

AgroInnovation Award – Sintesi delle Tesi Premiate

Marco Davide Michel Torrente – Agricoltura di precisione in 3D

Titolo tesi: 3D sensing approaches for precision agriculture: applications to plant features characterization and to weed control in maize

Come rendere il diserbo più preciso, sostenibile ed efficiente? La tesi di Marco Torrente propone un'innovazione che unisce **sensoristica tridimensionale e intelligenza artificiale** per migliorare la gestione agronomica del mais. L'obiettivo è duplice: da un lato, identificare e misurare in tempo reale caratteristiche morfologiche delle piante coltivate; dall'altro, distinguere le infestanti per una distribuzione mirata dei fitofarmaci.

Il lavoro ha previsto lo sviluppo e la sperimentazione di un sistema mobile di visione artificiale basato su sensori 3D attivi (LiDAR) e fotocamere, capaci di ricostruire la scena vegetale con estrema accuratezza. I dati ottenuti vengono elaborati tramite algoritmi di deep learning per riconoscere le singole piante e segmentare le aree infestate. Questo permette una gestione a **dosaggio variabile**, ottimizzando l'uso dei prodotti chimici e riducendo l'impatto ambientale.

La sperimentazione in campo ha confermato l'affidabilità del sistema in condizioni reali, rendendolo una soluzione concreta per l'agricoltura di precisione. La tesi dimostra come le tecnologie emergenti possano essere integrate nei processi decisionali agricoli, con benefici economici e ambientali.

Questo lavoro si collega direttamente a vari obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 4 – Azione per il clima**, grazie alla riduzione delle emissioni indirette legate ai trattamenti
- **Obiettivo 5 – Tutela dell'ambiente**, per l'uso sostenibile dei fitosanitari
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per il trasferimento tecnologico verso pratiche agricole più evolute

Alessandro De Rosa – Riconoscere colture arboree con l'intelligenza artificiale

Titolo tesi: Fruit Tree Crops Identification Using Machine Learning Techniques

In un contesto agricolo che richiede sempre più **precisione e tracciabilità**, la tesi di Alessandro De Rosa propone un metodo innovativo per l'identificazione automatica delle colture arboree, utilizzando **dati satellitari e algoritmi di machine learning**. L'obiettivo è risolvere una criticità del sistema agricolo italiano: l'assenza di una mappatura aggiornata e automatizzata delle superfici frutticole, fondamentale per la pianificazione, la gestione degli aiuti e il monitoraggio ambientale.

Il lavoro ha impiegato immagini multispettrali acquisite da satelliti ad alta risoluzione, su cui sono stati addestrati modelli supervisionati in grado di distinguere specie arboree come **vite, olivo e agrumi**, sfruttando le differenze nei cicli fenologici e nella risposta spettrale. L'approccio ha mostrato un'alta accuratezza nella classificazione, anche in contesti complessi come quelli mediterranei, caratterizzati da elevata frammentazione e policolture.

Questa metodologia, replicabile e scalabile, consente alle amministrazioni e agli operatori di **monitorare le superfici coltivate in modo automatizzato**, migliorando il controllo dei fondi PAC, la prevenzione delle frodi e la pianificazione degli interventi territoriali. Inoltre, il sistema può essere integrato in piattaforme di supporto alle decisioni agronomiche.

La tesi si allinea con diversi obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 7 – Posizione degli agricoltori nella filiera alimentare**, grazie alla trasparenza dei dati
- **Obiettivo 9 – Agricoltura digitale e modernizzazione**
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per l'adozione di tecnologie geospaziali intelligenti

Giulia Secchi – Batteri, latte e algoritmi: come la scienza anticipa le malattie delle bovine

Titolo della tesi: *Analisi metagenomiche e integrazione di dati multi-omici per la mastite subclinica*

La mastite subclinica è una patologia silenziosa che compromette la salute delle bovine e la qualità del latte senza manifestazioni evidenti. La tesi di Giulia Secchi affronta questa sfida con un approccio multidisciplinare all'avanguardia, che unisce **analisi metagenomiche, dati biologici e tecniche predittive**.

Il cuore del lavoro è lo studio del **microbioma del latte**: grazie al sequenziamento del DNA e all'integrazione con dati biochimici (metabolomica), la ricercatrice ha identificato segnali precoci della malattia, ancora prima della sua comparsa clinica. L'analisi multi-omica ha permesso di costruire un **modello predittivo** efficace, con potenziale applicazione diretta nelle aziende zootecniche.

