



# Utilizzo agronomico delle ceneri da biomassa

**La valorizzazione delle ceneri da biomassa suscita un interesse crescente sia in Italia sia in altri Paesi dell'Unione Europea, giacchè questi residui – che a norma dovrebbero essere condotti in discarica – possono essere opportunamente trattati e utilizzati per le esigenze agronomiche**

di **Giovanni Mastrolonardo e Carla Nati - CNR-IVALSA, Sesto Fiorentino**

Italia si è posta l'obiettivo del raggiungimento del 17% di produzione di energia da fonti rinnovabili entro il 2020 e le biomasse hanno un ruolo fondamentale nel conseguimento di questo traguardo. L'importanza di questa risorsa energetica diventa sempre maggiore anche grazie alla diffusione di piccole caldaie e stufe che spesso vengono utilizzate all'interno delle stesse aziende agricole che producono le biomasse da bosco, colture dedicate e residui agricoli. Le ceneri che derivano dalla combustione delle biomasse sono considerate un rifiuto e come tali andrebbero condotte in discarica, rappresentando un problema e un costo netto non indifferente. Pertanto, sia in Italia che in molti altri paesi d'Europa, si avverte un forte interesse per la valorizzazione agronomica delle ceneri, visto che il loro spandimento in campo consentirebbe di restituire al suolo gli elementi minerali sottratti dalle colture agricole. Dal punto di vista agronomico, infatti, le ceneri possono essere considerate: un concime, apportando al suolo agrario elementi nutritivi utili all'accrescimento delle piante, come potassio (K), fosforo (P), magnesio (Mg), e calcio (Ca), riducendo l'utilizzo di concimi artificiali; un correttivo, innalzando la reazione del suolo (pH), in ragione della presenza di cationi basici sotto forma di ossidi, idrossidi e carbonati.

by **Giovanni Mastrolonardo and Carla Nati - CNR-IVALSA, Sesto Fiorentino**

Italy has named the objective of achieving 17% of energy production from renewable sources by 2020 and biomass has a fundamental role in reaching this goal. The importance of this energy resource is increasing more and more, thanks in part to the spread of small boilers and stoves often used on the farms which produce biomass from forestry, dedicated crops and agricultural residues. The ash left by the combustion of biomass is considered a waste and as such is taken away for disposal and this presents a problem of net cost which is not indifferent. This means that Italy and other European countries are taking notice of a strong interest in the agronomic value of ash in that the depletion of mineral constituents by biomass crops could be perfectly restored by the use of ash produced by the combustion of the biomass itself. From an agronomic point of view, the ash can be considered: A fertilizer adding to agrarian soil such nutritional components for the growth of plants as potassium (K), phosphorus (P), magnesium (Mg) and calcium (Ca) for reducing the use of artificial fertilizers; A corrective, raising the pH reaction of the soil due to the presence soil cation exchange in the form of oxides, hydroxides and carbonates.

## **Definition and composition of ash**

The quantities and composition of ash – defined as the solid residue of combustion – are especially changed according to the type of biomass used as fuel and the temperature of combustion. The main elements in the ash are: calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), silicon (Si), aluminum (Al), iron (Fe) and phosphorous (P) whereas carbon and nitrogen are totally absent because they volatilize during combustion.

# Agronomic use of biomass ash

*Adding value to biomass ash is an issue arousing increasing interest in Italy and throughout the European Union in that these residues – which regulations state must be hauled away as waste – can be opportunely treated and use for agronomic requirements*

## Definizione e composizione delle ceneri

Quantità e composizione della cenere, definita come il residuo solido della combustione, cambiano soprattutto in base alla tipologia della biomassa bruciata e alla temperatura di combustione. I maggiori elementi presenti nelle ceneri sono: calcio (Ca), potassio (K), magnesio (Mg), silicio (Si), alluminio (Al), ferro (Fe) e fosforo (P), mentre carbonio (C) e azoto (N) sono quasi totalmente assenti perché volatilizzano durante la combustione.

Per quanto riguarda il contenuto di inquinanti, le ceneri contengono alcuni elementi considerati pericolosi per l'uomo e l'ambiente, come metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e clorobenzeni. Quindi, sebbene in genere la concentrazione di questi inquinanti sia molto contenuta, l'impiego della cenere dovrebbe essere effettuato in dosi opportune.

