

# **Agris**

Agenzia regionale  
per la ricerca in agricoltura



---

*QUADERNI DEL DIRSS*

*DIPARTIMENTO DELLA RICERCA PER IL SUGHERO E LA SELVICOLTURA*

---

N° 10

## **Potere calorifico di alcune specie arboree ed arbustive di una sughereta del Nord Sardegna**

F. Pampiro, I. Fois, M. Giua, G. Marzeddu

Tempio Pausania  
2014

# Potere calorifico di alcune specie arboree ed arbustive di una sughereta del Nord Sardegna.

F. Pampiro, I. Fois, M. Giua, G. Marzeddu

Agris Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicultura, via Limbara 9, 07029 Tempio Pausania – Italia.

Corresponding author: Franco Pampiro (fpampiro@agrisricerca.it).

## Riassunto

È stato condotto uno studio per la determinazione del potere calorifico superiore di alcune specie arboree ed arbustive in una sughereta del nord-est della Sardegna. Le specie vegetali analizzate sono quelle maggiormente presenti nell'area di studio: *Quercus suber* L., *Quercus pubescens* Willd., *Fraxinus ornus* L., *Cistus* sp., *Cytisus villosus* Pourret, *Rubus ulmifolius* L. e *Prunus spinosa* L. Tali specie costituiscono alcune fra le essenze più diffuse delle formazioni boschive e a macchia della Sardegna. Per le tre specie arboree il potere calorifico è stato misurato separatamente per la componente legnosa e per le foglie. Il potere calorifico più alto è stato misurato per le foglie di *Q. suber*, mentre i rametti di *F. ornus* hanno fatto registrare il potere calorifico più basso. Nelle tre specie arboree analizzate, il potere calorifico delle foglie è risultato più alto dei rametti. Non sono state registrate differenze significative del potere calorifico superiore fra i campioni raccolti nelle diverse sezioni dell'area di studio. La combustione dei campioni di *R. ulmifolius* e delle foglie di *F. ornus* ha prodotto grandi quantità di ceneri. Le foglie hanno presentato contenuti d'umidità alla raccolta più alte rispetto ai rametti.

**Parole chiave:** Biomassa, potere calorifico superiore, foreste mediterranee, sugherete, Sardegna, Italia.

## Abstract

A study to determine the gross calorific value of 7 tree and shrub species in a cork-oak forest in the North-East of Sardinia was carried out. The studied species are the most present in the study area: *Quercus suber* L., *Quercus pubescens* Willd., *Fraxinus ornus* L., *Cistus* sp., *Cytisus villosus* Pourret, *Rubus ulmifolius* L. and *Prunus spinosa* L. These species represent some of the most common species in woodland and shrub formations of Sardinia. The calorific value was measured separately for the woody component and for the leaves. *Q. suber* leaves showed the highest gross calorific value, while the lowest value was registered for the twigs of *F. ornus*. The calorific value of the leaves was higher than the twigs. There were no significant differences in the gross calorific value between the samples collected in the different sections of the study area. The combustion of *R. ulmifolius* and leaves of *F. ornus* produced large amounts of ash. The leaves showed higher moisture content than the twigs.

**Key Words:** Biomass, gross calorific value, Mediterranean forests, cork oak forests, Sardinia, Italy.

## **Introduzione**

L'impiego delle biomasse può contribuire a ridurre la dipendenza da fonti energetiche fossili; le biomasse vegetali ritraibili da essenze arboree ed arbustive rappresentano a riguardo un valido ausilio. Si pensi, ad esempio, alla recente diffusione delle stufe alimentate con cippato, bricchette e pellet per il riscaldamento domestico (APAT, 2003; Cotana e Costarelli, 2005; Dodi, 2005; Toscano et al., 2005; Camera di Commercio di Padova, 2007).

Nella nostra Regione sono disponibili materiali legnosi derivanti dalla pulizia del sottobosco, altri interventi forestali e potature in genere. Per l'utilizzo a fini energetici di queste biomasse, è necessario conoscere le disponibilità dei materiali locali e procedere alla loro caratterizzazione in termini di potere calorifico. Lo sfruttamento di queste biomasse avrebbe, inoltre, risvolti in termini di occupazione e recupero di superfici uscite dal ciclo produttivo con riflessi ambientali positivi e riduzione del rischio idrogeologico (Regione Autonoma della Sardegna, 2006).