Questa strategia riduce la necessità di antibiotici, migliora il benessere animale e permette interventi più tempestivi e mirati. Inoltre, valorizza l'informazione microbiologica come strumento diagnostico quotidiano. Il lavoro dimostra come le tecnologie bioinformatiche possano essere tradotte in **strumenti pratici per la sostenibilità zootecnica**.

La tesi è coerente con gli obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 5 – Ambiente**, per la riduzione dei farmaci
- **Obiettivo 8 – Benessere animale**
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per il trasferimento di soluzioni avanzate nella pratica agricola

Marco Rimoldi – Azoto su misura: la concimazione del mais supportata dai satelliti

Titolo tesi: Stima in season delle asportazioni di azoto della coltura di mais tramite immagini multispettrali da satellite

L'azoto è un elemento essenziale per la crescita delle piante, ma se gestito male diventa una delle principali fonti di inquinamento agricolo. La tesi di Marco Rimoldi propone una soluzione innovativa per ottimizzare l'uso dell'azoto nel mais, stimando in tempo reale l'effettiva asportazione dell'elemento da parte della coltura durante la stagione.

Il metodo sviluppato integra **dati satellitari Sentinel-2**, informazioni fenologiche e modelli agronomici per costruire una **mappa dinamica della domanda di azoto**. Questo permette agli agricoltori di regolare le dosi di fertilizzante in modo preciso, solo dove e quando serve. La tesi include anche una fase di validazione con dati di campo, che conferma la solidità del modello e la sua applicabilità su scala aziendale.

Il contributo è duplice: da un lato migliora l'efficienza delle produzioni agricole, dall'altro riduce i rischi ambientali legati all'eccesso di nutrienti, come la lisciviazione e l'eutrofizzazione. Un approccio che unisce agronomia, tecnologia e sostenibilità.

La tesi si inserisce pienamente negli obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 4 – Azione per il clima**, per la riduzione delle emissioni indirette
- **Obiettivo 5 – Tutela dell'ambiente**, grazie a un uso più efficiente degli input
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per il supporto decisionale basato sui dati

Giovanni Barbera – Fosforo dal rifiuto: come trasformare i reflui in fertilizzanti intelligenti

Titolo tesi: " Precipitazione di struvite da biomasse di scarto: un approccio circolare al recupero di nutrienti"

Nel cuore delle strategie per un'agricoltura più circolare, la tesi di Giovanni Barbera affronta una delle sfide più urgenti: il recupero sostenibile del **fosforo**, risorsa non rinnovabile ma fondamentale per la fertilità dei suoli. Il lavoro si concentra sulla produzione di **struvite**, un fertilizzante a rilascio controllato, a partire da biomasse di scarto come digestati zootecnici e fanghi di depurazione.

Attraverso un percorso sperimentale rigoroso, Barbera ha analizzato diverse condizioni operative per favorire la cristallizzazione della struvite, combinando trattamenti chimici e fisici, tra cui l'uso della **cavitazione idrodinamica**. Questa tecnica, ancora poco diffusa in ambito agricolo, si è dimostrata efficace nel migliorare la qualità del precipitato e l'efficienza del processo.

I risultati indicano che è possibile ottenere un fertilizzante sicuro, stabile e facilmente utilizzabile in campo, riducendo al contempo il carico inquinante dei reflui e contribuendo alla chiusura del ciclo dei nutrienti. La struvite rappresenta quindi una soluzione "doppio vantaggio": risolve un problema ambientale e fornisce un input agricolo di valore.

La tesi tocca diversi obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 5 – Tutela dell'ambiente**, per la riduzione della pressione sui suoli e sulle acque
- **Obiettivo 6 – Conservazione della biodiversità**, attraverso una fertilizzazione più dolce
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, grazie all'introduzione di tecnologie emergenti nel trattamento dei reflui

Erica Tinelli – Vibrazioni contro la Xylella: i ragni diventano alleati dei vigneti

Titolo della tesi: *Incidental substrate-borne vibrations produced by foraging erratic spiders as a tool to control the meadow spittlebug*

Combattere un insetto con le vibrazioni naturali di un altro animale può sembrare fantascienza, ma è il cuore della tesi originale e affascinante di Erica Tinelli. Il lavoro esplora una strategia del tutto nuova per limitare la diffusione della sputacchina (*Philaenus spumarius*), principale vettore della **Xylella fastidiosa**, una delle fitopatie più gravi che affliggono l'agricoltura mediterranea.

