

Ricerca e Innovazione per l'Economia Circolare

Ripensare, riciclare, recuperare e raccogliere le risorse agricole non valorizzate



Attività di ricerca coordinata dal:
Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria

nell'ambito del Progetto di Ricerca:



Progetto SUSCACE - *Supporto Scientifico alla Conversione Agricola verso le Colture Energetiche*

Pubblicazione a cura di:

Luigi Pari

Forma consigliata di citazione del Volume:

Pari L., (a cura di) 2019 - Ricerca e Innovazione per l'Economia Circolare.
Ripensare, riciclare, recuperare e raccogliere le risorse agricole non valorizzate. 88 pp.
In: Sherwood 241 Supplemento 2

Forma consigliata di citazione del singolo contributo:

Alfano V., Garcia-Galindo D., Suardi A., Pari L. 2019 - Una nuova metodologia per la stima del potenziale di potature. 5-8
In: Ricerca e Innovazione per l'Economia Circolare. Ripensare, riciclare, recuperare e raccogliere le risorse agricole non valorizzate.
Sherwood 241, Supplemento 2

Per informazioni:

Luigi Pari - luigi.pari@crea.gov.it

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA)
Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari
Via della Pascolare 16 - 00016 Monterotondo (RM) Italia
www.crea.gov.it - www.gruppo-panacea.it

Tel. +39-06-90675250 - Fax. +39-06-90625591

Coordinamento editoriale

Silvia Bruschini - Compagnia delle Foreste - Arezzo

Impaginazione e grafica

Maria Cristina Viara - Compagnia delle Foreste - Arezzo

Editore



Compagnia delle Foreste

Via Pietro Aretino, 8 - 52100 Arezzo

Tel./fax 0575.370846

E-mail sherwood@compagniadelleforeste.it

Sito www.compagniadelleforeste.it - www.rivistasherwood.it

Introduzione

Ricerca, innovazione e competitività sono il motore dello sviluppo di un paese

La spesa per la ricerca in Italia è diversa rispetto agli altri Paesi europei. L'Italia investe in ricerca circa l'1,2% del PIL, a fronte di un 2% della media europea. Inoltre il finanziamento in Europa ha una prevalenza di investimento privato sul pubblico: 0,8% di pubblico e 1,2% di privato. Diforme invece è il dato italiano dove l'1,2% investito in ricerca è costituito da uno 0,65% di pubblico e solamente un 0,45% di investimento privato.

Occorre chiedersi **perché il privato, in Italia, investa così poco in ricerca**. Le ragioni possono essere ricercate essenzialmente in due aspetti principali. Il primo è che la struttura italiana è costituita da piccole e medie imprese, per le quali investire in ricerca vuol dire, sì pensare al futuro, ma al contempo assumersi anche un elevato tasso di rischio, che spesso non risulta sostenibile specialmente in fase di recessione. Il secondo motivo è che, con la privatizzazione del sistema delle imprese a partecipazione statale, la logica di mercato fondata sul breve termine e sulla liquidità immediata, ha ridimensionato drasticamente gli investimenti in ricerca e sviluppo. Per completare l'analisi, accanto ai limiti oggettivi del sistema industriale italiano occorre citare due fondamentali debolezze del nostro Paese: l'elevatissima frammentazione delle attività di ricerca tra i diversi Enti di Ricerca italiani e la scarsa attenzione e importanza data alla ricerca. Molti ricercatori evidenziano la difficoltà oggettiva a lavorare con o per le imprese a causa della problematicità a pubblicare i dati scientifici spesso coperti dal segreto industriale, con conseguenti implicazioni negative nelle loro valutazioni concorsuali.

La ricerca è, prima di tutto, un'attività dinamica che ha l'obiettivo di costruire un patrimonio crescente di conoscenze e, in una visione meno riduttiva, un'attività con l'obiettivo di dare nuova linfa al sistema produttivo, attraverso il trasferimento di conoscenze e tecnologie, in modo da renderlo più competitivo. **Non è automatico che la ricerca generi innovazione e che quest'ultima, a sua volta, generi maggiore competitività.** Il risultato si può ottenere attivando un meccanismo virtuoso in base al quale ricerca, innovazione e competitività crescano armoniosamente, in equilibrio con i bisogni individuali e collettivi del Paese. Per questo il trasferimento della innovazione attraverso la comunicazione scientifica giuoca un ruolo importantissimo.

