.

Peso medio dei frutti

Il peso unitario dei frutti, parametro importante nel processo di commercializzazione, è stato calcolato effettuando una media tra i frutti “campione” prelevate durante le raccolte.

Relativamente a questo parametro, non si sono osservate differenze statisticamente significative in tutte le accessioni in prova; tuttavia valori di peso medio più alto in assoluto sono stati riscontrati nella tesi sperimentale N200 che ha prodotto frutti di peso unitario medio di 2970 grammi. Di peso unitario leggermente più ridotto sono risultati i frutti ottenuti nelle altre tesi sperimentali, ad eccezione del “controllo” che invece ha prodotto frutti di peso medio più ridotto in assoluto (2524 grammi).

Ciò conferma ulteriormente gli effetti benefici della concimazione azotata sul miglioramento delle caratteristiche qualitative e di questo parametro in particolare.

Incidenza della parte edule sul peso totale del frutto

I valori più alti per questo parametro sono stati riscontrati nelle tesi in cui sono stati somministrati livelli di concime azotato più elevato in assoluto.

La percentuale di parte edule più elevata è stata riscontrata nelle tesi con apporti azotati più elevati. Infatti la tesi N300 ha fatto rilevare valori per questo parametro del 62% che è

perfettamente identici, dal punto di vista statistico, a quelli ottenuti analizzando i frutti prelevati nelle tesi N200 ed N400, rispettivamente di 61,58% e 61,79%.

Valori più bassi e statisticamente simili sono invece stati riscontrati nelle tesi “controllo” e N100 (57,88% e 57,78% rispettivamente). La tesi N50 ha fatto rilevare valori intermedi (58,72%).

Spessore dell'epicarpo

Lo spessore medio dell'epicarpo più basso in assoluto è stato ottenuto nei frutti raccolti nella tesi N200 (0,48cm), mentre, al contrario, quello più alto nella tesi N400 che ha fatto registrare spessori di 57mm. Valori intermedi e statisticamente simili hanno fatto registrare le altre tesi messe a confronto che sono oscillati da spessori di 0,50 mm nella tesi N300 a 0,53 mm nella tesi “controllo”.

Consistenza della polpa

I frutti che hanno presentato una polpa con maggiore consistenza sono stati raccolti nella tesi N50 che ha fatto registrare valori di 11,2 gcm⁻² e subordinatamente la tesi N100 con valori di 11,6 gcm⁻².

Valori statisticamente simili e significativamente più bassi sono stati ottenuti nelle altre tesi messe a confronto che hanno fatto osservare polpa di minore consistenza con particolare riferimento alla tesi controllo che ha fatto rilevare il valore più basso in assoluto pari a (10,5 g cm⁻²).

Residuo secco rifrattometrico dei frutti

Dall'analisi della varianza, per il dato in questione, sono emersi dei valori statisticamente differenti nei diversi trattamenti in prova. In particolare, i frutti con n maggiore grado zuccherino sono stati prodotti nella tesi N100 che ha fatto registrare un tenore zuccherino pari a 11,6 °Brix e subordinatamente nelle tesi “controllo”, N50 ed N400 con valori di 11,2 °Brix per tutti le tesi.

Valori significativamente più bassi sono stati rilevati invece nella tesi N300 che ha fatto registrare il dato più basso in assoluto (9,8°Brix), mentre valori intermedi e statisticamente diversi sono stati osservati nella tesi N200 (10,7°Brix).

Complessivamente, quindi, il residuo secco rifrattometrico è risultato inversamente correlato con dose del fertilizzante azotato.

Contenuto di nitrati

Nel secondo ciclo di sperimentazione si è preferito effettuare le analisi distinte per i frutti della prima e della seconda raccolta.

Il contenuto di nitrati espresso in milligrammi/kilogrammi di sostanza secca - determinato con il metodo della cromatografia ionica - è risultato fortemente influenzato dagli effetti dei trattamenti sperimentali praticati. Infatti i nitrati nei peponidi della cucurbitacea, come era prevedibile, è risultato crescere progressivamente all'aumentare della dose del fertilizzante azotato distribuito in maniera frazionata, sia per la prima che per la seconda raccolta.

Nel primo ciclo di raccolta, la dose massima di nitrati è stata individuata nei frutti ottenuti nelle parcelle concimate con la dose N400 (91 mg/Kg). Differenze statisticamente significative sono state riscontrate nella tesi "controllo" in cui è stata individuata la dose minima di 67 mg/Kg e subordinatamente nella tesi N50 (69 mg/Kg).