L'intuizione parte da un comportamento naturale: alcuni ragni erratici, durante la caccia, generano **vibrazioni meccaniche** sul substrato che interferiscono con la comunicazione e l'attività degli insetti target. Tinelli ha dimostrato, con esperimenti in laboratorio, che queste vibrazioni **disturbano l'alimentazione e i segnali riproduttivi** della sputacchina, riducendone l'attività e potenzialmente l'efficacia nella trasmissione del batterio.

Il metodo, non invasivo e completamente privo di chimica, apre la strada a **tecniche di biocontrollo basate sulla manipolazione del comportamento** anziché sull'uso di insetticidi. È una linea di ricerca pionieristica nel campo dell'ecologia sensoriale e della protezione integrata delle colture.

La tesi si collega fortemente agli obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 5 – Ambiente**, per la riduzione degli input chimici
- **Obiettivo 6 – Biodiversità**, con la valorizzazione di predatori naturali
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, grazie all'introduzione di nuovi approcci agroecologici

Alessia Bado – L’occhio dei satelliti per risparmiare acqua nei campi di soia

Titolo della tesi: *Use of satellite imagery for crop water status monitoring: a case study on soybean using Planet and Sentinel-2 satellites*

L’irrigazione agricola è uno degli aspetti più critici in tempi di cambiamento climatico, e la tesi di Alessia Bado mostra come sia possibile gestirla in modo più intelligente grazie all’osservazione della Terra. Il lavoro propone un metodo per monitorare lo **stato idrico delle colture di soia** utilizzando immagini satellitari ad alta risoluzione (PlanetScope e Sentinel-2), con l’obiettivo di ottimizzare l’uso dell’acqua e ridurre gli sprechi.

Attraverso l’analisi di **indici spettrali** come NDVI e CWSI, è stato possibile stimare in modo affidabile la condizione idrica delle piante durante il ciclo colturale. I dati sono stati confrontati con misurazioni a terra, mostrando una forte correlazione e confermando la validità dell’approccio. La tesi ha inoltre analizzato l’effetto di un’irrigazione a deficit controllato, dimostrando che è possibile ridurre le quantità d’acqua senza compromettere la resa.

Questo sistema consente di prendere **decisioni informate sull’irrigazione**, rendendo l’agricoltura più resiliente e sostenibile, soprattutto in aree soggette a stress idrico. L’integrazione delle tecnologie satellitari nella gestione colturale rappresenta un passo decisivo verso un’agricoltura intelligente.

La ricerca è perfettamente allineata agli obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 4 – Azione per il clima**, per l’adattamento alle risorse idriche limitate
- **Obiettivo 5 – Tutela dell’ambiente**, per la gestione sostenibile dell’acqua
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per l’adozione di strumenti digitali avanzati

Marica Marchese – Vacche al fresco: IA contro lo stress termico

Titolo tesi: Developing an autonomous decision-making support system using behavioural, productive and meteorological data from a dairy cattle farm in Spain

In un'epoca in cui l'agricoltura si fonde con i dati, la tesi di Marica Marchese si distingue per aver sviluppato un **sistema decisionale intelligente e autonomo** in grado di monitorare e gestire in tempo reale una mandria di vacche da latte. L'obiettivo è chiaro: ottimizzare la produttività e migliorare il benessere animale attraverso la lettura continua di dati provenienti da sensori ambientali, produttivi e comportamentali.

La ricerca si è svolta in una moderna stalla spagnola, dove Marchese ha raccolto informazioni su temperatura, umidità, produzione di latte e attività delle bovine, integrandole in un sistema basato su **intelligenza artificiale e tecniche di machine learning**. Il risultato è una piattaforma che suggerisce automaticamente azioni gestionali, come l'attivazione di sistemi di raffrescamento, l'adattamento delle razioni o l'individuazione precoce di segnali di malessere.

L'innovazione sta nella **capacità predittiva** del sistema, che consente all'allevatore di agire prima che si manifestino criticità. Si tratta di un vero salto di qualità nella gestione zootecnica, capace di aumentare l'efficienza, ridurre lo stress termico e migliorare la sostenibilità complessiva dell'allevamento.