La complessità insita nella comunicazione scientifica riguarda sia i contenuti (complessi e standardizzati nel caso di divulgazione diretta alla comunità scientifica; semplificati e facilmente accessibili quando rivolti agli operatori) sia la forma, concretizzandosi quest'ultima nelle soluzioni più diverse come articoli scientifici su riviste specializzate, lavori editoriali divulgativi di tipo tecnico come la presente opera, ma anche siti web, convegni, fiere, incontri con le organizzazioni di filiera o agricole, seminari, corsi di formazione rivolti ai tecnici del settore ecc.

Il **Progetto SUSCACE**, sviluppato per rispondere alla domanda, avanzata dalle proprietà industriali promotrici degli impianti previsti

dai progetti di riconversione del settore bieticolo-saccarifero, ha lo scopo di produrre e rendere disponibili innovazioni tecnologiche relative alla produzione di colture energetiche sia erbacee che arboree e la realizzazione di prototipi e macchine indispensabili, senza le quali non sarebbe possibile giungere al conferimento della biomassa alle centrali di trasformazione a costi contenuti. Il progetto ha preso in considerazione aspetti agronomici, tecnologici e meccanici di specie arboree a rapida crescita (pioppo, robinia, eucalipto) e di specie erbacee oleaginose (colza, girasole, Brassica carinata, soia) ed erbacee ligno-cellulosiche (canna comune, sorgo da fibra, canapa).

Esaurita la fase di ricerca e concluse le attività previste dal Progetto, le risultanze sperimentali sono state rese disponibili agli utenti della ricerca (associazioni di categorie, imprenditori agricoli ed agro-industriali, costruttori di macchina agricole) e alla comunità scientifica mediante una intensa attività divulgativa diversificata in funzione della platea cui sono destinate. Nello specifico, per ottemperare alle necessità di trasferimento dei risultati, è stato messo a punto un sistema di diffusione dell'informazione per utilizzare tutti i mezzi disponibili relativamente ad ogni singolo aspetto studiato (Figura 1).

Si parte dall'organizzazione di giornate divulgative, seminari o corsi di formazione fino ad arrivare alla pubblicazione di articoli su riviste nazionali e internazionali con Impact Factor. A partire dal 2008 tutta l'attività scientifica prodotta è stata resa disponibile anche in rete allestendo un sito web dedicato alla diffusione dei dati prodotti dal Progetto (www.gruppo-panacea.it).

Questo prolifico e spesso ridondante approccio di trasferimento dei risultati della ricerca, e delle innovazioni prodotte, è risultato necessario specialmente per **raggiungere gli operatori italiani che non parlano la lingua inglese.**

Difatti, la sola pubblicazione in lingua inglese dei risultati ottenuti da un Progetto di ricerca, permette il trasferimento dei risultati verso gli operatori e ricercatori capaci di leggere e capire la lingua inglese, un aspetto che spesso rappresenta un limite per gli imprenditori agricoli italiani.



Figura 1 - Schema del processo di divulgazione seguita per la diffusione delle conoscenze maturate nel Progetto SUSCACE.

Se il risultato della ricerca è prontamente applicabile e di forte impatto sull'attività produttiva, l'utente straniero che utilizzerà i dati pubblicati, potrà produrre meglio ed a un minor costo in competizione con il collega italiano a cui l'informazione non è pervenuta. Per questo si è sempre ritenuto doveroso, specialmente se il Progetto di ricerca è finanziato con fondi nazionali, provvedere anche alla pubblicazione in lingua italiana anche se queste vengono solo marginalmente considerate nei sistemi di valutazione curricolare del ricercatore.

Inoltre il metodo di trasferimento dei risultati della ricerca messo a punto per il Progetto Suscace è stato applicato anche per divulgare ai possibili utilizzatori italiani, i risultati ottenuti nei Progetti Europei attinenti alle tematiche del Progetto stesso, in cui il Gruppo di Ricerca è coinvolto.