Uno sfruttamento razionale a fini energetici delle biomasse ritraibili dalle operazioni di gestione delle superfici boscate presuppone una filiera corta. Tale presupposto risulta particolarmente importate in regioni insulari come la Sardegna dove l'incidenza del trasporto sull'emissione di gas serra assume grande rilevanza. La conoscenza del potere calorifico dei materiali vegetali prodotti in loco è fondamentale per una corretta valutazione sull'uso di questi prodotti a fini energetici e permette di massimizzare i vantaggi legati all'impiego di energie da fonti rinnovabili.

Il presente lavoro si inserisce nel quadro delle ricerche per la valorizzazione dei residui della potatura e della pulizia del sottobosco e ha l'obiettivo di determinare il potere calorifico di materiali legnosi provenienti da formazioni boschive e a macchia della Sardegna. In particolare sono state analizzate le biomasse ritraibili dallo sfoltimento dello strato arbustivo delle sugherete, generalmente eseguito prima della decortica, che potrebbero essere utilizzate per produrre energia anziché lasciate decomporre in loco o bruciate in bosco come misura di prevenzione antincendio.

## **Inquadramento dell'area di studio**

### *Inquadramento geografico*

Lo studio è stato eseguito nella sughereta sperimentale di Cusseddu – Miali Parapinta di proprietà di Agris Sardegna, collocata in territorio collinare in Comune di Tempio Pausania ad un'altitudine compresa fra 435 m s.l.m. e 479 m s.l.m. L'area di studio è costituita da 2 appezzamenti separati dalla strada provinciale Tempio-Nuchis compresi nel Foglio N° 443 Sez. 4 (Tempio Pausania) dell'Istituto Geografico Militare.

La sughereta, condotta in conformità ad un piano di gestione dotato di certificazione forestale FSC N° SA-FM/COC-001436, ha una superficie di 67 ettari.

### *Note geomorfologiche e pedologiche*

Il substrato è interamente costituito da graniti del complesso cristallino del paleozoico (Cocozza et al., 1974). I suoli si presentano con struttura da moderatamente a fortemente sviluppata e con drenaggio normale. Il profilo è generalmente A-Bw-C, tranne in alcune zone cacuminali dove è presente la roccia affiorante. Secondo la classificazione francese i suoli ricadono nell'associazione delle terre brune e litosuoli su graniti e porfidi. Secondo la classificazione americana i tipi predominanti sono Dystric e Lithic Xerochrepts (Aru et al., 1967; Aru et al., 1991). L'idrografia superficiale è costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio facenti parte del bacino del Liscia, il principale è il Rio Parapinta.

### *Inquadramento climatico*

Per l'inquadramento climatico dell'area di studio si è fatto riferimento alla stazione di Tempio per la quale sono disponibili dati storici di temperatura relativi a 36 anni di osservazioni (1929-1965) e di precipitazione, relativi a 40 anni di osservazioni (Arrigoni, 1968).

Di seguito si riportano i dati storici di temperatura e precipitazioni di Arrigoni.

Temperature in °C

Tempio(558 m)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno
Media	6,0	6,3	8,8	11,5	15,1	19,2	22,2	22,6	19,8	15,0	10,7	7,5	13,8
Media min	3,6	3,6	5,5	7,6	10,8	14,3	17,4	17,9	15,5	11,6	8,0	5,1	10,1
Media max	8,5	9,1	12,2	15,3	19,5	24,2	27,6	27,2	24,1	18,4	13,3	9,9	17,4

Media del mese più freddo	Media del mese più caldo	Media dei minimi annui	Media dei massimi annui	Media annua
5,1	23,3	-3,3	35,5	13,8

Precipitazioni in mm

Tempio (558 m)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno
	99	101	86	80	58	20	7	19	61	98	115	118	862

Medie stagionali	inverno	primavera	estate	autunno	giorni piovosi
	318	224	46	274	83

Analizzando i dati di temperatura e piovosità della stazione di Tempio si evidenzia che il territorio è caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunno-invernale, inverni freschi ed estati calde ed asciutte.

Arrigoni (1968), per il triennio 1959-61, riporta un'umidità relativa media dell'aria del 74%.

