

Impatto ambientale connesso allo smaltimento delle acque di vegetazione dei frantoi oleari

L'OLIVICOLTURA IN MOLISE

La superficie molisana investita ad oliveto è pari a 13.600 ha circa (dati Istat censimento agricoltura 2000), di cui 11.034 ha, pari al 75% della superficie, sono distribuiti nella provincia di Campobasso, principalmente nel Basso Molise, e i rimanenti 2.572 ha pari al 25% in provincia di Isernia.

La produzione regionale annua di olive nella campagna olearia 2001/2002, è risultata di 268.418 q, con una resa in olio di 50.539 q. Gran parte di esso è prodotto in provincia di Campobasso con oltre il 76%, mentre il restante 24% è prodotto nella provincia di Isernia.

L'olivicoltura è prevalentemente di tipo tradizionale, in coltura specializzata, quasi totalmente collinare e non irrigua, con produttività molto differenti in relazione soprattutto all'ambiente pedo-climatico. La produzione unitaria media di drupe varia mediamente da circa 16 q/ha in provincia di Isernia ai 30 q/ha rilevati in provincia di Campobasso. Le varietà presenti nella regione sono quasi totalmente di origine autoctona anche se due cultivar alloctone, *Leccino* e *frantoio*, sono molto diffuse sul territorio. Tra le prime vi è l'*Aurina*, l'antica *Licinia* della Pentria e la *Gentile di Larino*, la tradizionale cultivar dell'areale Frentano; ma meritano la citazione anche *Bottoni di Gallo*, *Cerasa di Montenero di Bisaccia* e molte altre.

Attualmente l'olivicoltura è estesa principalmente nel Basso Molise ed in particolare nei Comuni di Campomarino, Colletorto, Guardialfiera, Larino, Montenero di Bisaccia, Rotello, S. Martino in Pensilis, Ururi e per quanto riguarda la provincia di Isernia nei territori di Bagnoli del Trigno, Fornelli, Isernia, Montaquila, Monteroduni, Poggio Sannita, Pozzilli.

Il Molise è una regione naturalmente vocata per la coltivazione dell'olivo, sia nelle aree più favorevoli che marginali, con vantaggi sull'ecosistema agrario e sull'estetica del paesaggio. Negli ultimi anni però, si assiste ad un crollo di competitività del settore olivicolo regionale e italiano in genere, per diversi fattori, tra cui una forte concorrenza straniera che diventa sempre più agguerrita, una elevata frammentazione produttiva, un aumento progressivo dei costi di produzione, con diminuzione delle rese produttive ad ettaro.

Olive molite dai frantoi operativi nella Regione Molise, durante la campagna olearia 2001-2002

Provincia	n° frantoi	olive q	olio q	sanse q
Campobasso	96	208.611	38.506	77.845
Isernia	23	59.807	12.033	21.741
Totale regionale	119	268.418	50.539	99.586

Dati: Assessorato alle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali della Regione Molise

PROGETTO DI STUDIO DI COMPARTO

Per ciò che concerne le possibilità di inquinamento ambientale del comparto, sono essenzialmente legate allo smaltimento delle acque di vegetazione. Il problema ambientale relativo allo smaltimento di tali reflui è, nella Regione Molise, poco conosciuto. Per incrementare il livello di conoscenza, l'Arpa Molise nell'anno 2003, ha predisposto un progetto di studio dal titolo "Analisi ambientale del comparto produttivo dell'olio di oliva". Lo scopo di questo studio è stato quello di **analizzare tutti gli aspetti ambientali connessi a ciascuna fase del ciclo produttivo, in modo da suggerire rimedi ed eventuali inadeguatezze riscontrate, ed acquisire esperienze utili per la diminuzione degli impatti ambientali determinati nell'ambito del settore produttivo**. L'analisi delle problematiche ambientali legate al comparto è stata effettuata andando a misurare direttamente in azienda gli impatti che il ciclo produttivo genera sul territorio.

A tal fine **sono state elaborate delle schede sintetiche** per la raccolta dei dati utili ai fini della individuazione delle pressioni e degli indicatori ambientali connessi alle varie fasi del ciclo produttivo dell'olio di oliva e sono state inviate a tutti i Frantoiani della regione, a fine della campagna molitoria 2001/2002.

Tali schede erano composte da una parte di inquadramento generale dell'azienda produttiva e una più dettagliata nella quale si trovavano voci specifiche per ogni fase lavorativa (pulitura e lavaggio delle drupe, molitura, gramolatura, estrazione, separazione, conservazione). Queste informazioni sono state utilizzate per determinare il bilancio globale del ciclo produttivo.

PROFILO GENERALE DELLE AZIENDE INTERVISTATE

Le adesioni da parte dei frantoiani a questo studio sono state elevate, infatti su **119** strutture operanti in regione, **54 (45%)** hanno collaborato alla compilazione del questionario.

L'esame complessivo dei dati raccolti delinea un panorama composto da piccole aziende. La maggior parte di esse ha un'ampiezza produttiva ≤ 500 t/anno di olive lavorate, con una netta prevalenza di quelle al di sotto di 250 t/anno. Il numero di addetti ai frantoi non supera normalmente le 3-4 persone, ed operano nel periodo autunnale-invernale in siti di estensione limitata, compresa tra i **100 m² e i 350 m²**. I siti si trovano prevalentemente in aree rurali o, con minore frequenza, in aree urbane.

Le tre principali tecnologie estrattive sono tutte presenti in regione, con una forte prevalenza di quella tradizionale:

Estrazione per pressione di tipo tradizionale: **60%**

Estrazione per centrifugazione a tre fasi: **24%**

Estrazione per centrifugazione a due fasi: **16%**

La conservazione nel frantoio dell'olio prodotto risulta adeguato alle richieste d'uso di materiali idonei, sia dal punto di vista igienico-sanitario, che da quello della conservazione ideale del prodotto.

ANALISI DEGLI INDICATORI DI PERFORMANCE AMBIENTALE

Gli indicatori di performance ambientale sono degli **strumenti di analisi** che forniscono elementi per **comprendere in modo diretto e sintetico un problema**, una tendenza o un fenomeno che incide sull'ambiente. Rispetto a questa analisi di settore, i principali indicatori richiedono un confronto su base regionale degli impatti delle acque, delle sanse, dei rifiuti e dell'impiego di energia. Gli indicatori sono calcolati in riferimento all'olio prodotto durante la relativa campagna molitoria e dunque di anno in anno, risentono delle differenti rese di produzione.