In questo Speciale difatti si riportano i principali risultati conseguiti nei seguenti Progetti europei:

| | |
|---|--|
|  | <p>Development and implementation of a new and non-existent logistics chain for biomass from pruning. www.europruning.eu</p> |
|  | <p>Brazil EU Cooperation for Development of advanced Lignocellulosic biofuels. www.becoolproject.eu</p> |
|  | <p>Demonstration of innovative integrated biomass logistics centres for the Agro-industry sector in Europe. www.agroinlog-h2020.eu</p> |
|  | <p>Marginal lands for Growing Industrial Crops: Turning a burden into an opportunity. http://magic-h2020.eu</p> |
|  | <p>A thematic network to design the penetration path of non food crops into European agriculture. www.panacea-h2020.eu</p> |

Economia circolare

Nell'ambito della strategia Europa 2020, l'UE ritiene che la transizione verso un'economia circolare sia di fondamentale importanza per il raggiungimento di una **maggiore efficienza complessiva delle risorse**. Ciò rappresenta uno dei principali volani della competitività delle imprese europee, tenuto conto dell'alta incidenza che le materie prime hanno sui costi complessivi dell'industria manifatturiera; al riguardo si ritiene che, nel vecchio continente, tale incidenza si aggiri mediamente attorno al 40% e che possa raggiungere il 50% se si sommano anche i costi per l'energia e l'acqua.

La produzione nazionale di scarti vegetali e sottoprodotti dell'attività agricola (escluse le colture arboree e le produzioni legnose forestali), ammonta a circa 13,3 milioni di tonnellate di sostanza secca, di cui più di 6 milioni ritenute disponibili per eventuali forme di valorizzazione.

Pertanto la ricerca si sta indirizzando alla individuazione di **nuovi modelli produttivi finalizzati all'ottimizzazione, utilizzo e il riutilizzo delle risorse agricole**. La prospettiva di utilizzare i residui derivati a seguito della raccolta del prodotto primario e i sottoprodotti derivati dalla trasformazione di questi come materie prime per altre attività commerciali è promettente e viene fortemente promossa dalla Unione Europea per comprensibili motivi ambientali ed economici.

L'economia circolare può costituire quindi una opportunità di reddito addizionale per l'azienda agricola valorizzando al meglio i propri sottoprodotti e i prodotti secondari, per essere più competitiva, mantenere l'occupazione e creare posti di lavoro nelle zone rurali. Dato che l'agricoltore necessita delle tecnologie idonee per compiere le operazioni, a costi compatibili con il valore del prodotto ottenuto, la disponibilità di macchine da raccolta e separazione delle diverse frazioni e la conoscenza dei processi di degradazione delle molecole ricercate in post raccolta, e quindi la disponibilità di tecnologie per prevenirle, è uno dei colli di bottiglia che frenano l'attivazione delle nuove filiere della bioeconomia.

In quest'ambito è stato realizzato il presente Speciale, che annualmente divulga agli operatori del settore i maggiori risultati delle attività di ricerca realizzate nell'ambito del Progetto Suscace e dei Progetti Europei attinenti alle tematiche del Progetto stesso.

In particolare vengono riportate le **esperienze sperimentali relative alla messa a punto di sistemi meccanici per la raccolta**, con costi relativi al valore del sottoprodotto ottenuto, per rendere disponibili gli scarti dei processi produttivi agricoli attualmente non utilizzati come le patate, i tutoli di mais, lo stocco di mais, la pula dei cereali, i pappi di cardo ecc., cercando di identificare anche le soluzioni meccaniche per ottenere un prodotto con qualità migliori possibili, resistente alle degradazioni e con basso contenuto di inerti.

Sempre nell'ottica delle valorizzazioni dei co-prodotti, vengono riportate le **esperienze condotte all'estero** relativamente alla raccolta dei residui colturali dell'ananas e l'introduzione dei sistemi meccanici nei Paesi in Via di Sviluppo.

Questo contributo si aggiunge ai precedenti, sempre disponibili sul sito di progetto (www.gruppo-panacea.it) a disposizione degli *stakeholders* italiani per continuare l'intensa attività di divulgazione dei risultati della ricerca condotta nel Progetto Suscace.