La radiazione solare media globale nel periodo 1992 - 1994 registrata da una stazione agrometeorologica automatica collocata in agro di Tempio Pausania, è risultata uguale a 1481 Kwh/m<sup>2</sup>/anno. Questi dati concordano con quelli riportati da Mennella (1973) per la Sardegna che sono di 127000 cal/cm<sup>2</sup>/anno (1447 Kwh/m<sup>2</sup>/anno) per Sassari, e di 131000 cal/cm<sup>2</sup>/anno (1524 Kwh/m<sup>2</sup>/anno) per Cagliari, e con la media del periodo 1991-2010 di 5534,2 Mj/m<sup>2</sup>/anno (1537 Kwh/m<sup>2</sup>/anno) riportata dall'Aeronautica militare per la stazione di Capo Bellavista situata a circa un grado di latitudine più a sud rispetto a Tempio Pausania (Aeronautica Militare – Reparto di Sperimentazioni di Meteorologia Aeronautica).

### *Tipologie vegetazionali*

La sughereta sperimentale di Cusseddu Miali-Parapinta presenta tipologie vegetazionali differenziate a seconda dell'orografia del terreno e dell'esposizione del versante. La superficie è coperta in prevalenza da aree boscate. La specie arborea più rappresentata è la quercia da sughero (*Quercus suber* L.) che, tuttavia, non si trova mai in purezza ma è sempre consociata, in percentuali diverse a seconda del microsito, con la roverella (*Quercus pubescens* Willd.) e con l'orniello (*Fraxinus ornus* L.). Il sottobosco è costituito in prevalenza da citiso (*Cytisus villosus* Pourret), cisto (*Cistus* sp.), prugnolo (*Prunus spinosa* L.) e rovo (*Rubus ulmifolius* Schott); nelle zone non sottoposte a diradamento si presenta piuttosto fitto e per alcuni tratti rende la superficie impraticabile. In alcune aree sono presenti esemplari di erica (*Erica arborea* L.), corbezzolo (*Arbutus unedo* L.), fillirea (*Phillyrea* sp.), biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq.) e agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.). Lungo il corso del Rio Parapinta vegetano specie ripariali tipiche di zone umide e in particolare ontano (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) e pioppi (*Populus* sp.).

### **Materiali e metodi**

#### *Siti di campionamento e specie vegetali esaminate*

All'interno dell'area di studio sono state scelte 3 zone di campionamento, indicate nel seguito Sezione 1 con esposizione Nord-Ovest, Sezione 6 con esposizione Est e Sezione 9 posta in terreno pianeggiante. I nomi delle Sezioni fanno riferimento al Piano d'assessamento della sughereta. Al fine di ottenere campioni rappresentativi, in ognuna delle 3 Sezioni sono stati fatti prelievi in 3 punti diversi, per un totale di 9 siti di campionamento.

Per la sperimentazione sono state scelte le specie arboree e arbustive più rappresentate nell'area di studio; queste stesse specie costituiscono alcune fra le essenze più diffuse nelle formazioni boschive e a macchia della Sardegna.

Le specie arboree sono quercia da sughero (*Q. suber* L.), roverella (*Q. pubescens* Willd.) e orniello (*F. ornus* L.); quelle arbustive sono cisto (*Cistus* sp.), citiso (*C. villosus* Pourret), rovo (*R. ulmifolius* L.) e prugnolo (*P. spinosa* L.).

#### *Prelievo dei campioni*

In ogni sito sono stati raccolti campioni di tutte le specie individuate. Per ogni specie e per ciascuna Sezione, è stata raccolta una quantità di materiale fresco di 300-500 g. Il materiale prelevato è stato tagliato in pezzi di circa 30 mm di lunghezza e conservato immediatamente in sacchi di polietilene sino all'arrivo in laboratorio. Al fine di limitare la formazione di condensa all'interno dei contenitori e minimizzare le perdite d'acqua, dopo la raccolta i campioni sono stati tenuti a temperatura ambiente e trasferiti al laboratorio nel minor tempo possibile e comunque entro 2 ore dal prelievo.

Per *Q. suber* L., *Q. pubescens* Willd. e *F. ornus* L., la componente legnosa (rametti) è stata separata dalle foglie. Per le specie del sottobosco, le varie parti della pianta sono state conservate insieme (piante intere).

Il prelievo in campo è stato effettuato nelle ore centrali della giornata, evitando i campionamenti durante le giornate piovose o con nebbia.