Sanse

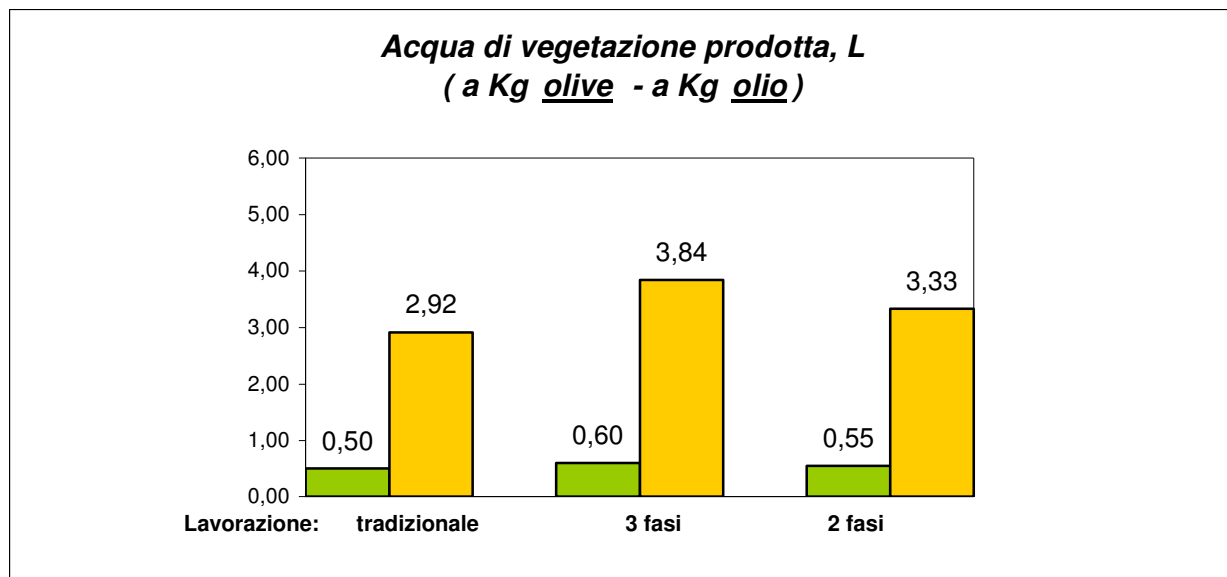
Le sanse vengono generalmente cedute ai frantoiani che dispongono di aree per lo stoccaggio temporaneo. L'uso agronomico delle sanse, non è diffuso. Esse risultano quasi sempre cedute ai frantoiani. Anche in questo caso i risultati mostrano che la lavorazione tradizionale produce la minor quantità di sansa per unità di prodotto (olive oppure olio) grazie al loro minor contenuto di acqua.

Consumi idrici

Acque di vegetazione prodotte (AV)

Gli Indicatori più favorevoli sono relativi alla lavorazione tradizionale. Gli impianti con decanter mostrano la maggior produzione unitaria di acque di vegetazione con un Indicatore più favorevole per quelli a "2 fasi". La possibilità dello spargimento al suolo per fini agronomici è la scelta più frequente, rilevata per **oltre il 90%** dei casi, anche in considerazione del fatto che la maggior parte dei frantoi è situata in aree rurali. La vasca di raccolta per lo stoccaggio temporaneo delle acque è spesso presente ed è scaricata circa 6 volte a campagna molitoria.

I trattamenti depurativi sulle AV prima dello scarico sono numericamente molto limitati o del tutto assenti.

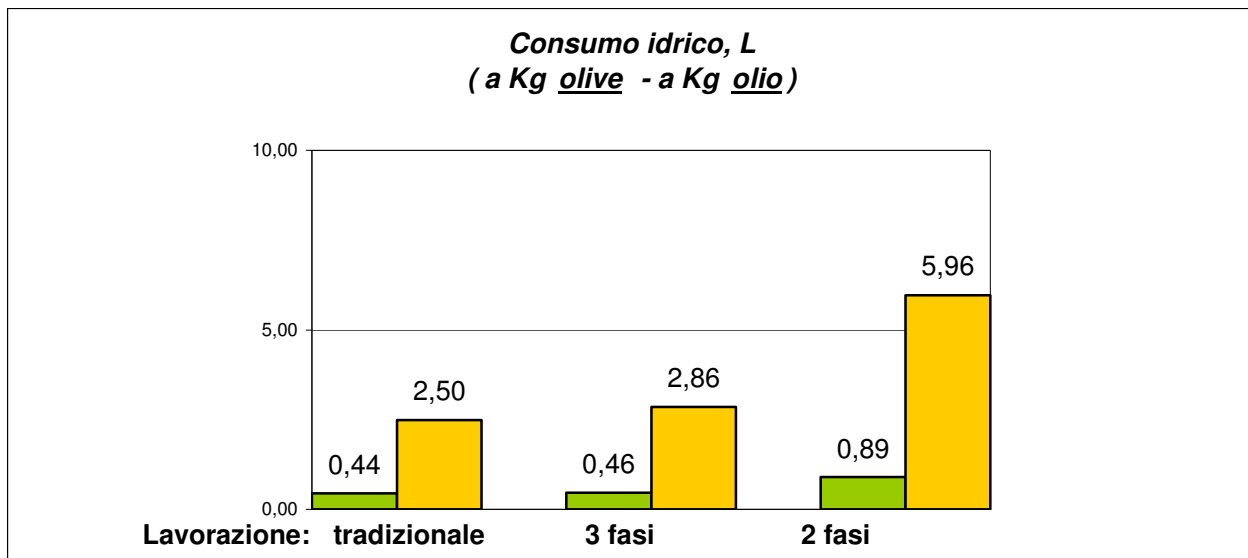


Acque di pulitura delle olive

Le acque di pulitura delle olive **mostrano dati molto variabili**, tanto da non riconoscere chiare relazioni con le relative realtà produttive. La maggior parte dei frantoi intervistati è dotata di lavatrici, ma il consumo di acqua è da mettere in relazione allo stato **di pulizia dei frutti** conferiti che, a sua volta, dipende dai metodi di raccolta e dalle **condizioni meteorologiche** del momento. Queste acque sono principalmente inquinate da solidi sospesi e solidi sedimentabili e la loro destinazione risulta essere la fognatura o il suolo.