Presenza di nitrati intermedie sono state riscontrate nelle tesi N200 ed N300 (83 ed 86 mg/Kg rispettivamente) e nella tesi N100 (71 mg/Kg).

Alla seconda raccolta la presenza di nitrati nei frutti non ha fatto rilevare differenze significative in tutte le accessioni in prova. I valori infatti hanno subito una leggera variazione da un minimo di 150 mg/Kg nella tesi "controllo" ad un massimo di 232 mg/Kg nella tesi N400. Valori intermedi e statisticamente simili sono stati riscontrati nelle altre tesi messe a confronto.

Valori di poco superiori a 200 mg/kg, seppure più bassi rispetto alla soglia di pericolosità, fanno comunque riflettere circa la possibilità di "forzare" la fertilizzazione azotata, in quanto l'impiego massiccio di questo elemento, aumenta comunque il livello di nitrati nella polpa e questo, come è noto, è pregiudizievole per la salute del consumatore.

Analisi chimica del terreno (profilo 45 cm) alla fine del ciclo colturale.

Come per la prima annualità, è stato determinato a fine coltura, mediante analisi di laboratorio, lo stesso contenuto di macro e micronutrienti ricercati in pre-trapianto prima della concimazione fosfatica di fondo, su un profilo di terreno di 45 cm.

Le determinazioni sono state effettuate su campioni omogenei di terreno prelevati nelle unità sperimentali sottoposte, in fase di coltivazione, ai livelli di concimazione previsti dal protocollo sperimentale.

Livelli di concimazione azotata	Azoto (%)	Fosforo (ppm)	Potassio (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)	Sodio (ppm)
Controllo	1,07	18,55	320	2530	420	130
50	1,08	18,90	420	3060	330	100
100	1,32	19,13	400	2520	420	160
200	1,84	20,00	383	2830	430	180
300	2,33	22,00	420	2860	360	160
400	2,91	20,93	430	2920	330	150

Rispetto alla composizione chimica determinata in pre-trapianto con le stesse modalità, è stato possibile individuare il cambiamento della composizione chimica del terreno. In particolare, è stato osservato un aumento sostanziale dell'elemento azoto in tutte le tesi di studio, con particolare accumulo nelle parcelle concimate con 400 Kg ha⁻¹e, subordinatamente, con 300 Kg ha⁻¹.

Residui significativamente più ridotti sono stati riscontrati nelle tesi N200 e ancora meno nella tesi N100.

Nel "controllo" e nella tesi N50 la disponibilità nel terreno è rimasta invariata.

Differenze sostanziali, ma poco apprezzabili sono state riscontrate per Potassio con incrementi di circa 65 ppm.

Differenze sostanziali sono state altresì rilevate per sodio, magnesio e calcio.

L'elevata fertilità residua riscontrata a fine ciclo per quanto riguarda l'azoto, lascia intravedere che la cucurbitacea, se concimata in maniera razionale, senza eccessi e con apporti continui per fertirrigazione, consente di ottenere produzioni apprezzabilmente ottimali sotto il profilo produttivo e qualitativo.

CONCLUSIONI

Nel panorama orticolo Siciliano il melone si colloca ai primi posti per espansione territoriale e costituisce un'importante fonte di reddito e di occupazione.

Attualmente la coltura, con oltre 7000 ettari di superficie investita, è seconda, tra le ortive di pieno campo, soltanto a pomodoro e carciofo.

Nell'ultimo trentennio la coltivazione della cucurbitacea, grazie al perfezionamento delle tecniche colturali ed ai progressi del miglioramento genetico, ha raggiunto eccezionali traguardi di produttività, ha reso possibile l'ampliamento e la diversificazione dell'offerta, ha consentito la riduzione dei costi di produzione ed ha reso meno gravoso il lavoro degli addetti. La messa a punto di razionali tecniche di produzione (concimazioni, lavorazioni, pacciamatura, modalità d'impianto ed irrigazione) hanno consentito l'ottimizzazione dei sistemi produttivi precursori della melonicoltura di tipo intensivo

La tendenza alla massimizzazione della produzione non è scevra di inconvenienti e, come noto, comporta incremento del consumo di energia chimica, aumento dei cicli produttivi, instabilità del sistema biologico, aggravamento dei problemi fitosanitari, aumento dei residui tossici sia nell'ambiente che nel prodotto edibile.