Tutti i campioni sono stati raccolti nel mese di novembre 2012 tranne i campioni di roverella, frassino e prugnolo della Sezione 9 che sono stati raccolti nel mese di giugno 2013.

#### *Determinazione del contenuto d'umidità*

All'arrivo in laboratorio, i campioni sono stati trasferiti in contenitori d'alluminio con dimensioni di circa 200 X 300 mm dei quali era stata precedentemente determinata la massa. È stato quindi determinato il peso fresco dei campioni e i contenitori sono stati posti in stufa ventilata regolata a  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  per 12-15 ore. Al termine del periodo d'essiccazione è stato determinato il peso secco eseguendo le misure sul campione ancora caldo per evitare assorbimenti d'umidità dall'ambiente. Le pesate sono state ripetute a intervalli di 60 minuti sino a peso costante (differenza fra due pesate successive  $< 0,2\text{ g}$ ). Le pesate sono state eseguite con una bilancia con risoluzione di

0,01 g. Il procedimento utilizzato è conforme alla Norma UNI EN 14774-2:2010 specifica per i biocombustibili solidi.

#### *Essiccazione dei campioni e determinazione del potere calorifico*

Dopo l'essiccazione i campioni sono stati macinati, setacciati mediante un vaglio con luce di 1 mm (UNI EN 14780:2011) e conservati in contenitori chiusi ermeticamente sino al momento delle prove per la determinazione del potere calorifico. La polvere è stata utilizzata per preparare pastiglie del peso di circa 1 g sulle quali è stato determinato il potere calorifico superiore (pcs). Per ciascuna specie oggetto dello studio è stato determinato il potere calorifico su 6 pastiglie, 2 per ciascuna Sezione. Contemporaneamente è stato determinato il contenuto d'umidità dei campioni, necessario per ottenere il potere calorifico riferito alla sostanza secca (UNI EN 14774-3:2009). Le misure del potere calorifico sono state eseguite con un calorimetro isoperibolico semi automatico a bomba di ossigeno di Mahler, Parr 6200 in conformità alla Norma UNI EN 14918:2010. Prima delle prove il calorimetro è stato calibrato utilizzando un campione di riferimento di acido benzoico. Il metodo della bomba calorimetrica di Berthelot-Mahler è consigliato dalle Norme del Comitato Termotecnico Italiano (2003).

I valori del potere calorifico sono stati sottoposti ad analisi della varianza e la significatività delle medie è stata analizzata col test di Tukey utilizzando il software Minitab 15.

#### **Risultati e discussione**

I campioni hanno presentato un'umidità media alla raccolta del 52,7% sulla massa fresca. Le foglie hanno fatto rilevare il valore medio più alto pari al 57,5%, contro il 53,7% delle piante intere e il 46,7% dei rametti. L'analisi della varianza ha messo in evidenza differenze significative fra il contenuto d'umidità delle foglie e quello dei rametti ( $p=0,001$ ) e fra piante intere e rametti ( $p=0,029$ ) e differenze non significative fra foglie e piante intere. Non si registrano differenze significative del contenuto



d'umidità fra le 3 Sezioni di campionamento. In tabella 1 sono riassunti i contenuti medi d'umidità dei diversi campioni analizzati.

Tab. 1. Umidità dei campioni alla raccolta espressa in percentuale del peso fresco e del peso secco.

Campione	Umidità riferita al peso fresco [%]	Umidità riferita al peso secco [%]
<i>Fraxinus ornus</i> L. (foglie)	66,1	196,2
<i>Cistus</i> sp.	58,8	143,7
<i>Quercus pubescens</i> Willd. (foglie)	56,8	132,1
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	56,6	130,3
<i>Cytisus villosus</i> Pourret	51,2	105,3
<i>Quercus suber</i> L. (foglie)	49,6	98,5
<i>Quercus suber</i> L. (rametti)	48,9	96,0
<i>Prunus spinosa</i> L.	48,0	93,3
<i>Fraxinus ornus</i> L. (rametti)	44,9	83,5
<i>Quercus pubescens</i> Willd. (rametti)	46,2	86,7