## Effetti delle ceneri sul suolo e sulle piante

L'effetto principale delle ceneri sul suolo è la correzione del pH verso valori più basici. Alcuni studi riportano che tale correzione, per dosi di ceneri intorno a 5 tonnellate ad ettaro, possa portare a innalzamenti del pH di 1,4 – 2,0 unità per qualche anno. Come concime invece, bisogna tener presente che la solubilità dei diversi minerali contenuti nella cenere varia in maniera considerevole nel terreno. Il potassio, ad esempio, viene rapidamente disciolto in acqua e deve essere prontamente utilizzato dalle piante, pena la sua perdita dal suolo. Calcio e magnesio hanno una solubilità intermedia, mentre il fosforo è il minerale meno solubile. La disponibilità di questi elementi, quindi, influenza le modalità e la scelta dei tempi di un'eventuale fertilizzazione con le ceneri. Sulle coltivazioni gli effetti positivi dell'uso della cenere possono essere registrati sia in termini di crescita che di aumento della produttività di frutti. La mag-



*On the side of polluting elements, ash contains some which are considered dangerous for humans and the environment such as heavy metals, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) and chlorobenzene. This means that though these polluting concentrations may be very limited, ash must be used with correct dosages.*

## Effects of ash on the soil and plants

*The leading effect of ash on the soil is the correction of pH towards more alkalinity. A number of studies report this correction with dosages of about five tons of ash per hectare for raising the soil pH by 1.4 – 2.0 units per year. On the other hand, as with fertilizer, it must be clear that the solubility of the minerals the ash contains varies considerably in the soil. Potassium, for example, dissolves quickly in water and must be used quickly by plants or become lost in the soil. Calcium and magnesium have intermediate solubility whereas phosphorous is a less soluble mineral. Thus the availability of these elements influences the method and timing for the possible use of ash for fertilization. Crops showing positive effects from the use of ash can be checked for growth and the production of fruit. Greater production is especially due to the direct effect of larger applications of phosphorous, calcium, magnesium and potassium; however the most important and limited element for plant growth is nitrogen which is practically absent from ash which can in no way replace nitrogen fertilization.*

## Pretreatment of ash and distribution on the field

*Using ash may involve some critical factors because it is powdery. To begin with, ash reacts spontaneously to carbon dioxide and humidity in storage which change its chemical and physical characteristics. The best choice is to compact ash and transform it into tablets, briquettes or ideally into a granulated form using only water as a binder, the most economic option though less effective than the others. The pretreatment of ash obviously carries added costs involving the creation of infrastructure and purchase of suitable machinery. For this reason, pretreatment can be considered in the case of big biomass plants with the production of considerable amounts of ash. For use on the same farm,*



# COSTRUZIONI MECCANICHE Ferrari

*Planting is our business*



Ferrari Costruzioni Meccaniche Srl  
46040 Guidizzolo (MN) - ITALY  
TEL. +39 0376.819342  
[www.ferraricostruzioni.com](http://www.ferraricostruzioni.com)  
[info@ferraricostruzioni.com](mailto:info@ferraricostruzioni.com)



gior produzione è dovuta soprattutto all'effetto diretto del maggior apporto di fosforo, calcio, magnesio e potassio; tuttavia, l'elemento più importante e limitante in termini di crescita delle piante, l'azoto, è praticamente assente nelle ceneri che quindi non possono assolutamente sostituirsi alle concimazioni azotate.

### **Pretrattamento delle ceneri e loro spargimento in campo**

Essendo la cenere un materiale polverulento, il suo utilizzo può presentare alcune criticità. Innanzitutto la cenere reagisce spontaneamente con l'anidride carbonica e l'umidità durante lo stoccaggio, cambiando le proprie caratteristiche chimico-fisiche. La scelta ottimale consisterebbe nel compattare ed agglomerare le ceneri in pastiglie o bricchette, magari granulandole usando come legante solo acqua, opzione più economica anche se meno efficace rispetto ad altre. Il pretrattamento della cenere comporta ovviamente un costo aggiuntivo, perché prevede la realizzazione di infrastrutture e l'acquisto di macchinari adeguati. Pertanto, il pretrattamento può ipotizzarsi nel caso di grossi impianti a biomasse con ingente produzione di ceneri. Nel caso di auto-utilizzo in azienda, converrà semplicemente stoccare la cenere il più breve tempo possibile in sacchi sigillati e decidere il miglior metodo per la sua distribuzione in campo.