Da più parti è sempre più sentita la necessità di riflettere proprio sui principali caratteri distintivi della gestione intensiva della coltura e della relativa dipendenza da pesticidi e fertilizzanti chimici.

Nella moderna melonicoltura, la concimazione rappresenta una leva potente a disposizione dell'agricoltore nell'esaltazione delle potenzialità produttive delle piante ed al miglioramento della qualità della produzione ma spesso viene persa di vista la salvaguardia dell'ambiente e della salute del consumatore. Modalità di somministrazione, adeguamento delle dosi di nutrienti in interazione con interventi colturali (meccanizzazione, pacciamatura, irrigazione) hanno potenziato in quest'ultimo trentennio la produttività di questa cucurbitacea.

Eccesso di fertilizzanti possono determinare alterazioni della struttura del suolo e della concentrazione della soluzione nutritiva con riflessi negativi sia sotto l'aspetto ambientale che economico.

L'accertamento delle esigenze nutritive, le dosi ed i tempi di intervento, rappresentano pertanto le tappe fondamentali da percorrere.

I nutrienti, infatti, devono essere rapportati all'ambiente pedoclimatico di coltivazione, alla dotazione di elementi minerali del suolo, alla solubilità e mobilità degli stessi nell'orizzonte colturale e soprattutto alle asportazioni della coltura, sia complessivamente che nelle varie fasi fenologiche della pianta.

E' ormai accertato che, in condizioni ambientali favorevoli, il soddisfacimento continuo delle esigenze nutrizionali consente alla coltura di fornire una produzione di elevato pregio qualitativo. Questo obiettivo viene raggiunto apportando i nutrienti in soluzione all'acqua di irrigazione (fertirrigazione), nel volume di terreno interessato dall'apparato radicale, proporzionalmente al ritmo di asportazione della pianta. Mediante adeguate metodiche irrigue si perviene ad una riduzione delle perdite di acqua per drenaggio e ad un conseguente risparmio di fertilizzanti senza pregiudicare il soddisfacimento delle esigenze della pianta.

La razionale programmazione di appropriati piani di fertirrigazione presuppongono la quantificazione esatta dei fabbisogni idrici e nutrizionali della pianta nelle diverse fasi fenologiche, oltre che la conoscenza dello stato di fertilità del suolo

Sulle esigenze nutrizionali, nelle diverse fasi fenologiche, della coltura di melone si hanno già numerose concrete risposte che rappresentano una valida guida per la realtà applicativa ma che richiedono approfondimenti specifici in relazione alle diverse realtà pedoclimatiche siciliane dove la cucurbitacea viene coltivata.

Dalla ricerca è emerso una positiva risposta della coltura a livelli crescenti di fertilizzazione azotata in copertura in particolare sono state osservati ritmi di accrescimento e di emissione fogliare vistosamente più sostenuti rispetto alle unità sperimentali di controllo e a quelle che hanno previsto il livello minimo (50 kg ha⁻¹) dell'elemento azotato. All' aumento dei livelli di concimazione è corrisposto analogo incremento produttivo seppure non sono state osservate importanti differenze nelle unità sperimentali concimate con 50-100-200 kg di azoto. Incrementando ulteriormente l'apporto di azoto per fertirrigazione, raggiungendo livelli di 300 e 400 Kg ha⁻¹ dell'elemento, seppure le piante hanno mostrato un accrescimento ancora più intenso, si assiste, di contro, ad una significativa riduzione della produzione totale.

Ciò è da attribuire, con molta probabilità, ad una eccessiva vigoria della pianta che ha determinato una maggiore percentuale di cascola fiorale e pertanto una riduzione del numero di frutti allegati; quanto affermato, tuttavia, non ha mostrato riflessi sul peso unitario dei peponidi che non si è differenziato, a livello statistico, a favore di una più intensa concimazione.

La distribuzione frazionata in precisi momenti del ciclo colturale ha sicuramente influito positivamente sul regolare assorbimento dell'elemento che evidentemente non è mai risultato carente. Gli aspetti qualitativi della produzione (peso unitario dei frutti, percentuale di parte edule, durezza della polpa, percentuale di frutti non commerciabili) hanno risentito positivamente degli elevati dosaggi di concimazione azotata, anche se, oltre la dose di 200 unità di azoto, si è assistito ad una leggera flessione.