LUIGI PARI
CREA

Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari

Una nuova metodologia per la stima del potenziale di potature

di VINCENZO ALFANO, DANIEL GARCÍA-GALINDO, ALESSANDRO SUARDI, LUIGI PARI

A corollario di una specifica attività realizzata nell'ambito del progetto EuroPruning, è stata sviluppata una nuova modalità per la stima della disponibilità annuale di residui di potatura in Italia.

PAROLE CHIAVE: potature, biomassa, disponibilità, stima, correlazione, bioenergia.

Negli ultimi anni numerosi studi hanno tentato di fornire delle stime, in Europa ed in Italia, del potenziale di biomassa da residui agricoli, comprese le potature. I risultati sono stati spesso discordanti o non direttamente confrontabili a causa delle diverse finalità, scala territoriale e metodologia applicata.

Come evidenziato dai progetti europei BEE⁽¹⁾ e CEUBIOM⁽²⁾, il cui obiettivo era armonizzare e migliorare la coerenza, l'accuratezza e l'affidabilità delle stime di biomassa, queste utilizzano un'ampia gamma di approcci (stima del potenziale teorico, tecnico, economico o sostenibile), metodologie, ipotesi e set di dati che portano a valutazioni diverse del potenziale (Vis *et al.* 2010).

Per il calcolo, l'uso di **indici di produzione di biomassa** è abbastanza diffuso, solitamente espresso in termini di produzione per ettaro ($t\ ha^{-1}$) o per unità di prodotto principale (kg di potatura per kg di frutta). I primi sono solitamente denominati **Rapporto Residuo Superficie** (Residue to Surface Ratio - RSR) e i secondi **Rapporto Residuo Prodotto** (Residue to Product Ratio - RPR).

Tuttavia, tali indici, come spiegato da GARCÍA-GALINDO *et al.* nel 2007 e nel 2016, rappresentano una media delle condizioni estremamente variabili, registrate empiricamente o ottenute da fonti bibliografiche e, quindi, la loro applicazione fornisce una stima approssimativa e non accurata del potenziale reale.

La quantità di potature dipende, infatti, da diversi fattori, che

sono da un lato direttamente correlati alle caratteristiche della coltura, come specie, varietà ed età, dall'altro, alle pratiche agronomiche, spesso associate alle abitudini e alle condizioni locali, come forma d'allevamento, sesto di impianto, densità, metodi di potatura (tipo e intensità), regime di irrigazione, tipo di suolo e clima.

Per tenere conto di tali fattori, nell'ambito del Progetto EuroPruning⁽³⁾ è stata sviluppata un'attività specifica finalizzata ad esplorare possibili correlazioni con la quantità di potatura e diversi fattori specifici. L'obiettivo è stato quello di ottenere modelli di regressione e, quindi, equazioni matema-



Figura 1 - Potature di olivo in andana.

1) BEE - Biomass Energy Europe (www.eu-bee.eu)

2) CEUBIOM - Classification of European Biomass Potential for Bioenergy Using Terrestrial and Earth Observations (www.ceubiom.org)

3) EuroPruning - Development and implementation of a new and non existent logistics chain for biomass from pruning (www.europruning.eu)

tiche per poter prevedere la quantità di potatura in funzione dei fattori indagati con le migliori correlazioni. L'approccio è simile agli studi condotti da SCARLAT *et al.* nel 2010 e 2011, che hanno testato modelli di regressione per colture erbacee per determinare la paglia totale in relazione alla resa del prodotto principale.

In questo lavoro si presenta l'attività realizzata nell'ambito del Progetto EuroPruning sul sottoinsieme di dati prodotti per l'Italia, con cui sono state elaborate due equazioni matematiche, rispettivamente per vite ed olivo, con cui è stato calcolato il relativo potenziale di potature, poi confrontato con le più recenti stime disponibili in Italia.

MATERIALI E METODI

Costruzione del Database

I potenziali fattori che possono influenzare la produzione di biomassa da potatura, rilevati attraverso la somministrazione di un questionario, un'analisi bibliografica e la consultazione di banche dati agro-meteorologiche, sono stati archiviati in un *database*. Ogni record include la posizione geografica relativa al dato di resa di potatura e le variabili esplicative associate, agronomiche e agro-climatiche.