Consumi idrici tecnologici totali

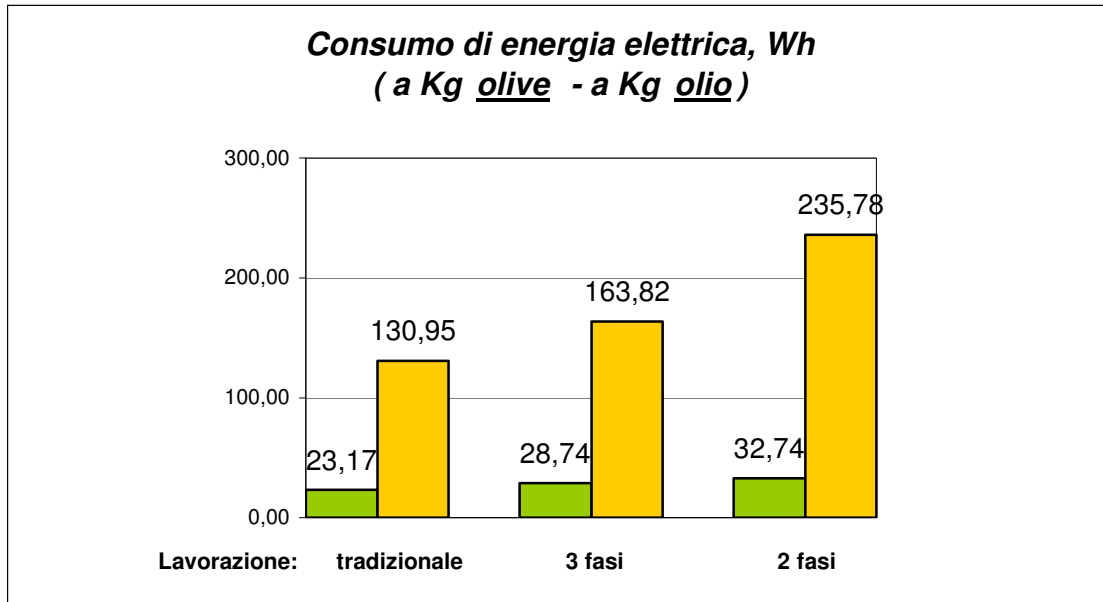
Nel complesso, l'entità dei consumi idrici tecnologici totali, che includono quelli destinati alla **pulizia e all'igiene dei frantoi e al lavaggio delle olive**, è un'operazione poco standardizzata. Dal confronto tra i dati, risulta un consumo unitario crescente dalla lavorazione tradizionale, al "3 fasi" e al "2 fasi". Come si desume dall'esame degli Indicatori e dei grafici, risulta un consumo significativamente alto di acqua, a paragone con altre realtà olivicole, senza che se ne possa chiaramente spiegare il motivo.



Consumi energetici

Energia elettrica. Per il consumo di energia elettrica non vi sono osservazioni di rilievo perché i dati sono conformi a quanto ci si aspetta dalle tecnologie impiegate. Nel caso di frantoi di grande ampiezza produttiva, i consumi sono risultati sensibilmente minori rispetto ai siti più piccoli. Infatti, l'esercizio prolungato degli impianti è ovviamente meno dispendioso grazie al minor numero di avviamenti/fermate necessari.

I valori degli Indicatori sono paragonabili a quelli di altre regioni. Gli Indicatori calcolati rispetto all'olio prodotto, mostrano cospicue differenze tra le tecnologie sia pure nella stessa annata. In questo caso, oltre ai fattori locali, si devono tenere in debito conto le rese in olio ottenute.



Altri combustibili

Gli impianti termici asserviti al ciclo produttivo sono alimentati da **metano nel 18%** dei casi, da **GPL nel 4%** e da **legna nel 10%**. Non si hanno ulteriori informazioni relative agli altri casi.

Il metano è sicuramente un combustibile a ridotto impatto ambientale e, sotto questo profilo è auspicabile una rapida conversione dei bruciatori per adattarli all'uso di questo gas. Tuttavia, la rete di distribuzione non è ovunque così capillare da raggiungere tutti i siti interessati.

Rifiuti

Per quanto riguarda i rifiuti, non sono state fornite indicazioni valutabili. Si tratta di **rifiuti speciali non pericolosi** come i fanghi provenienti dalla decantazione delle AV, degli imballaggi di vari materiali o di rifiuti assimilabili agli urbani. Tra i **rifiuti pericolosi** si annoverano soltanto gli oli minerali e i relativi filtri, impiegati nelle macchine dei frantoi.

Rumore

L'inquinamento acustico è dovuto ai rumori prodotti in maggior misura dai frangitori, dalle gramole e dai decanter. Alcuni dei frantoi intervistati hanno adottato misure di contenimento mediante l'insonorizzazione delle macchine più rumorose o con l'uso di pannelli fonoassorbenti.

Sistemi di gestione ambientale

Non sono stati rilevati casi di attivazione di sistemi per la gestione ambientale.

REFLUI E SOTTOPRODOTTI DELLA TRASFORMAZIONE DELLE OLIVE

Il processo di estrazione dell'olio é di norma identificato come la fase della "Trasformazione", in questa fase, qualunque sia il metodo utilizzato (estrazione per pressione o per centrifugazione), si formano anche dei reflui e sottoprodotti in quantità non indifferente.

I materiali suddetti prendono comunemente il nome di "**Acque di vegetazione** " e "**Sanse**".

Le caratteristiche chimico-fisiche di queste materie variano però sostanzialmente in relazione al metodo di estrazione che si adotta.

Qualità e proprietà delle acque di vegetazione

Le *acque di vegetazione* sono costituite sostanzialmente:

- dall'acqua di vegetazione delle olive stesse
- dalle acque di diluizione delle paste usate negli impianti continui.
- dalle sostanze solubili disciolte nelle drupe

L'acqua di costituzione delle olive ammonta al 40-50% in peso della drupa, mentre l'acqua di lavaggio delle olive corrisponde a circa il 5 % del peso delle olive lavorate e le acque di lavaggio degli impianti ne rappresentano il 5-10%.

Le sostanze solubili presenti nella drupe sono essenzialmente: zuccheri, acidi organici, polialcoli, elementi minerali quali potassio, fosforo e calcio; nel caso dell'estrazione a ciclo continuo, invece, a quanto sopra si aggiunge l'acqua utilizzata per diluire la pasta di olive.

Pertanto il refluo prodotto nel processo di estrazione tradizionale (discontinuo) dell'olio corrisponde al 40-65% del peso delle drupe lavorate; invece nel caso di processi continui, occorre considerare anche l'acqua usata per la fluidificazione delle paste in fase di estrazione per agevolare la fuoriuscita dell'olio, di conseguenza la produzione di refluo aumenta e raggiunge valori che oscillano, in relazione alla caratteristica delle paste e alle condizioni di estrazione, tra il 90 ed il 110% del peso delle olive lavorate.

Le AV possono essere considerate esenti, in linea di principio, da microrganismi e virus patogeni.

Bisogna tenere presente che, durante lo stoccaggio in vasconi di lavaggio, la concentrazione di alcuni componenti organici facilmente fermentescibili diminuisce, anche notevolmente, per l'azione dei microrganismi aerobi ed anaerobi che li decompongono, il pH generalmente aumenta, mentre il BOD5 tende a diminuire, così come la quantità di solidi sospesi, che tendono a sedimentare.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione microbiologica delle acque di vegetazione, dai dati disponibili emerge che la popolazione microbica è prevalentemente costituita da batteri, tra i quali i più numerosi sono i cellulolitici mentre risultano assenti i nitrificanti; anche se in numero minore, sono inoltre presenti lieviti e funghi.