Di contro il residuo secco rifrattometrico dei peponidi, seppur elevato, è risultato penalizzato per effetto della distribuzione di 300 kg ha⁻¹ di azoto. Dal punto di vista igienico-sanitario, nonostante si sia avuto un proporzionale incremento dei nitrati all'aumentare della concimazione azotata questi non hanno mai superato i livelli minimi ammessi dalla nostra legislazione, che, in ogni caso, nella frutta fresca si mantiene su livelli accettabili.

Dai risultati ottenuti dal biennio di sperimentazione è possibile affermare che, nell'entroterra del trapanese, ambiente tipico di coltivazione della cucurbitacea, apporti di azoto variabili tra i 100 ed i 200 Kg ha⁻¹, possono consentire l'ottenimento di rese soddisfacenti sotto il profilo produttivo e qualitativo e, non di poco conto, apprezzabili dal punto di vista igienico – sanitario e della sostenibilità ambientale.

EFFETTI DEL PORTINNESTO SULLA PRODUTTIVITÀ DELL'ANGURIA

Introduzione

La sempre maggiore attenzione nei confronti delle caratteristiche igienico-sanitarie dei prodotti, le intense pressioni biotiche, la necessità di incrementare le rese produttive ed i progressi nell'attività vivaistica, hanno favorito la diffusione dell'innesto erbaceo in orticoltura, non soltanto per le coltivazioni praticate in ambiente protetto per le quali l'innesto rappresenta un'alternativa alla geodisinfestazione chimica, ma anche per le coltivazioni in pien'aria.

Questa pratica che già nella metà degli anni 90' ha trovato ampissima diffusione in Paesi dell'estremo Oriente, quali Giappone e Corea, riguarda principalmente specie appartenenti alle cucurbitacee (anguria, cetriolo, melone, e melone orientale) ed alle Solanacee (Pomodoro e Melanzana). Altre specie orticole hanno avuto attenzione solo dal settore hobbistico (Morra, 1997).

Tutto il settore dell'innesto in Italia riguarda colture effettuate sotto serra fatta eccezione per l'anguria e, nel complesso, superata una prima fase di interesse per la novità tra il 1997 ed il 2000, non è in forte crescita (Morra 2004).

La diffusione di questa pratica è stata limitata da problematiche di natura tecnica (implicazioni morfo-fisiologiche tra i bionti e necessità di individuare il portinnesto migliore per le diverse cultivar) e economica (costo delle piantine).

Quest'ultimo aspetto, che scaturisce dalla sommatoria dei costi dei semi, spesso ibridi, di portinnesto e nesto, dei mancati attecchimenti, anche per scarsa affinità e, non ultimo, dal costo e dalla scarsa produttività oraria della manodopera impiegata, decide la convenienza all'impiego di piante innestate (Morra, 1998) che non sempre gli incrementi produttivi, la qualità commerciale e, soprattutto, quella organolettica dei frutti riesce a compensare.

In Giappone sono allo studio, già da anni, sistemi meccanizzati per agevolare o automatizzare il cantiere di lavoro per le piante da innestare in vivaio. Rispetto all'innesto fatto a mano (1000 piante operaio/giorno), l'impiego di macchine semiautomatiche ed ancor meglio la completa automatizzazione consentono una produttività che raggiunge rispettivamente le 600 e le 1200 piante/ora in cantieri con 2 operai (Lee, Y.M., 2003). Aumentare la produttività oraria significa ridurre i costi finali delle piantine che incidono per il 70% sul tempo di lavoro complessivo (Morra, 1997).

In definitiva, gli elementi che concorrono alla valutazione sull'opportunità di impiego di piante innestate sono molteplici e riconducibili oltre che al costo delle piantine anche alla produttività, alla valutazione delle resistenze genetiche ai patogeni tellurici, al prolungamento del ciclo colturale, alla possibile riduzione degli investimenti unitari ed alla variazione dei connotati qualitativi ed organolettici dei frutti.

Scopo della ricerca

In Sicilia circa l'80% della superficie di pieno campo investita ad anguria viene coperta con piante innestate mentre gli impianti per produzioni anticipate sotto tunnel di medie e piccole dimensioni vengono pressoché interamente realizzati con piante bimembri.