Il **questionario** è stato somministrato, telefonicamente o tramite intervista diretta, ad agricoltori, agronomi e tecnici di cooperative agricole. Le informazioni richieste sono state: specie e varietà coltivate, sesto di impianto, forma di allevamento, età dell'impianto e di espianto, presenza e tipo di irrigazione, periodo, frequenza, intensità e tipo di potatura (manuale, meccanica), resa e umidità della potatura (misurata o stimata), gestione della potatura (bruciatura in campo, trinciatura e interrimento, legna per uso domestico, ecc.). È stato creato un parametro sintetico di intensificazione, i cui valori possono essere 0, 1 o 2, assegnati in base a due aspetti: al regime di irrigazione e alla forma di allevamento. Il valore 0 è dato alle forme di coltivazione tradizionali (vaso, standard) in condizioni non irrigue.

Il valore 1, per le forme di coltivazione tradizionali, ma con regime irriguo. Il valore 2, invece, viene assegnato quando i sistemi di conduzione sono intensivi (cordone, spalliera, palmetta) e in condizioni irrigue.

Per l'**analisi bibliografica** diversi articoli scientifici e rapporti tecnici sono stati selezionati tra le pubblicazioni italiane, in cui la produzione di potatura è stata misurata direttamente in campo, anche se questo dato non costituiva lo scopo principale del lavoro. Le informazioni raccolte sono state: specie, varietà, resa e umidità della potatura, metodo di misurazione e valutazione (per fila, per parcella, ecc.), anno di misurazione, sistema e frequenza di potatura, efficienza di raccolta (se eseguita meccanicamente), forma d'allevamento, età dell'impianto, densità, irrigazione, produttività, coordinate geografiche del sito sperimentale.

Un set di **parametri climatici, agro-climatici e agro-ecologici** sono stati aggiunti a ciascun record del *database*. Questi parametri sono stati estratti da fonti *online* di libero accesso, come il portale GAEZ, Global Agro-Ecological Zones della FAO (lunghezza del periodo di crescita, produttività primaria netta, ecc.) (IIASA, FAO 2012).

Alcuni *dataset* sono stati ottenuti dal portale del Consorzio per le informazioni spaziali (CGIAR-CSI) quali: indice di aridità globale, evapotraspirazione potenziale globale e indice di vocionalità Ecocrop (CGIAR, 2012). Le classificazioni climatiche sono state estratte dalla Mappa della classificazione climatica di Köppen-Geiger (KOTTEK *et al.* 2006) e dalle Regioni biogeografiche europee dell'AEA (Agenzia Europea dell'Ambiente).

Analisi di correlazione e regressione

Un'analisi di correlazione è stata eseguita tra il dato di produzione di potatura, come variabile dipendente ed il resto dei parametri, come variabili esplicative. Per l'analisi è stato utilizzato il software IBM SPSS Statistics 19. È stata scelta un'analisi non parametrica e il coefficiente di correlazione di Spearman (ρ) per misurare la forza di questa relazione (coefficiente ρ), secondo la seguente classificazione:

- debole $0,1 < \rho < 0,3$;
- moderato $0,3 < \rho < 0,6$;
- forte $0,6 < \rho < 0,9$.

Sono state accettate solo correlazioni di significatività con un livello di confidenza di 0,05.

Dopo l'analisi di correlazione, è stato eseguito uno studio di regressione per le variabili che hanno mostrato le migliori relazioni con il dato di produzione di potatura. L'obiettivo era ottenere un'equazione matematica che potesse prevedere la quantità di potatura in determinate condizioni.

RISULTATI

È stato costruito un *database* con 70 record validi (Tabella 1), che si riferiscono a 28 località. Ogni record include la resa



Figura 2 - Trincia-caricatrice realizzata dalla ditta ONG nel Progetto EuroPruning.

| Coltura | Record | Località |
|----------|--------|----------|
| Vite | 40 | 10 |
| Olivo | 12 | 10 |
| Pomacee | 13 | 3 |
| Drupacee | 2 | 2 |
| Agrumi | 2 | 2 |
| Nocciolo | 1 | 1 |
| Totale | 70 | 28 |

Tabella 1 - Numero di record e località analizzate nel *database*.

di potatura, 8 variabili agronomiche, ottenute dalle interviste e dall'analisi bibliografica e 28 variabili agro-climatiche.