I reflui oleari, molto ricchi in elementi nutritivi minerali quali potassio e, in quantità più ridotte, azoto, fosforo e magnesio, possono sostituire parte degli elementi nutritivi apportati dalla fertilizzazione classica. Inoltre, essendo prevalentemente costituiti da sostanza organica essi sono un ottimo substrato per lo sviluppo della microflora che permette il miglioramento delle proprietà chimico-fisiche del suolo.

Pertanto i reflui di frantoio possono essere considerati ammendanti vegetali liquidi di origine naturale e la loro applicazione al suolo come ferti-irriganti realizza il duplice scopo di consentire la loro degradazione chimica e biologica e di arricchire il suolo in sostanza organica ed elementi nutritivi.

In questa ottica, gli elevati valori di BOD5 e di COD dei reflui oleari, che li rende estremamente a rischio nel caso di un loro scarico in corpi idrici superficiali e profondi, rappresentano invece un'opportunità nel caso del loro spandimento nel suolo.

Caratteristiche chimico-fisiche delle AV provenienti da due processi di estrazione dell'olio.

parametri	Processo continuo a centrifugazione			Processo discontinuo a pressa		
	Minimo	Medio	Massimo	Minimo	Medio	Massimo
pH	5.1	5.4	5.8	4.7	5.4	5.5
Acqua (%)	79.85	86.4	91.7	90.4	93.5	96.5
Composti organici (%)	7.22	12	18.3	2.6	5.2	8
Sostanze grasse (%)	0.02	0.5	1	0.5	1.3	2.3
Sostanze azotate (%)	1.2	1.8	2.4	0.17	0.3	0.4
Zuccheri (%)	2	4.5	8	0.5	1.5	2.6
Acidi organici (%)	0.5	0.9	1.5	-	tracce	-
Polialcoli (%)	1	1.1	1.5	0.9	1.1	1.4
Pectine, mucillagini, tannini (%)	1.3	1.5	1.7	0.23	0.37	0.5
Polifenoli	1.2	1.7	2.4	0.3	0.63	0.8
COD (g/l)	54.1	208	318	28.9	49.5	79.1
BOD5 (g/l)	19.2	90.2	134.8	17	28.7	41.2
P2O5 (%)		0.21			0.06	
SO ₃ , SiO ₂ , FeO, MgO (%)		0.09			0.02	
K ₂ O (%)		0.71			0.19	
Na ₂ O (%)		0.1			0.03	

Qualità e proprietà della sansa

Si precisa prima di tutto che tali caratteristiche sono simili, sia nel caso di sanse provenienti da processi tradizionali, sia nel caso di processi a basso consumo d'acqua.

Ciò che caratterizza maggiormente questo sottoprodotto è l'umidità residua che può variare in ragione del 25-30% sul totale della massa in virtù del metodo di estrazione.

Infatti con frantoi di tipo tradizionale avremo sansa più secche, progressivamente il tenore di umidità aumenta se le sanse provengono da frantoi a ciclo continuo sino a raggiungere percentuali anche superiori al 60% nel caso a "due fasi".

Le sanse sono utilizzabili per un'ulteriore estrazione della frazione oleosa ancora presente in esse e successivamente il residuo secco può essere impiegato come combustibile.

L' utilizzo della sansa è però condizionato dall'umidità presente nella sansa stessa, i **sansifici**, ovvero quegli stabilimenti che mediante l'uso di solventi chimici provvedono all'estrazione dell'olio residuo, trovano qualche difficoltà ad utilizzare sanse molto umide per le quali spesso non effettuano il ritiro.

Può quindi verificarsi il caso in cui anche la sansa da sottoprodotto avente un certo valore commerciale, divenga un reflu da smaltire.

Occorre quindi ricordare come in determinate situazioni i sansifici si sono dotati di mezzi e strutture capaci di utilizzare anche le sanse umide, estraendo l'olio previo un processo di essiccamento oppure impiegando macchine centrifughe che ripassano la sansa ancora ricche di olio. Tutto questo è chiaramente connesso al valore economico che l'olio di sansa assume nei diversi contesti.

Caratteristiche chimico fisiche della sansa vergine da impianto tradizionale.

Umidità (a 105 °C)	52.05
pH	5.20
Azoto totale (come N) (%)	0.96
Fosforo totale (come P2O5) (%)	0.56
Carbonio organico totale (%)	60.45
Rapporto C/N	62.97
Carbonio organico totale estratto (%)	30.85
Carbonio umificato estratto (%)	11.40
Carbonio non umificato estratto (%)	18.45
Grado di umificazione (DH) (%)	36.95
Tasso di umificazione (HR) (%)	18.86
Indice di umificazione (HI) (%)	1.65

TECNOLOGIE DISPONIBILI DI ABBATTIMENTO DEI REFLUI

Moltissimi procedimenti sono disponibili per il trattamento dei reflui ma ognuno di essi deve essere preso in considerazione in base ad alcuni parametri principali:

- 1) Resa: deve essere possibilmente totale, ovvero azzerare lo scarico del refluo
- 2) Costo: deve incidere il meno possibile sul costo del prodotto
- 3) Applicabilità: non deve richiedere eccessive esperienze specialistiche
- 4) Compatibilità: non deve produrre un impatto ambientale uguale o superiore a quello che dovrebbe combattere.

Tipologie di trattamenti dei reflui

I trattamenti tesi all'abbattimento dei reflui della lavorazione possono suddividersi in due categorie generali:

- 1) Trattamenti di tipo convenzionale – Ove intendonsi tutti quei trattamenti che per affidabilità, semplicità di esecuzione ma soprattutto che siano indicati come reale soluzione del problema
- 2) Trattamenti di tipo non convenzionale – Ove intendonsi tutti quei trattamenti che non rientrano nella categoria precedente perché in fase di sperimentazione.

Trattamenti di tipo convenzionale

Fermentazione anaerobia – Questo metodo non garantisce una resa soddisfacente, poiché si vengono a sommare problemi di compatibilità ambientale o di costi di smaltimento dei residui che contengono ancora concentrazioni elevate di inquinante.

Spargimento sul terreno o fertirrigazione – Simili per tecnologia di attuazione, questi due metodi propongono una resa totale e costi assai contenuti, ma presentano problemi di applicabilità legati alle caratteristiche del territorio e delle coltivazioni cui sono destinati i reflui.

Trattamento con calce – Consiste sommariamente nella miscelazione con calce idraulica seguita da filtrazione su filtro a sabbia. Il processo è soddisfacente dal punto di vista dei costi e della applicabilità ma la resa di abbattimento non supera il 40%, lasciando insoluti problemi di compatibilità e di costi per quanto riguarda i residui.