I portinnesti utilizzati sono in genere varietà di *Lagenaria siceraria*, *Cucurbita mostata* o ibridi di *C. moscata* per *C. Maxima* (Morra, 1997).

Le produzioni, per lo più destinate al mercato regionale, fanno in genere lamentare un peggioramento delle caratteristiche organolettiche quando si ricorre a materiale di propagazione innestato: per questo motivo, in diversi punti vendita, viene diversificato il prodotto proveniente da piante innestate da quello ottenuto da piante franche.

In ogni caso, il profilo qualitativo, difficilmente quantificabile, sembra dipendere dalla combinazione d'innesto (vigoria impressa) e dalle condizioni ambientali e colturali (concimazione, irrigazione, ecc).

Alle tradizionali tipologie di anguria a frutto grande, si sono affiancate recentemente quelle "mini", che rappresentano un riflesso dell'evoluzione dei consumi e dello stile di vita e fanno intravedere la possibilità di creazione di nuovi e più convenienti spazi di mercato. Nelle tipologie di anguria tradizionali il frutto piccolo è spesso sinonimo di scarsa qualità in quanto derivato da allegazione tardiva ed accresciutosi su piante le cui sostanze zuccherine sono state contese dai frutti allegati nel corso della prima fioritura (Cattivello 2007).

I frutti di 2-3 Kg sembrano ottenere il consenso dei consumatori sia per l'estrema facilità di trasporto, il minor ingombro e la rapidità di consumo che per il crescente incremento dei single e dei nuclei familiari poco numerosi. Quanto sopra ha indotto le ditte sementiere a selezionare cultivar a frutto piccolo ma, contestualmente, con pregevoli caratteristiche organolettiche.

Lo studio riferisce sugli effetti di diversi portinnesti sugli aspetti produttivi e qualitativi dell'anguria a frutto grande cv "Dumara" e a frutto piccolo cv "Minirossa".

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta a Palermo nel 2009 presso l'Azienda didattica-sperimentale, Opera Pia Istituto Agrario Castelnuovo, della Sezione di Orticoltura e Floricoltura del Dipartimento di Agronomia Ambientale e Territoriale dell'Università di Palermo.

I terreni dell'azienda afferiscono ai suoli rossi mediterranei subalcalini, caratterizzati da abbondante scheletro minuto, da tessitura argilloso sabbiosa e da franco di coltivazione di 60-70 cm; sono sufficientemente dotati di sostanza organica ed elementi nutritivi.

Alla lavorazione del terreno, praticata alla fine dell'estate, effettuata alla profondità di 40 cm, sono seguite due erpicature. Con la prima, alla fine dell'inverno, si è provveduto ad eliminare le infestanti emerse mentre con la seconda, ad inizio primavera, è stato anche incorporato il concime minerale NPK 12-12-17 in ragione di 6 qli ha⁻¹.

La coltura è stata trapiantata nella II decade di Aprile alla densità di 0,5 piante m⁻². La tecnica colturale è stata quella ordinariamente praticata. L'impianto di irrigazione è stato realizzato con ali gocciolanti di diametro di 16 mm con erogatori autocompensanti della portata di 2 l/ora distanziati 25 cm. Le ali gocciolanti sono state disposte alla distanza di 2 m, in corrispondenza delle file.

Per la pacciamatura del terreno è stato utilizzato polietilene trasparente dello spessore di 0,05 mm, di larghezza di 1,2 m e con fori distanziati ogni 100 cm. Il telo pacciamante, steso in corrispondenza delle file, è stato interrato ai bordi per 20 cm ottenendo strisce coperte della larghezza di 80 cm.

Il protocollo sperimentale ha previsto il confronto 5 portinnesti ('Elsi', 'RS 841', 'Shintosa', 'Lagenaria corta', 'Anguria selvatica') con il test franco piede su due cultivar di anguria a diversa tipologia di frutto: cv Dumara, a frutto di grossa pezzatura e di forma allungata e cv 'Minirossa', a frutto piccolo di forma rotondeggiante

Per entrambe le cultivar le piantine dei portinnesti sono state prodotte in contenitori alveolari da 40 fori ed innestate, allo stadio di cotiledoni-prima foglia vera, con il metodo a "spacco in testa". I due biondi sono stati mantenuti saldi con l'ausilio di apposite mollette.

La distribuzione in campo delle parcelle, per entrambe le tipologie di anguria, è stata effettuata secondo lo schema sperimentale a blocco randomizzato su unità di 21 m² ripetute 3 volte.