La dimensione limitata del database ha consentito un'analisi di correlazione soltanto per la vite e per l'olivo (Tabella 2). In particolare, per la vite si è ottenuto un buon livello di correlazione con l'indice di vocazionalità Ecocrop (calcolato sulla base dei dati climatici di temperatura e pioggia forniti da WordClimate.org - Wclim e dal Community Climate Model - ccm). Nel caso dell'olivo, le correlazioni, sebbene di intensità moderata, non sono risultate significative. L'analisi di regressione, utilizzando un modello lineare e l'indice di vocazionalità Ecocrop come variabile indipendente, ha fornito i risultati mostrati nella Tabella 3 e nella Tabella 4.

Il modello di regressione lineare fornisce un buon adattamento per la vite, con $R^2 = 0,662$ (cioè il modello lineare

| Coltura | Parametro | ρ Spearman | (p-value) ⁽¹⁾ |
|---------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Vite | Ecocrop (Wclim) | 0,768 | (*) |
| | Ecocrop (ccm) | 0,661 | (*) |
| Olivo | Koeppen climate | 0,418 | n.s. |
| | Ecocrop (Wclim) | 0,395 | n.s. |

⁽¹⁾Dove riportato, (*) $p < 0.05$ e (**) $p < 0.001$. n.s. non significativo

Tabella 2 - Risultato dell'analisi di correlazione tra produzione di potatura e variabili agro-climatiche.

| R | R ² | Standard error |
|---------|----------------|----------------|
| 0,814 | 0,662 | 0,323 |
| F value | Sig | Durbin-Watson |
| 15,665 | 0,04 | 2,45 |

Regression model

$$Y = B_0 + B_1 \cdot X$$

$$B_0 = 0,534; B_1 = 0,023$$

$$\text{Biomassa} = 0,534 + 0,023 \cdot \text{Ecocrop (Wclim)}$$

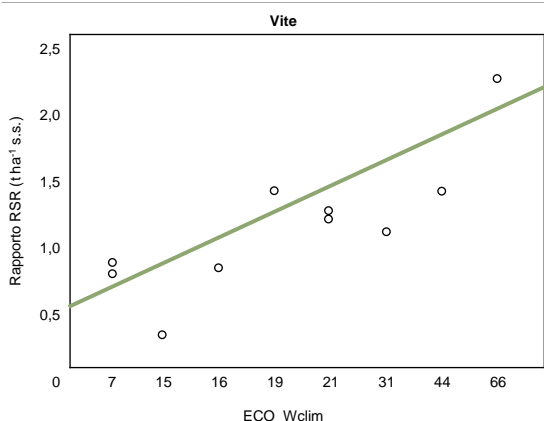


Tabella 3 - Modello di regressione per il potenziale di potature di vite e l'indice di vocazionalità Ecocrop.

| Studio | Anno di riferimento | Vite (kt s.s. anno ⁻¹) | Olivo (kt s.s. anno ⁻¹) |
|----------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| COLONNA <i>et al.</i> 2013 | 2011 | 1.436,8 | 2.018,2 |
| ENAMA, 2012 | media 2006-2009 | 1.123,4 | 1.547,7 |
| EuroPruning | 2011 | 845,5 | 2.607,3 |

Tabella 5 - Risultati delle stime EuroPruning del potenziale di potature di vite ed olivo e confronto con le stime più recenti in Italia.

spiega il 66% della variabilità nella quantità di biomassa prodotta), meno per l'olivo, con $R^2 = 0,294$.

Gli errori standard assoluti sono, rispettivamente di 0,323 t ha⁻¹ e 1,26 t ha⁻¹ (cioè l'errore della previsione che si ottiene utilizzando il modello lineare). La fiducia del modello non è pienamente soddisfatta (significatività rispettivamente di 0,04 e 0,06), anche se è abbastanza nel limite da accettare che il risultato sia statisticamente affidabile. Di conseguenza i risultati dell'analisi di regressione dovrebbero essere presi con cautela.