Il potere calorifico riferito alla sostanza secca dei campioni analizzati ha fatto registrare un valore medio globale di 4702,8 cal/g (19,69 kJ/g). Il valore più elevato è risultato quello relativo alle foglie di *Q. suber*, seguito da *C. villosus* e dalle foglie di *Q. pubescens*. La media più bassa è stata registrata per i rametti di *F. ornus*. Per ciascuna delle 3 specie arboree oggetto dello studio il potere calorifico delle foglie è risultato più alto dei relativi rametti con differenze statisticamente significative. I valori del potere calorifico superiore più alti nelle foglie potrebbero essere spiegati da un contenuto più alto di estrattivi rispetto al legno (Senelwa e Sims, 1999) e da una percentuale maggiore di azoto (Vidrich, 1988). I valori del potere calorifico ottenuti in questo lavoro sono in buon accordo con quelli riportati da Todaro et al. (2007) in uno studio eseguito su 12 specie arboree ed arbustive in aree collinari della Basilicata. Questi autori riportano un potere calorifico di 19,9 kJ/g per *Q. pubescens*, 20,8 kJ/g e 20,1 kJ/g, rispettivamente, per foglie e rametti di *F. ornus* e 19 kJ/g per *Rubus hirtus* W. Il potere calorifico medio globale delle specie esaminate risulta uguale a 19,2 kJ/g. Da segnalare che questi autori riportano i dati riferiti alla sostanza secca priva di ceneri mentre il presente lavoro non tiene conto di questa componente che può influenzare le misure del potere calorifico (Giordano, 1980).

I valori del potere calorifico superiore misurati su *R. ulmifolius* concordano con quelli ottenuti da Nuñez-Regueira et al. (1996) per campioni di *Rubus fruticosus* L. prelevati in autunno e inverno nel nord-ovest della Spagna, rispettivamente uguali a 18,5 kJ/g e 19,4 kJ/g.

La combustione di *R. ulmifolius* e delle foglie di *F. ornus* ha fatto rilevare grandi quantità di ceneri residue in tutti i campioni analizzati; quantità apprezzabili di ceneri si sono prodotte anche dalla combustione di *P. spinosa*, rametti di *F. ornus* e foglie e rametti di *Q. pubescens*, mentre negli altri campioni le ceneri residue sono risultate molto meno evidenti.

Non sono state registrate differenze significative fra i campioni raccolti nelle 3 Sezioni dell'area di studio.

I risultati relativi alle determinazioni del potere calorifico superiore sono riassunti in tabella 2.

Tab. 2. Potere calorifico superiore espresso in calorie per grammo e in kilojoule per grammo di sostanza secca. I campioni che condividono una lettera non presentano differenze significative (test di Tukey con livello di confidenza al 95%).

Campione	pcs [cal/g]	pcs [kJ/g]	Significatività delle medie	Coefficiente di variazione
<i>Quercus suber</i> L. (foglie)	5049,5	21,15	a	1,5
<i>Cytisus villosus</i> Pourret	4794,0	20,08	b	0,7
<i>Quercus pubescens</i> Willd. (foglie)	4786,1	20,04	b	0,7
<i>Quercus suber</i> L. (rametti)	4725,7	19,79	bc	0,3
<i>Prunus spinosa</i> L.	4669,2	19,55	cd	0,4
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	4647,9	19,46	d	0,7
<i>Fraxinus ornus</i> L. (foglie)	4629,6	19,39	d	1,2
<i>Cistus</i> sp.	4606,6	19,29	d	0,6
<i>Quercus pubescens</i> Willd. (rametti)	4600,1	19,26	d	1,1
<i>Fraxinus ornus</i> L. (rametti)	4518,9	18,92	e	0,3

## Conclusioni

I valori maggiori del potere calorifico superiore sono stati rilevati per le foglie di *Q. suber*. Fra le specie del sottobosco il potere calorifico più alto è stato misurato in *C. villosus*. Altri valori di pcs sono stati misurati anche per le foglie di *Q. pubescens* e per i rametti di *Q. suber*. I rametti di *F. ornus* hanno fatto registrare il potere calorifico più basso fra tutti i campioni analizzati.

Nelle 3 specie forestali analizzate, il potere calorifico delle foglie è sempre risultato statisticamente più alto dei corrispondenti campioni di rametti.

Le foglie hanno presentato contenuti d'umidità alla raccolta più elevati rispetto ai rametti.

La combustione dei campioni di *R. ulmifolious* e delle foglie di *F. ornus* ha prodotto grandi quantità di ceneri. Quantità apprezzabili di ceneri sono state rilevate anche in *P. spinosa*, rametti di *F. ornus* e foglie e rametti di *Q. pubescens*, mentre negli altri campioni le ceneri residue sono risultate molto meno evidenti.