Durante il periodo di coltivazione sono stati praticati interventi irrigui con cadenza settimanale e fertirrigazioni ad intervalli di 15 giorni con formulati idrosolubili. Complessivamente alla coltura sono stati apportati 240 kg ha⁻¹ di N, 160 kg ha⁻¹ di P₂O₅ e 260 kg ha⁻¹ di K₂O.

La raccolta dei peponidi, effettuata alla maturità commerciale, è stata eseguita in 2 interventi, alla fine del mese di luglio ed a metà agosto.

I rilievi hanno riguardato: ritmo di accrescimento, produzione, peso unitario dei frutti, percentuale di parte edule, residuo secco ottico. I caratteri organolettici (colorazione polpa, croccantezza, dolcezza, fibrosità, aroma, giudizio globale) sono stati determinati con Panel test tramite indici da 1 a 5 (1= insufficiente, 5 = ottimo).

I dati rilevati sono stati sottoposti ad analisi statistica ed il confronto tra le medie è stato effettuato mediante il test di Duncan

Risultati e discussioni

Ritmo di accrescimento

Nelle tre settimane successive al trapianto, il ritmo di accrescimento (asse principale) delle piante innestate, per entrambe le tipologie di anguria, è risultato costantemente più sostenuto rispetto alle piante franco piede, in particolare quando l'ipobionte era rappresentato dall'ibrido interspecifico 'RS 841'. Apprezzabile è risultata altresì l'attività vegetativa impressa da 'Anguria selvatica' e 'Lagenaria corta', mentre l'innesto su 'Elsi' ha espresso una vigoria appena superiore alle piante non innestate.

Per 'Minirossa', i portinnesti 'RS 841' e, subordinatamente, 'Lagenaria corta' si sono differenziati per le più elevate produzioni con valori rispettivamente di 86,5 t ha⁻¹ e 80,8 t ha⁻¹. I risultati produttivi più modesti sono stati osservati nelle piante franco piede (47,8 t ha⁻¹) ed in quelle innestate su 'Elsi' (69,5 t ha⁻¹). Questo portinnesto, insieme a 'RS 841', si è dimostrato particolarmente adatto per la produzione di peponidi di elevato peso unitario (2973 g). Frutti di pezzatura analoga (circa 2500 g) sono stati prodotti dalle piante franche e da quelle innestate su 'Anguria selvatica' e 'Lagenaria corta' (Fig. 6).

L'ibrido 'RS 841' ha esaltato le potenzialità produttive anche in 'Dumara' che, per effetto della combinazione d'innesto, ha fatto registrare produzioni unitarie di oltre 84 t ha⁻¹. Soddisfacente è risultata la risposta delle piante innestate su 'Lagenaria corta'. Produzioni apprezzabilmente più modeste sono state rilevate nelle piante franche (53,0 t ha⁻¹) ed in quelle innestate su 'Elsi' (61,1 t ha⁻¹).

Il peso unitario dei frutti ha fatto osservare differenze significative per quanto riguarda la combinazione di innesto Minirossa x Elsi e, subordinatamente, su 'Schintosa' e 'RS 841', la cv. 'Dumara', ha prodotto i frutti di più elevata pezzatura (oltre 10 kg) (Fig. 7).

Per 'Minirossa', i frutti delle piante franco piede hanno fatto registrare un residuo secco ottico leggermente superiore rispetto a quello delle piante innestate, soprattutto quando l'ipobionte era rappresentato da 'Lagenaria corta'; nessuna differenza degna di nota è stata rilevata per 'Dumara' sia nelle piante franco piede che in quelle innestate.

Al Panel test, tutte le combinazioni hanno espresso parametri qualitativi oltre la sufficienza. Sia per 'Minirossa' che per 'Dumara', i frutti delle piante franco piede si sono contraddistinti per dolcezza e aroma e, risultando particolarmente gradevoli, è stato loro assegnato il maggiore punteggio nel giudizio globale. I frutti con colorazione della polpa più brillante sono stati prodotti dalle piante innestate su 'Anguria selvatica' e su 'Lagenaria corta'; quest'ultimo portinnesto ha conferito anche maggiore croccantezza alla parte edule. Peponidi con polpa leggermente più fibrosa sono stati prodotti su 'RS 841'. Nessuna differenza sostanziale è stata rilevata sullo spessore della buccia e sulla percentuale di parte edule (dati non riportati).