Stima del potenziale per vite ed olivo

Le equazioni così ottenute sono state utilizzate per calcolare a livello provinciale il rapporto RSR. Questo, applicato alla superficie agricola in produzione nel 2011 (dati provinciali ISTAT), ha consentito di stimare, per tutto il territorio nazionale, **un potenziale di biomassa di circa 845 kt s.s. per la vite e circa 2.600 kt s.s. per l'olivo.**

Questi risultati, confrontati con le stime più recenti realizzate in Italia (Tabella 5), mostrano una sottostima del potenziale di potatura di vite rispetto ai dati trovati da Colonna *et al.* nel 2013, ed una sovrastima della disponibilità delle potature di olivo rispetto allo studio ENAMA del 2012. In realtà, oltre a quelli citati, diversi altri studi hanno valutato la disponibilità di biomassa in Italia con risultati spesso molto variabili, poiché, come sottolineato in premessa, sono frutto di diverse ipotesi e metodologie.

| R | R ² | Standard error |
|---------|----------------|----------------|
| 0,610 | 0,294 | 1,26 |
| F value | Sig | Durbin-Watson |
| 4,79 | 0,06 | 1,51 |

Regression model

$$Y = B_0 + B_1 \cdot X$$

$$B_0 = -1,024; B_1 = 0,074$$

$$\text{Biomassa} = 1,024 + 0,074 \cdot \text{Ecocrop (Wclim)}$$

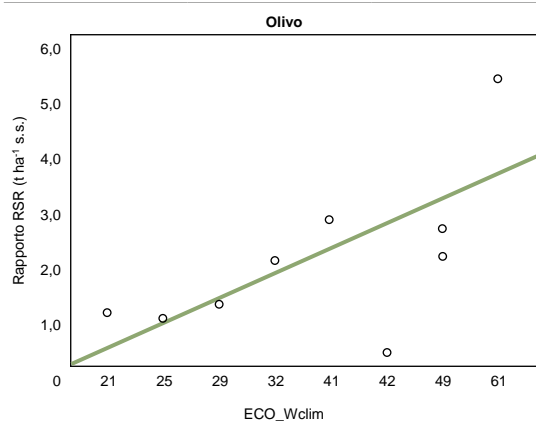


Tabella 4 - Modello di regressione per il potenziale di potature di olivo e l'indice di vocazionalità Ecocrop.

Nello studio realizzato da COLONNA, per esempio, il potenziale è stato calcolato utilizzando la metodologia sviluppata nel 1994 da AIGR e ENEA, basata sul rapporto RPR, residuo-prodotto. La stima su base dati 2011, includeva anche la biomassa di espunto di fine ciclo colturale. Lo studio ENAMA, invece, si basava sul rapporto RSR, residuo-superficie, secondo i valori proposti da DI BLASI *et al.* nel 1997, applicato alla superficie media coltivata dal 2006 al 2009. Pertanto, i risultati ottenuti con la metodologia EuroPruning non devono essere considerati come un fallimento, ma devono essere letti in prospettiva di un futuro affinamento, che si può ottenere con un numero maggiore di osservazioni dirette in campo che potrebbe migliorare la forza delle correlazioni e l'accuratezza della stima.

CONCLUSIONI

La somministrazione dei questionari e l'analisi bibliografica hanno evidenziato un'elevata variabilità e una grande quantità di fattori che influenzano la resa della biomassa di potatura. La dimensione limitata del *database* ha consentito un'analisi di correlazione soltanto per la vite e per l'olivo.

Non sono state trovate buone correlazioni con le variabili di campo, come la densità o la forma di allevamento, ma correlazioni da moderate a buone con le variabili agro-climatiche. Tra queste ultime, **l'indice di vocazionalità Ecocrop ha mostrato la migliore correlazione con la resa in potature**, consentendo di costruire due modelli di regressione, rispettivamente per vite e olivo. Gli indici RSR, residuo-superficie, per l'intero territorio italiano sono stati calcolati in base a queste equazioni e utilizzati per valutare il potenziale di potatura. I risultati non sono pienamente concordanti rispetto alle recenti valutazioni realizzate in Italia, ma l'approccio utilizzato, simile a quello utilizzato per la valutazione dei residui erbacei da parte di altri Autori e riconosciuto dal mondo scientifico, è sicuramente valido, con aspetti da migliorare.