Chiariflocculazione – Una chiariflocculazione che abbia come obiettivo il raggiungimento dei limiti di scarico di legge e garantire la compatibilità ambientale, deve utilizzare impianti appositi, prodotti chimici relativamente costosi e deve essere completata da un trattamento su carbone attivo. Ciò porta a ritenere il metodo insoddisfacente.

Trattamenti di tipo non convenzionale

Ultrafiltrazione – I processi con membrane, di cui si avvale l'ultrafiltrazione, sono attuati in diversi ambiti produttivi, ma meno consueti nel settore depurazione, perché sono abbinati ad impianti ad elevato contenuto tecnologico, hanno costi elevati per le membrane e nel caso specifico, non sono in grado di garantire il raggiungimento di rese elevate in un solo passaggio. In ogni caso il processo si limita all'ottenimento di un concentrato che deve essere smaltito con ulteriori costi.

Elettrossidazione – I limiti di questo processo sono simili a quelli dell'ultrafiltrazione. Non è raggiungibile lo smaltimento totale, sono richieste apparecchiature molto sofisticate e costi energetici sono elevati. Inoltre alcuni sottoprodotti volatili possono incidere sulla compatibilità ambientale.

Trattamento fotosolare – Questo metodo è basato sull'azione dell'energia solare incidente su di uno strato sottile di AV, in presenza di un fotocatalizzatore. In queste condizioni avvengono i seguenti fenomeni: Ossidazione fotochimica dei componenti organici, in particolare di quelli fenolici; Riscaldamento ed evaporazione della parte acquosa con conseguente concentrazione del refluo; Formazione di agglomerati solidi per reazione tra i composti organici presenti (proteine, polifenoli, zuccheri). Il limite è la lentezza del processo non compatibile con le esigenze del comparto.

TRATTAMENTO DELLE SANSE ESAUSTE

La sansa esausta più che un residuo da smaltire va considerata come materiale a contenuto energetico e tecnologico da riutilizzare. Il potere calorifico della sansa si aggira intorno alle 4000 Kcal/Kg.

Può essere usata dunque come:

Combustibile – Processo ad elevata resa, costi limitati alla costruzione e gestione del combustore, di facile applicazione e di impatto ambientale controllabile attraverso i normali metodi di abbattimento dei fumi.

Letto filtrante – Da utilizzarsi per il trattamento delle AV cui far seguire uno smaltimento in veste di combustibile ovvero additivo dei terreni, direttamente o previo compostaggio. In questo caso la resa di smaltimento è totale ma è legata a presupposti agronomici da verificare, pena un elevato rischio di incompatibilità ambientale.

Materiale per prodotti di isolamento termico ed acustico – Richiede la presenza di siti produttivi di stampo decisamente industriali.

SPARGIMENTO DELLE ACQUE DI VEGETAZIONE DEI FRANTOI OLEARI SUL TERRENO AGRARIO

La progressiva diminuzione del contenuto di sostanza organica nei suoli sottoposti ad agricoltura intensiva è particolarmente preoccupante in Italia, specialmente nelle regioni meridionali dove la sostanza organica si decompone più rapidamente.

Le conseguenze di tale diminuzione sono immediatamente identificabili dalla degradazione delle proprietà fisiche dei suoli accompagnata dal consistente aumento dei rischi erosivi.

L'utilizzazione agronomica di biomasse di rifiuto e di scarto come i sottoprodotti dei frantoi oleari ha quindi assunto particolare interesse quale mezzo per reintegrare la perdita di sostanza organica, per riciclare in maniera corretta gli elementi nutritivi ed infine per la possibilità di smaltire questi rifiuti al più basso costo possibile.

L'utilizzazione agronomica delle AV è consentita dal 96 anche dalla legge n° 574/96 che ne stabilisce quantità e modi di utilizzazione.

Per una valutazione quantitativa delle modificazioni fisiche e chimiche dei terreni trattati con i residui della lavorazione delle olive è necessario tener presente la notevole variabilità della composizione chimica di questi materiali, tutti caratterizzati da bassi pH e da una elevata presenza di sali e di sostanza organica contenente elevate quantità di frazioni difficilmente biodegradabili; inoltre la loro composizione chimica può variare anche a causa dello stoccaggio per effetto della parziale sedimentazione della frazione insolubile, della trasformazione microbiologica della sostanza organica e dell'evaporazione della componente acquosa.

Aspetti economici nella gestione dei reflui oleari

Le ricerche svolte finora sia in Italia che negli altri Paesi produttori europei sullo spandimento delle acque di vegetazione sui suoli agricoli si sono soffermate essenzialmente sugli aspetti tecnici ed agronomici del problema trascurando le conseguenti valutazioni economiche che risultano spesso parziali e limitate a specifiche realtà produttive. Le poche indicazioni presenti in letteratura non permettono quindi di formulare una valutazione sufficientemente precisa ed articolata della validità tecnica ed economica di questa soluzione soprattutto se si considerano anche i costi sociali dovuti ad un possibile inquinamento ambientale o alla gravosità del sistema dei controlli.

Ancora meno studiati sono gli aspetti economici relativi ad eventuali trattamenti (compostaggio) dei reflui oleari che permetterebbero di stabilizzare il contenuto organico presente nei reflui e di ottenere ammendanti organici estremamente utili per il miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni, soprattutto di quelli dell'Italia meridionale notoriamente carenti di sostanza organica. Questa soluzione permetterebbe la distribuzione dell'ammendante durante l'intero anno evitando i problemi legati alla concentrazione della campagna di lavorazione delle olive in un numero limitato di giorni e per di più nella stagione autunnale caratterizzata da abbondanti precipitazioni. Anche per questa soluzione vanno attentamente valutati sia i costi diretti (materie prime, energia, lavoro, controllo, manutenzione, ecc.) che i costi indiretti (ammortamenti, costi di esercizio, imposte, ecc.) nonché i ricavi necessari per stabilire la redditività degli investimenti.

Effetto sulle proprietà del suolo.

PROPRIETÀ FISICHE DEL TERRENO

Lo studio e la quantificazione delle modificazioni fisiche del terreno dipende da molti fattori primo fra tutti l'ambiente pedologico in cui si opera, cioè le proprietà del suolo, quindi le condizioni climatiche, la quantità e il tipo del materiale somministrato, con particolare riguardo alla qualità della sostanza organica in esso presente e alla sua velocità di decomposizione, il modo di incorporazione nel terreno, ecc. La valutazione degli effetti delle somministrazioni delle biomasse di rifiuto e di scarto, inclusi anche i sottoprodotti dei frantoi oleari, sulle proprietà fisiche dei suoli viene espressa attraverso la quantificazione delle modificazioni delle caratteristiche strutturali quali la porosità o meglio il sistema dei pori, la stabilità degli aggregati, la ritenzione e i movimenti.