Conclusioni

L'impiego di piante innestate di anguria ha trovato in Sicilia ampia diffusione oltre che per le coltivazioni semi-forzate sotto tunnel per produzioni precoci, anche per quelle di pien'aria.

Questa pratica oltre che per motivazioni di ordine fitosanitario si è affermata, nonostante l'elevato costo delle piantine, anche per gli auspicati incrementi della produttività, della pezzatura dei frutti, del vigore delle piante, del prolungamento del ciclo colturale, delle positive ricadute in ordine alla riduzione degli apporti idrici e minerali alle colture.

In ogni caso sarebbe semplicistico considerare soltanto gli aspetti di cui sopra, senz'altro importanti, senza soppesare adeguatamente quelli attinenti agli aspetti qualitativi ed organolettici, spesso disattesi, dei prodotti ottenuti.

La combinazione d'innesto, in genere, fa lamentare un peggioramento qualitativo dei frutti variabile in relazione ai genotipi utilizzati come portinnesti ed alle differenti agrotecniche adottate che, congiuntamente, influenzano le caratteristiche organolettiche delle differenti tipologie e cultivar commerciali di anguria coltivate.

Per questi motivi si rende necessaria un'adeguata attività di ricerca nel settore della genetica, dell'agronomia, dell'ecofisiologia a supporto di una tecnica che non può unicamente essere ricondotta al semplice 'assemblaggio' di parti di pianta.

Dai risultati della ricerca è emersa la maggiore potenzialità produttiva delle piante innestate in particolare quando i portinnesti erano rappresentati dall'ibrido interspecifico 'RS 841' e 'Lagenaria corta' che hanno anche impresso una maggiore vigoria, sia in 'Minirossa' che in 'Dumara'. L'innesto su 'Elsi' ha consentito, in 'Dumara', la produzione di frutti con peso unitario più elevato mentre in 'Minirossa', la pezzatura dei peponidi oltre che da 'Elsi' è stata positivamente influenzata anche da 'RS 841'.

All'analisi sensoriale i frutti qualitativamente migliori sono stati prodotti dalle piante non innestate che hanno fatto evidenziare scarsa fibrosità accompagnata da dolcezza ed aroma

particolarmente pronunciati, soprattutto quando confrontati con quelli prodotti dalla combinazione con 'Lagenaria corta'.

Bibliografia

- Atti dei Convegni Lincei, 1998 AA.VV. – Conservazione e valorizzazione della biodiversità. Accademia nazionale dei Lincei. Roma, 5 Giugno 1997
- Atti del 4° Convegno nazionale, 1998 – Biodiversità germoplasma e sua valorizzazione. Carlo Delfino editore. Alghero 8-11 settembre 1998
- Atti Biodiversità Tecnologia Qualità, 1999 - Reggio Calabria, Gallina 16-17 giugno, 261-264 biodiversità.
- Azzi G. 1967 – Ecologia agraria. Edizione Patron, Bologna
- Bianco V. V., 1990. Orticoltura. Patron Editore, Bologna
- Baldini R., Giardini L. 1989. – Coltivazioni erbacee Patron Editore
- Barbera G. 2001 – L'erosione e la salvaguardia della biodiversità. Atti del seminario IAED La biodiversità nei paesaggi agrari e forestali, Palermo Pantelleria, 31 maggio 2 giugno 2001, pp 7-19.
- Barbieri G., Bolzoni L., Siviero P., Macchiavelli L. 1998 – Valutazione sul contenuto di componenti volatili nella cipolla, L'informatore agrario n°47.
- Bellon, M. R 1996. The dynamics of crop infraspecific diversity: a conceptual framework at farmer level. *Economic Botany* 50:26-39
- Bianco V. e Pimpini M. – Orticoltura Patron editore 1990.
- Bianco, V.V., Citrulli, M. 1999. 'Carciofo' in 'Fisionomia e profili di qualità nell'orticoltura meridionale'. Consiglio Nazionale delle Ricerche. P.O. 'Ricerca, Sviluppo Tecnologico ed Alta Formazione' 94/99. pp.249-274. Palermo.
- Brush, S.B 1991 - A farmer-based approach to conserving crop germoplasm. *Economic Botany* 45: 153-65.
- Caruso et al, 1996 – Effetti dell'epoca di raccolta sulla produzione e sul contenuto in oli essenziali di due cv di aglio per il consumo fresco. *Italus Hortus*. Vol. 3 n°6.
- Caruso P., D'Anna F., Palazzolo E., Panno M. (1994) Comportamento di cultivar-popolazioni di aglio in Sicilia. *Colture protette* n, 12 79-85
- Curatolo G. 1996 – Valutazione bioagronomica di cultivar di melone d'inverno (*Cucumis melo* var. *inodorus*). Atti III Giornate Scientifiche SOI, Erice 10-14 marzo
- Fierotti G., 1988 - Carta dei suoli della Sicilia. Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente.
- Incalcaterra G., Curatolo G. 1997 – Biodiversità di una popolazione siciliana di melone d'inverno (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud.).
- ISTAT – Annuario di Statistica Agraria. Roma 2002.
- Marzocchi L., Allegri A. – Il controllo delle infestanti della cipolla, *Terra e vita* 1\1999.
- Mengozzi B. – Cipolla i passi da compiere, *Terra e vita* 12\1995.
- Mueller N. – risorse genetiche agrarie in Italia , Monitorino Institute CH San Gallo 2002.
- Oldfield, M.L. and J.B Alcorn. 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *Bioscience* 37:199-208
- Scarascia Mugnozza G.T., Swaminathan M.S., 1997. Conservazione della biodiversità. *Riv. Agricoltura*, n.280 gen-feb