### **Ringraziamenti**

Hanno partecipato al progetto i Sigg. Annamaria Inzaina, Mauro Maciocco, Roberta Manuedda e Gavino Saba che si ringraziano per la fattiva collaborazione nello svolgimento delle attività di competenza.

## Bibliografia

- Aeronautica Militare – Reparto di Sperimentazioni di Meteorologia Aeronautica. *La radiazione solare globale e la durata del soleggiamento in Italia dal 1991 al 2010*.
- APAT (2003). *Le biomasse legnose. Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia*. Rapporti APAT 30/2003.
- Arrigoni P.V. (1968). *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia 23: 1-100.
- Aru A., Baldaccini P., Pietracaprina A. (1967). *I suoli della Sardegna*. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, 15(2):1-59.
- Aru A., Baldaccini P., Vacca A. (1991). *Nota illustrativa alla carta dei suoli della Sardegna*. Dip. Sc. della terra. Univ. Cagliari.
- Camera di Commercio di Padova (2007). *Produzione di energia da Biomasse Ligno-Cellulosiche*.
- Cocozza T., Jacobacci A., Nardi R., Salvadori I. (1974). *Schema stratigrafico-strutturale del massiccio Sardo-Corso e mineralogia della Sardegna*. Mem. Soc. Geol. Ital., 13:58-186.
- Comitato Termotecnico Italiano (2003). *Biocombustibili. Specifiche e classificazione*. CTI – R 03/1.
- Cotana F., Costarelli I. (2005). *Impianti sperimentali per il recupero energetico da potature di vite, olivo e frutteti*. Università degli Studi di Perugia. Facoltà di Ingegneria, Centro Ricerca Biomasse.
- Dodi M. (2005). Seminario *Fonti energetiche rinnovabili e biomasse*. Bologna 5 febbraio 2007. UPI Emilia Romagna.
- Giordano G. (1980). *Il legno. Caratteristiche e lavorazioni fondamentali, Vol.1*. Edizioni Utet. Torino.
- Hellrigl B. (2001). *Numeri per la dendroenergetica*. Edizione provvisoria 2001. <http://www.yumpu.com/it/document/view/16159133/numeri-per-la-dendroenergetica-bernardo-hellrigl-> (26.09.2013).
- Mennella C. (1973). *Il clima d'Italia*. Vol. 3. Conti ed.
- Minitab Inc. (2007). *Minitab 15 Statistical software*.
- Nuñez-Regueira L., Rodriguez-Añon J.A., Proupin-Castiñeiras J. (1996). *Calorific value and flammability of forest species in Galicia. Coastal and hillside zones*. Biosesource Technology 57: 283-289.
- Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente (2006). *Piano forestale ambientale regionale*. All. III "Analisi di massima sull'utilizzo delle biomasse forestale a scopo energetico".
- Senelwa K., Sims R.E.H. (1999). *Fuel characteristics of short rotation forest biomass*. Biomass & Bioenergy 17: 127-140.
- Todaro L, Scopa A, De Franchi AS (2007). *Caratterizzazione energetica di specie arboree e arbustive di aree collinari e montane della Basilicata*. Forest@ 4 (1): 42-50, 2007.

Toscano G., Foppa Pedretti E., Valdes P.H. (2005). *Valorizzazione tecnico-economica del legno di potatura mediante pellettizzazione*. AIIA 2005: Catania, 27-30 giugno. L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea.

UNI EN 14774-1:2009. *Biocombustibili solidi. Determinazione dell'umidità. Metodo di essiccazione in stufa. Parte 1: Umidità totale. Metodo di riferimento.*

UNI EN 14774-2:2010. *Biocombustibili solidi. Determinazione dell'umidità. Metodo di essiccazione in stufa. Parte 2: Umidità totale. Metodo semplificato.*

UNI EN 14774-3:2009. *Biocombustibili solidi. Determinazione dell'umidità. Metodo di essiccazione in stufa. Parte 3: Umidità del campione per l'analisi generale.*

UNI EN 14780:2011. *Biocombustibili solidi. Preparazione del campione.*

UNI EN 14918:2010. *Biocombustibili solidi - Determinazione del potere calorifico.*

Vidrich V. (1988). *Il Legno ed i suoi Impieghi Chimici*. Edagricole. Bologna.