1 - Porosità

La porosità è l'indicatore principale delle qualità strutturali dei suoli e la sua caratterizzazione è quindi fondamentale per valutare l'impatto sull'ambiente suolo delle somministrazioni di materiali organici.

Le informazioni disponibili evidenziano che la somministrazione dei sottoprodotti dei frantoi oleari migliora, in generale, il sistema dei pori nel terreno.

Per quanto concerne la microporosità (porosità all'interno degli aggregati) questa sembra diminuire negli aggregati superficiali nelle prime settimane dopo la somministrazione per poi aumentare, dopo circa un mese, in modo significativo rispetto al terreno non trattato in concomitanza con l'aumento della attività microbica. Questo aumento è dovuto all'incremento dei pori compresi fra 0,5 e 50 µm, che costituiscono la riserva idrica per le piante ed i microrganismi.

La macroporosità generalmente aumenta in seguito ai trattamenti e l'entità di tale aumento dipende dal tipo di suolo e dal volume di acque somministrato ed è generalmente proporzionale alla quantità

somministrata. Quando si usano però dosi molto elevate, oltre i $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, si possono verificare danni alla struttura specialmente in terreni tendenzialmente argillosi, con una evidente diminuzione di porosità. Altro fattore importantissimo è l'epoca di somministrazione in quanto i migliori risultati si ottengono con i trattamenti primaverili, dato che le condizioni ottimali di umidità e temperatura favoriscono l'attività biologica del terreno. Per quelle invernali molto spesso l'incremento della porosità non è significativo rispetto al terreno non trattato. L'effetto del miglioramento della porosità in seguito alla somministrazione dei reflui oleari non va oltre il singolo ciclo colturale cioè in quanto, essendo la sostanza organica di tali reflui facilmente decomponibile, la sua azione miglioratrice sulla struttura del terreno si esaurisce piuttosto rapidamente. Il miglioramento della porosità generalmente si manifesta con un aumento dei pori allungati (interconnessi e continui) compresi fra 50 e 500 μm , detti pori di trasmissione. Generalmente si assiste al passaggio da una struttura formata da grossi aggregati piuttosto compatti al loro interno, nel terreno non trattato, ad una struttura poliedrica subangolare più uniforme con piccoli aggregati separati da pori interconnessi e continui.

La somministrazione delle acque di vegetazione riduce notevolmente la formazione della crosta superficiale, e questo aspetto di prevenzione di fenomeni di degradazione strutturale è molto importante proprio perché le croste superficiali riducono l'infiltrazione dell'acqua e quindi, a seconda della giacitura del suolo, aumentano notevolmente i rischi di erosione o di sommersione.

2 - Stabilità degli aggregati

La stabilità degli aggregati segue più o meno lo stesso andamento dalla microporosità all'interno degli aggregati stessi: un aumento qualche settimana dopo la somministrazione - e tale aumento è fortemente dipendente dall'epoca della stessa - ed una diminuzione dopo qualche mese. L'aumento della stabilità strutturale è dovuta all'azione cementante dei polimeri organici, principalmente polisaccaridi, derivati dalla decomposizione della frazione organica dei reflui. La successiva decomposizione dei polimeri organici deprime la capacità stabilizzante della sostanza organica, per cui sono necessarie successive e oculate somministrazioni di acque di vegetazione.

Il miglioramento della stabilità degli aggregati è molto importante soprattutto nello strato superficiale dato che molti dei terreni intensamente coltivati presentano, come già ricordato, croste superficiali formate in seguito all'azione battente della pioggia. La somministrazione al terreno di acque reflue di frantoi oleari si è rivelata efficace per prevenire o ridurre il processo di formazione di dette croste superficiali.

3 - Ritenzione idrica

La somministrazione di materiali organici al terreno ne influenza la ritenzione idrica in due modi. Il primo è un effetto diretto dovuto alla frazione organica dei reflui e dei prodotti di decomposizione che hanno un'alta capacità di adsorbimento dell'acqua. Il secondo è un modo indiretto dovuto al miglioramento della porosità e soprattutto all'aumento, sopra menzionato, dei pori compresi fra 0,5 e 50 μm .

Anche l'aumento della ritenzione idrica si verifica qualche settimana dopo la somministrazione dei reflui oleari.

4 - Infiltrazione dell'acqua

I dati disponibili in letteratura circa l'effetto della somministrazione dei sottoprodotti dei frantoi oleari sull'infiltrazione e la conducibilità idrica sono molto scarsi. Comunque i miglioramenti sopra descritti inerenti la struttura, la porosità e soprattutto il sistema dei pori si riflettono inequivocabilmente in un miglioramento anche delle proprietà idrologiche. Anche in questo caso, il miglioramento si verifica dopo qualche settimana dalla somministrazione dei reflui in concomitanza con le migliori condizioni strutturali e con la maggiore attività biologica. Subito dopo lo spandimento dei reflui l'azione di idrorepellenza esplicata dalle particelle grasse adsorbite negli strati superficiali del terreno può far diminuire l'infiltrazione. Tale azione idrorepellente si attenua in breve tempo con la decomposizione di queste sostanze grasse.

La conducibilità idrica è un parametro essenziale per stabilire i volumi da somministrare. In caso di bassa conducibilità idrica ($<5 \text{ mm h}^{-1}$) è fondamentale procedere con somministrazioni di bassi volumi, per evitare che le perdite per ruscellamento superficiale possano causare l'inquinamento delle acque di superficie. Non solo, ma dosi eccessive possono aumentare l'idrorepellenza in questi suoli e provocare, nell'immediato, una ulteriore diminuzione di infiltrazione con ulteriori rischi di scorrimento superficiale oppure di sommersione, a seconda della giacitura del suolo. I volumi da somministrare devono essere calcolati con oculatezza anche per i terreni caratterizzati da alta conducibilità idrica ($>150 \text{ mm h}^{-1}$) in quanto l'eccessiva percolazione può portare parte della frazione organica delle acque reflue nelle acque di falda.

PROPRIETÀ CHIMICHE DEL TERRENO

Per una migliore comprensione delle variazioni delle proprietà chimiche dei terreni occorre tener presente che tutti i componenti solubili e insolubili dei reflui oleari sono coinvolti in numerosi processi di natura chimico-fisica e microbiologica che ne influenzano la mobilità e la biodegradabilità. I valori analitici dei diversi parametri chimici dei terreni trattati sono quindi la risultante di complesse interazioni, variabili

sia nel tempo che nello spazio, che possono alterare, anche in maniera consistente, i valori analitici presenti nei reflui prima del loro incorporamento nel terreno.

1 - pH

Il grado di acidità e di basicità si misura mediante una scala i cui valori a 25 °C sono compresi tra 1 e 14, chiamata scala di pH.