- Sciortino, A., D'Alessandro, F. 1979. Prove di adattamento ecologico di cultivar di carciofo (*Cynara scolymus* L.) in Sicilia. Atti III Congresso Internazionale di Studi sul Carciofo pp: 809-830. Laterza, Bari.
- Swiader, J.M., Ware, G.W., McCollum, J.P. 1994. Producing Vegetable Crops. Interstate Publishers, Inc.
- Tesi R., 1987. Principi di orticoltura e ortaggi d'Italia. Edagricole
- USDA-NRCS, 1999. Soil Taxonomy, a basic system of a soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Agriculture handbook n. 436, Washington D.C.
- Wiebe, H.J., 1990. Vernalization of vegetable crops-a review. *Acta Horticulturae* 267, 323-328.
- Adams J.E., Hanks R J. (1964). Evaporation from shrinkage.
- Craks Proc. Soil. Am.
- Bianco V. V. e Patruno A. (1968). Aspetti e problemi della coltura del melone in Italia. La coltura del melone in Italia. Atti del convegno. (Verona, 7 Febbraio).
- Bianco V. V. (1979). Aspetti e problemi della coltura del melone in Italia. La coltura del melone in Italia. Atti del convegno.(Verona, 7 Febbraio).
- Caruso P. (1968). Colture protette
- Caruso P., Incalcaterra G. e Curatolo G. (1992). Ricerche sulla pacciamatura e sulla modalità d'impianto del melone invernale. Colture protette.
- Caruso P., Incalcaterra G. (1992).Reattività del melone invernale (var. "Inodorus") alla pacciamatura con PE nero al trapinato e a diverse densità di investimento. L'informatore agrari.
- Incalcaterra G. (1984). Ricerche sull'irrigazione e sulla cimatura del melone invernale condotte in Sicilia. L'informatore agrario (Verona,XL)
- Incalcaterra G. (1986). Riflessi dell'irrigazione sulla produttività e conservabilità del melone d'inverno "Giallo di Paceco".Atti del convegno:bilanci e prospettive dello sviluppo in Sicilia,Catania (23-25 Ottobre)
- Incalcaterra G. e Curatolo G. (1990). Concimazione del melone invernale in coltura "seccagna" nella Sicilia occidentale. L'informatore agrario.(Verona,XLVI)
- Incalcaterra G. e Curatolo P. (1993).Seed quality of winter melon (*Cucumis melo* L.var. *Inodorus* Naud)as influenced by the position of fruits on the mother plant. International Symposium on seed research in Horticulture.(Bari,Italy)
- Incalcaterra G. e Curatolo G. e Iapichino G. (2003). Influence of the volume and salinity of irrigation water on winter melon (*Cucumis melo* L.var. *Inodorus* Naud) grow under plastic tunnel .ISHS-Acta Horticulture.609
- Sarno R. (1982). Sistemi e tecniche colturali in regime asciutto. Rivista di agronomia n.2