Le operazioni di distribuzione della cenere possono essere svolte con le modalità normalmente usate per la fertilizzazione dei campi, utilizzando macchinari già disponibili in azienda, come gli spandiconcime agricoli. Nel caso di ceneri tal quali, per evitare perdite dovute all'azione del vento, una buona soluzione può essere quella di miscelarle ai liquami e spargerle con un carrobotte. È sempre consigliabile la pronta lavorazione del terreno ad una profondità di almeno 15 cm, per in-

*it would be convenient to simply store ash in sealed bags for as short a time as possible and then decide on the best way to distribute it in the field. The distribution of ash can be carried out with the operation normally used for fertilizing the field by the machinery available on the farm such as an agricultural fertilizer spreader. For spreading ash as such and avoiding loss due to wind a good solution is mixing it with livestock slurry and spreading it with a tank truck. It is always advisable to work the soil down to the depths of at least 15 cm to ensure the incorporation of the ash and soil and avoid dispersion due to wind and the formation of insoluble carbonates caused by a reaction to water and air. It must be stressed that the use of ash is exactly the same in all ways as the use of granular chemical fertilizer and other treatments such as slurry so reference can always be made to good agricultural practice, the disciplines applied to agricultural production and to the manufacturer's instruments for operating fertilizer spreaders and legislation in this area. The quantity of ash for distribution should be calculated according to crop requirements in relation to the principal nutritional elements named here ( $Ca_2^+$ ,  $Mg_2^+$ ,  $K^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ), thus ideally on a scale equal to what the crop will take up net of loss (Table 1). It is generally recognized that maximum quan-*

corporare le ceneri nel suolo, evitando che queste possano disperdersi per opera dei venti e che formino carbonati insolubili per reazione con acqua e aria. Si sottolinea che l'impiego delle ceneri ricalca in tutto e per tutto l'utilizzo di fertilizzanti chimici granulari e di altri ammendanti quali i liquami; di conseguenza si può far riferimento sempre e comunque alle tecniche di buona pratica agricola, ai disciplinari per le produzioni agricole, alle indicazioni dei costruttori dei mezzi di spandimento e alla legislazione in materia.

La quantità di ceneri da distribuire andrebbe calcolata in base al fabbisogno delle colture rispetto ai principali elementi nutritivi che queste apportano ( $\text{Ca}_2+$ ,  $\text{Mg}_2+$ ,  $\text{K}+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), quindi, idealmente, in misura pari a quella che la coltivazione asporterà al netto delle perdite (Tabella 1). Quantità massime di 5-8 t/ha per anno sono generalmente riconosciute non arrecare alcun pregiudizio al suolo e all'ambiente. Se invece l'obiettivo fosse quello di diminuire l'acidità del suolo, le quantità da spargere andrebbero riferite al contenuto di ossido di calcio (CaO) delle ceneri, con lo stesso criterio con il quale in agronomia si utilizza la calce viva.

**Integrazione della cenere con letame e compost**

La cenere si presta particolarmente bene ad essere additivata al letame e al compost alle dosi indicative di 3-4 kg/m<sup>3</sup> di materiale. Essa infatti assorbe umidità e favorisce quindi l'arieggiamento della biomassa in fermentazione. Inoltre i microrganismi che si sviluppano nel letame liberano acidità che può venire neutralizzata dall'alcalinità della cenere. I minerali contenuti nella cenere sono utilizzati dai microrganismi per la formazione di sostanze organiche che possono poi essere rilasciate nel terreno più facilmente e con migliore gradualità. Di conseguenza la cenere migliora sia la fermentazione



*ties of 5-8 t/ha per year do not prejudice the soil or the environment. On the other hand, if the purpose is to diminish the acidity of the soil, the quantities for spreading will be in relation to the calcium oxide (CaO) the ash contains using the same criteria as that used for the agronomic use of quicklime.*

**Integration of ash with manure and compost**

*Ash performs well as an additive to manure and compost in doses set at 3-4 kg/m<sup>3</sup> of the material. In fact it absorbs humidity and thus favors the aeration of the fermenting biomass. Moreover, the microorganisms developed in manure release acidity which can be neutralized by the alkalinity in the ash. The minerals in the ash are used by the microorganisms for the formation of organic substances which can then be released in the ground*

**TABELLA 1. ASPORTAZIONI DI NUTRIENTI PER DIVERSE TIPOLOGIE DI COLTURE.**

(Fonte: Progetto BIOCEN, progetto del programma regionale di Ricerca in campo Agricolo 2001-2003, regione Lombardia, Comitato Termotecnico Italiano, modificato).

**TABLE 1. DEPLETION OF NUTRIENTS BY VARIOUS TYPES OF CROPS.**

(Source: BIOCEN Project, project of the regional program Research in the Agricultural Field 2001-2003, Lombardy Region, Italian Thermotechnical Committee, modified).