La reazione acida dei reflui, pH circa 5, è causata dalla frazione di sostanza organica composta da acidi organici. Diverse ricerche hanno preso in esame questo parametro nell'ambito dell'interazione reflui oleari-terreno. I risultati ottenuti sono assai concordanti e le conclusioni che possono essere tratte indicano che questo parametro è scarsamente influenzato se i reflui sono utilizzati secondo le dosi stabilite dalla legislazione vigente. Solo in caso di dosi massicce, è stata notata una diminuzione evidente del pH del terreno che, tuttavia, tende a scomparire dopo 1-2 mesi.

2 - Conducibilità elettrica (CE)

I residui della lavorazione delle olive contengono notevoli quantità di sali, circa 20 g L⁻¹. Tuttavia, come nel caso del pH, dosi di reflui aggiunti al terreno in accordo con la legge 574/1996 hanno limitati effetti su questo parametro. Sensibile è invece l'aumento della CE quando siano state utilizzate dosi assai maggiori. In questo caso, i tempi di scomparsa degli effetti delle acque di vegetazione raggiungono le 16 settimane per la dose di 320 m³ ha⁻¹ e le 6 settimane per quella di 160 m³ ha⁻¹.

3 - Sostanza organica

La componente organica delle AV è essenzialmente ad uno stato non umificato, per cui una volta distribuita sul suolo va incontro a processi di mineralizzazione e di polimerizzazione ossidativi, a vantaggio della fertilità globale del suolo. Alcuni composti come zuccheri, acidi volatili e sostanze grasse sono degradabili abbastanza rapidamente, mentre i composti più complessi sono a più lenta demolizione. I reflui oleari hanno una influenza positiva sul contenuto di sostanza organica del suolo quando sono somministrati in dosi non inferiori a 40 metri cubi ad ettaro. Prove su frumento hanno evidenziato un incremento del contenuto di sostanza organica dopo 20 giorni dall'applicazione del refluo a partire dalla dose di 40 metri cubi ad ettaro. Di alcune delle frazioni che costituiscono la sostanza organica dei reflui è anche stato studiato in dettaglio il destino nel suolo. In particolare, sono state prese in esame le sostanze grasse, gli acidi volatili e gli zuccheri. Queste sostanze aumentano nei suoli trattati ed il loro incremento è generalmente proporzionale alle quantità di reflui aggiunte. Tuttavia, questo fenomeno è temporaneo e si assiste ad una loro completa degradazione dopo poco più di un mese mentre, alla stessa data, il COD dei suoli trattati è ancora più elevato rispetto ai testimoni.

4 - Composti fenolici

Di tutte le classi di composti costituenti la frazione organica dei reflui, i composti fenolici meritano una trattazione separata per i numerosi processi in cui sono coinvolti oltre a dare, con la loro presenza, il colore marrone scuro ai reflui oleari. La peculiarità di alcuni di questi prodotti risiede nella loro lenta biodegradabilità e nell'azione antimicrobica. Questa ostacola sensibilmente la biodegradazione delle acque di vegetazione, specialmente per quanto riguarda i glucidi semplici e complessi, rallentando quindi la naturale riduzione del carico inquinante dei reflui. Inoltre, specialmente i polifenoli solubili in acqua sono anche responsabili di fenomeni di inibizione di germinazione, crescita e sviluppo di diverse piante erbacee. A questo proposito è stato osservato un effetto erbicida in terreni trattati con reflui oleari.

Tutti i lavori disponibili in letteratura mostrano aumenti dei composti fenolici nei terreni trattati. La loro mobilità lungo il profilo del terreno è legata alle caratteristiche fisiche dei suoli e all'andamento climatico, perché sono trattenuti dai colloidali e solo in terreni particolarmente sciolti e in caso di stagione molto piovosa possono traslocare negli strati più profondi. Tuttavia, questi incrementi sono temporanei e non superano, anche nel caso di dosi massicce, i tre mesi. Anche se alcuni Autori riportano che i fenoli sono trattenuti dai colloidali del suolo e/o sono biodegradati nel terreno agrario, la presenza di fenoli è stata rilevata in pozzi, anche profondi, localizzati in una zona ad elevata densità di piccoli e medi frantoi dove lo sversamento dei reflui oleari nei campi è pratica comune. La causa di questo fenomeno è stata attribuita a discontinuità stratigrafiche, errata costruzione dei pozzi, non adeguate pratiche di sversamento ed agli andamenti pluviometrici. L'importanza dei polifenoli nel terreno non è dovuta alla loro azione tossica diretta sulle piante, anche se i polifenoli solubili esplicano una azione erbicida impedendo germinazione, sviluppo e crescita di diverse piante erbacee, quanto alla loro azione antiossidante e batteriostatica, che può influenzare i cicli ossidativi dei nutrienti organici e minerali presenti nel terreno. Fra questi rivestono particolare importanza, per i risvolti ambientali, le ossidazioni a nitriti e nitrati dei composti ammoniacali.

5 - Elementi di fertilità e principali anioni e cationi

Allo scopo di valutare l'effetto dei reflui oleari sulla fertilità chimica del terreno agrario è necessario prendere in esame i principali elementi minerali nelle loro forme più direttamente interessate alla nutrizione delle colture.

Per quanto riguarda i tre principali elementi di fertilità, deve essere messo in evidenza che la concentrazione di N, P e K è estremamente variabile anche per reflui provenienti da impianti tecnologicamente simili. I risultati sperimentali risentono, ovviamente, di questa disomogeneità d'origine anche perché le aggiunte sono generalmente fatte tenendo conto dei volumi, come è del resto richiesto dalla legge 574/1996. I risultati più recenti confermano quanto trovato in precedenza e cioè che il P assimilabile ed il K scambiabile aumentano nei suoli trattati con reflui contenenti quantità adeguate di P e K. E' anche evidente l'effetto di immobilizzazione dell'azoto, per cui il tempo di comparsa dei nitrati è inversamente proporzionale alla dose aggiunta al suolo.

PROPRIETÀ BIOLOGICHE

L'apporto dei reflui di frantoio provoca inizialmente una generale diminuzione della microflora totale, probabilmente dovuta alla presenza di composti batteriostatici e/o battericidi per alcuni ceppi. Tale riduzione è seguita da una successiva crescita della microflora che raggiunge e supera i valori iniziali in un periodo variabile tra i 7 e i 15 giorni.