Tra questi, soprattutto la dimensione del campione e l'affidabilità del *database*. Analizzare la bibliografia esistente e somministrare questionari non è stato sufficiente per individuare forti correlazioni. Questo è il motivo per cui in futuro per ottenere stime più attendibili, la metodologia dovrebbe basarsi su un numero maggiore di osservazioni e misure dirette in campo.

Bibliografia

AA.VV., 2012 - Studio conclusivo **"Progetto Biomasse ENAMA"**.

Parte 1 - Biomasse ed energia. Capitolo 2 - Disponibilità delle biomasse, ENAMA - MiPAAF, 2012. Disponibile online:

www.progettobiomasse.it/it/studio.php

AIGR (Associazione Italiana di Genio Rurale), 1994 - **Potenzialità energetica da biomasse nelle regioni italiane, Rapporto conclusivo, Contratto AIGR - ENEA del 3/12/1992 - Pratica 00073, Aprile 1994**

COLONNA N., MACRI A., REGINA P., 2013 - **I sottoprodotti legnosi ed erbacei del settore agricolo italiano**. In: Proceedings of the Conference "I sottoprodotti agroforestali e industriali a base rinnovabile". Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, September 26-27, 2013

CGIAR, 2012 - **ECOCROP database. CGIAR Consortium of International Agricultural Research Centers, 2012**. Available at: <http://gisweb.ciat.cgiar.org/ClimateChange/EcoCropFB>

DI BLASI C., TANZI V., LANZETTA M., 1997 - **A study on the production of agricultural residues in Italy**. Biomass Bioenergy 1997, 12, 321-331

IIASA/FAO, 2012 - **Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v3.0)**. IIASA (Laxenburg, Austria) and FAO, 2012. www.gaez.iiasa.ac.at

KOTTEK M., GRIESER J., BECK C., RUDOLF B., RUBEL F., 2006 - **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. Meteorol Z 2006, 15, 259-263.

GARCIA-GALINDO D., PASCUAL J., ASIN J., GARCIA-MARTIN A., 2007 - **Variability and confidence interval in the estimation of agricultural residual biomass at a municipality level in Teruel province (Spain)**. Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, May 2007.

GARCIA-GALINDO D., CAY VILLA-CEBALLOS F., VILA-VILLARROEL L., PUEYO E., SEBASTIAN F., 2016 - **Seeking for ratios and correlations from field data for improving biomass assessments for agricultural pruning in Europe. Method and results**. Proceedings of the 24th European Biomass Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands, June 6-9, 2016

SCARLAT N., MARTINOV M., DALLEMAND J.F., 2010 - **Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: potential and limitations for bioenergy use**. Waste Management 2010, 30, 1889-97

SCARLAT N., BLUJDEA V., DALLEMAND J.F., 2011 - **Assessment of the availability of agricultural and forest residues for bioenergy production in Romania**. Biomass Bioenergy 2011, 35, 1995-2005

Vis M.W., *et al.* 2010 **Harmonization of biomass resource assessments. Volume I. Best Practices and Methods Handbook**, Bee Project. Tech. Rep. 2010.

KEYWORDS: pruning, biomass, availability, assessment, correlation, bioenergy.

Abstract: A new methodology for the assessment of pruning biomass availability. This work, developed under EuroPruning Project, is aimed to look at relations between pruning biomass production and several factors, related both to crop species and management. The aim is to find out mathematical relations that allow to improve the biomass potential assessment. This is generally calculated using biomass production ratios. These ratios are variable due to the influence of several aspects. On the one hand crop characteristics, such as specie, variety and age, and, on the other crop management, often associated to local habits and conditions, such as tree form, planting pattern, density, pruning methods, irrigation and climate. This work has been produced by gathering data from literature review and surveying. The sub-set of Italian records in the EuroPruning database consists of 70 records. Each record contains the biomass production ratio and 8 agronomic variables. Additionally, a set of 6 climatic and agro-climatic groups of variables (in total 28 variables) have been added to each record. Moderate to good correlations have been found specially with few climatic factors. As a result, two regression models are proposed for the evaluation respectively of the vineyard and olive tree pruning biomass ratios for Italy and applied to assess pruning biomass potential.

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto Europeo "EuroPruning" (grant agreement No. 312078). Il progetto EuroPruning è stato finanziato dal VII Programma Quadro per la ricerca e lo sviluppo tecnologico.