Questa tesi risponde a pieno titolo a diversi obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare:

- **Obiettivo 8 – Benessere animale**, per il monitoraggio continuo dello stato delle bovine
- **Obiettivo 4 – Clima**, grazie all'ottimizzazione dei sistemi energetici e ambientali
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per la diffusione dell'agricoltura digitale in zootecnia

Marco Curelli – Agricoltura 4.0, il grande salto: tra innovazione, ostacoli e opportunità per le aziende italiane

Titolo della tesi: *La digitalizzazione dell'azienda agricola italiana: sfide e opportunità dell'Agricoltura 4.0*

La transizione digitale è ormai una priorità in ogni settore produttivo, e l'agricoltura non fa eccezione. Con questa tesi, Marco Curelli analizza in profondità il grado di diffusione e l'effettiva accessibilità delle **tecnologie dell'Agricoltura 4.0** tra le imprese agricole italiane. Il lavoro si muove tra ricerca qualitativa e analisi sistemica, con l'obiettivo di identificare **barriere strutturali, tecniche e culturali** che ancora frenano l'adozione su larga scala.

Attraverso una serie di interviste e casi studio reali, Curelli fotografa uno scenario variegato, in cui coesistono realtà già pienamente digitalizzate e aziende che faticano ad accedere a strumenti come sensori, DSS, piattaforme di tracciabilità e blockchain. I principali ostacoli individuati sono la **scarsa connettività rurale**, la mancanza di formazione tecnica e il costo iniziale degli investimenti.

Ma la tesi non si limita alla diagnosi: propone anche **linee guida strategiche** per favorire la transizione digitale, che vanno dal rafforzamento dei servizi di consulenza al potenziamento delle misure PAC a supporto della digitalizzazione. Il lavoro sottolinea inoltre come la trasformazione digitale possa essere un fattore chiave per migliorare la sostenibilità, la competitività e la qualità della vita degli agricoltori.

I legami con la **PAC 2023–2027** sono forti e diretti, in particolare con:

- **Obiettivo 7 – Rafforzare la posizione degli agricoltori nella filiera**
- **Obiettivo 9 – Attrattività delle zone rurali**
- **Obiettivo 10 – Innovazione e conoscenza**, per rendere l'agricoltura più smart, inclusiva e connessa

Giovanni Mian – Kiwi fragili: genetica e biofumigazione contro il declino dei kiwi

Titolo tesi: Exploring the genetic diversity of *Actinidia* spp. and biofumigation to reshape the Oomycota pathobiome associated with Kiwifruit Vine Decline Syndrome

La **Kiwifruit Vine Decline Syndrome (KVDS)** è una malattia devastante che colpisce le piante di kiwi, causando il rapido collasso delle viti e gravi danni economici al settore frutticolo italiano. La tesi di Giovanni Mian affronta questo fenomeno con un approccio integrato e innovativo, combinando genetica vegetale, ecologia microbica e tecniche di agricoltura sostenibile.

Mian ha identificato, grazie a tecniche di sequenziamento del DNA, i principali **patogeni del suolo** coinvolti nella malattia, appartenenti alla famiglia degli **oomiceti**, e ha valutato la risposta di diverse specie di *Actinidia*. Alcune varietà selvatiche hanno mostrato una sorprendente **resistenza naturale** alla sindrome, aprendo scenari promettenti per la selezione di portainnesti resilienti.

La parte più originale del lavoro riguarda l'uso della **biofumigazione** con estratti di rucola (*Eruca vesicaria*): un'alternativa ecologica ai pesticidi chimici, che si è dimostrata efficace nel ridurre i patogeni nel suolo e migliorare la salute delle radici. Questo trattamento ha anche influenzato positivamente il **microbioma del suolo**, dimostrando un impatto sistemico e rigenerativo.

La tesi ha un chiaro **valore applicativo** e si allinea con diversi obiettivi della **PAC 2023–2027**, in particolare quelli legati alla **sostenibilità ambientale (Ob. 5)**, alla **biodiversità (Ob. 6)** e al **trasferimento dell'innovazione (Ob. 10)**. È un esempio di ricerca che unisce visione scientifica e concretezza agricola per rispondere alle sfide del cambiamento climatico e della salute del suolo.