Si è rilevato comunque che, a dosi di 80, 160, 320 m³ ha⁻¹, non si riscontrano effetti negativi sulla reattività biologica complessiva dei suoli trattati. Salvo una lieve e momentanea inibizione nei giorni immediatamente seguenti (5-10 giorni) al trattamento, le popolazioni microbiche negli appezzamenti sottoposti a spandimento dei reflui oleari non evidenziano sostanziali differenze dai relativi controlli. L'intensa attività respiratoria, che permane per un lungo periodo nei terreni trattati, può essere considerata come un indice di una incrementata attività microbica. Alcuni autori hanno messo in evidenza che, dopo trattamento, si riscontra un arricchimento di batteri azotofissatori liberi. Non è ancora possibile stabilire l'entità dell'azoto fissato, anche se sembra che il guadagno in azoto possa essere compreso, come per altri materiali organici, tra i 2 e i 200 kg ha⁻¹. A parte la loro capacità azotofissatrice, gli azotofissatori liberi sono un importante fattore per la fertilità del terreno. Molti ceppi azotofissatori sono infatti buoni produttori di regolatori di crescita, sostanze che giocano un ruolo fondamentale nel metabolismo della pianta.

Recenti indagini sugli effetti delle acque di vegetazione sui batteri azotofissatori liberi (es. gen. *Azotobacter*) confermano un'azione di stimolo nella crescita di questi microrganismi, i quali, oltre a fissare l'azoto atmosferico, potrebbero persino essere coinvolti nelle reazioni di degradazione della componente fenolica dei reflui oleari, contribuendo così alla detossificazione del terreno.

Scarsi sono i dati relativi all'impatto dei reflui di frantoio sulla mesofauna. E' stato indagato sull'impatto dei reflui sulle taxocenosi di acari e collemboli quantitativamente più numerosi nell'ecosistema terreno agrario. Valutando da gennaio a luglio il numero delle principali unità sistematiche (aracnidi, insetti, diplopodi, chilopodi, sinfili) nel terreno trattato con 20-50 m³ ha⁻¹ si è concluso che poiché il danno ambientale, determinato da un inquinante, si manifesta prioritariamente come danno biologico con alterazione degli equilibri tra le popolazioni della comunità presente nell'ecosistema, si deve ritenere che lo smaltimento sul terreno di 20 e 50 m³ ha⁻¹ di AV da impianto a pressione non possa costituire una pratica inquinante, in quanto non influenza la qualità biologica del suolo.

Infine per quanto riguarda gli aspetti igienico-sanitari, si è constatato che lo spandimento è da valutare favorevolmente in quanto, le AV sono prive di quei parametri microbiologici che, invece, rendono pericolosi i liquami urbani per le colture da consumare crude e per la salubrità dell'ambiente; inoltre, tale soluzione è opportuna per l'impiego delle AV poiché, relativamente al trasporto delle sostanze inquinanti in profondità, la normale capacità di ritenzione idrica dei terreni impedisce significative infiltrazioni verticali, anche sotto abbondanti piogge, sino a coinvolgere la falda idrica.

CONCLUSIONI

I dati disponibili sulle modificazioni delle proprietà fisiche in terreni trattati con reflui oleari sono ancora insufficienti e permettono di avere una valutazione solo parziale del problema. La somministrazione di acque reflue dei frantoi oleari, specialmente se attuata con continue e moderate somministrazioni, sembra comunque migliorare la fertilità fisica del suolo. In particolare, tale miglioramento si quantifica in un aumento dei pori di riserva (0,5-50 mm) e di trasmissione (50-500 m) con benefici riflessi sulla ritenzione e sui movimenti dell'acqua utili per lo sviluppo delle piante. Sono stati notati anche miglioramenti della stabilità strutturale con conseguente prevenzione della formazione di croste superficiali. Le diminuzioni della microporosità e dell'infiltrazione dell'acqua subito dopo i trattamenti sono temporanee e non provocano alcuna degradazione del terreno a meno che non si usino somministrazioni eccessive e/o in epoche in cui l'attività biologica è bassa, come nel periodo invernale. Servono, tuttavia, ulteriori esperimenti in ambienti pedologici diversi per verificare soprattutto se l'utilizzazione agronomica di queste acque reflue possa, in qualche caso, rischiare di causare l'insorgenza di fenomeni di degradazione strutturale del suolo. Pure l'aspetto della salinizzazione dovrebbe essere ulteriormente studiato anche se è ipotizzabile che possa diventare un problema solo se la somministrazione avviene in suoli già con caratteri di salinità.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche dei terreni trattati con i reflui oleari, se questi sono utilizzati nelle dosi riportate nella legge 574/1996, i parametri chimici dei suoli trattati sono scarsamente influenzati sia in senso positivo che negativo. Tuttavia, sia le alterazioni del pH che l'aumento dei fenoli, e della salinità sono temporanee e, in generale, non sono più rivelabili dopo un massimo di tre mesi. La

sostanza organica, il fosforo ed il potassio hanno invece effetti più duraturi mentre è costantemente presente un effetto di immobilizzazione dell'azoto. Tutti questi risultati, non essendo generalmente evidenti rischi reali di degradazioni irreversibili salvo nel caso di dosi eccessive e fuori legge, portano a considerare i reflui oleari come fertirriganti e fertilizzanti a lento effetto.

L'apporto al terreno di acqua di vegetazione fino a un massimo di 80 mc/ha all'anno, secondo i risultati di prove effettuate, non produce effetti di tossicità nel terreno e nelle colture. Lo stesso spargimento dell'acqua di vegetazione direttamente sulle coltivazioni in atto (cereali autunno-vernini, colza, prati naturali e artificiali, mais, soia) nella dose massima di 40 mc./annui per Ettaro/Ha non presenta effetti negativi anche per quanto riguarda residui di tossicità. Con l'utilizzo delle acque di vegetazione, sembra possibile eliminare la concimazione potassica riducendo del 50% quella azotata e fosforica.

Bibliografia:

Il recupero e la gestione delle acque di vegetazione dei frantoi oleari

F. Ciancabilla, A. Botoli, S. Goldoni

DICMA – Facoltà Ingegneria – Università di Bologna

Valutazione dell'attitudine allo spandimento delle Acque di Vegetazione sui terreni agricoli della Provincia di Pisa

M. Tonini, T. Sabbatici

Riciclo dei reflui oleari

E. Bonari – (Cnr)

Informatore Agrario – Dicembre 2001

Dati produttivi della campagna olearia 2001- 2002

Agecontrol

Censimento Generale dell'Agricoltura - 2000

Istat

Riepilogo delle Produzioni Olivicole della campagna olearia 2001/2002

Regione Molise

Assessorato alle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Politiche della Montagna

"Analisi Ambientale del Comparto Produttivo dell'Olio di Oliva" - 2003

G. Sardella

ARPA Molise

Produzione di compost maturo da sottoprodotti del settore oleario mediante biotecnologie microbiche innovative, monitoraggio e standardizzazione del processo

G. Alfano, C. Belli, G. Lustrato, G. Ranalli

Università degli Studi del Molise, DISTAAM

Regione Molise – Assessorato Agricoltura, Foreste, Pesca produttiva