Coltura Crop	Tipo di prodotto Type of product	Resa media Average Yield (t/ha)	Asportazioni / Depletion (kg/t prodotto) / (kg/t product)			Asportazioni / Depletion K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Quantitativo / Quantity consigliato di ceneri of Ash Recommended (t/ha)*
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
Melo / Apple	frutti / fruit	20	2,3	0,8	3,8	76	1,1
Pero / Pear	frutti	8,5	2,3	0,8	3,8	76	1,1
Vite / Vines	frutti	8,5	2,2	0,6	4,8	40,8	0,6
Grano tenero Wheat soft	granella / grain	5	23	9	6	30	0,4
	paglia / straw	4	6	3	23	92	1,3
Grano duro Wheat durum	granella / grain	6	24	9	6	36	0,5
	paglia / straw	5	6	3	23	115	1,6
Mais / Maize	granella / grain	10	18	7	4	40	0,6
	stocchi / stalk	12	6	2	14	168	2,4
Medica / Medicinal	fieno / hay	10	/	5	16	160	2,3
Girasole / Sunflower	granella / grain	2,5	27	11,7	9	22,5	0,3
Soia / Soy	granella / grain	3,5	/	13	20	70	1
Colza / Rape Seed	granella / grain	3,5	31	13	10	35	0,5

\* Riferito a ceneri che contengono una quantità media di K<sub>2</sub>O del 7%  
\* Reference to ash containing average quantity of K<sub>2</sub>O at 7%

del letame e del compost che la disponibilità degli elementi contenuti nella cenere stessa, formando quindi un fertilizzante di qualità superiore.

**Le ceneri da biomassa per la legislazione Italiana**

Le ceneri derivanti da processi di combustione della biomassa sono classificate come "rifiuti speciali non pericolosi" ai sensi del D.lgs. 152/2006 (parte IV). Tale norma stabilisce diverse possibilità di recupero delle "ceneri dalla combustione di biomasse ed affini" con procedure semplificate che riguardano in particolare la produzione di conglomerati cementizi o la produzione di compost e fertilizzanti. Lo spandimento diretto, invece, non è previsto dalla normativa. Le ceneri si configurano comunque come rifiuti e distribuirle sul terreno significherebbe smaltire illegalmente un rifiuto. È quindi necessario qualificare le ceneri come "sottoprodotto", aprendo così nuove possibilità per un loro impiego. È l'art.184-bis, introdotto dal D.Lgs. 205/2010 che recepisce la direttiva 2008/98/CE che indica le diverse condizioni che devono essere rispettate per configurare un materiale come sottoprodotto. Si fa presente che ad oggi non esiste una regolamentazione che riguardi la composizione chimica delle ceneri, né si fa alcun cenno alla presenza di elementi metallici o altri inquinanti. Un'ultima osservazione riguarda il regolamento CE 2092/1991, che ammette l'uso in agricoltura biologica della "cenere di legna" come fertilizzante, ponendo il solo limite che derivi da "legname non trattato chimicamente dopo l'abbattimento".

Ringraziamenti: Studio effettuato grazie al Programma di Sviluppo Rurale (PSR) dalla Regione Toscana 2007-2013 Reg. CE n. 1698/2005 GAL Consorzio Aretino, Misura 124 Asse 4 Leader cofinanziata dal FEASR.

**Giovanni Mastrolonardo  
Carla Nati**

easily and more gradually. The result is that ash improves manure and compost fermentation as well as the availability of the elements contained in the ash itself for the formation of a higher quality fertilizer.

**Biomass ash in Italian legislation**

Ash derived from the combustion processes of biomass is classified as "special non-dangerous waste" in D.lgs. 152/2006 (part IV). This norm establishes various options for the recovery of "ash from the combustion of biomass and kindred" through simplified procedures with special reference to the manufacture of lightweight aggregate blocks and the production of compost and fertilizers. The norm does not cover direct spreading. Ash is therefore considered waste which means that distributing it on the ground would be illegal disposal. This means that ash must be classified as a "byproduct" for opening up new possibilities for its use. In this connection, art. 184-II introduced by decree-law 205/2010 transposing the directive 208/98/EU indicates various conditions which must be met to qualify a material as a byproduct. It must be pointed out that up to the present there is no regulation covering the chemical components of ash nor is there any indication of the presence of metallic elements or other pollutants. The most recent consideration is in the EU 2092/1991 regulation which amends the use of "wood ash" as fertilizer in organic farming and stipulates "timber not chemically treated after felling". Acknowledgements: This study was funded by the Regional Development Programme (PSR) of Tuscany Region 2007-2013 Reg. CE n. 1698/2005 Local Action Group Consorzio Aretino, Measure 124 Line 4 Leader, Co-funded by FEASR.

**Giovanni Mastrolonardo  
Carla Nati**