

DETERMINAZIONE DELLE QUALITA' AGRONOMICHE DEL COMPOST

Valutazioni prettamente agronomiche da effettuare sul compost sia in laboratorio che sul campo.

INDICE

VALUTAZIONI AGRONOMICHE DA EFFETTUARE SUL COMPOST

Determinazione dell'umidità	
✓ Umidità totale.....	2
✓ Umidità residua.....	3
Determinazione delle Sostanze volatili e ceneri.....	4
Determinazione della Salinità e della Conducibilità.....	5
✓ Conducibilità specifica per substrati.....	8
Determinazione del valore di Ph.....	9
Determinazione del Carbonio Organico Totale.....	9
Determinazione dell'Humus totale, degli acidi umici e fulvici.....	12
✓ Humus totale.....	13
✓ Acidi umici ed acidi fulvici.....	14
Determinazione delle forme di Azoto	
✓ Azoto Totale.....	15
✓ Azoto nitrico e nitroso.....	16
✓ Azoto ammoniacale.....	19
Determinazione del contenuto di plastica e vetro	
✓ Contenuto di plastica e vetro.....	20
✓ Contenuto di vetro (metodo dell'incenerimento).....	22
✓ Contenuto di vetro (metodo dell'acqua ossigenata).....	23
✓ Contenuto di plastica nelle frazioni granulometriche.....	24
Determinazione della Densità reale.....	25
Determinazione dell'indice di Germinazione.....	27
Determinazione dell'indice di Accrescimento	29
Determinazione del Test di Radicazione.....	30
Determinazione del test di Coltivazione.....	32

Determinazione dell'umidità

Umidità totale

Generalità

L'umidità totale viene determinata sul campione umido mediante essiccamento in stufa.

La determinazione serve per conoscere il contenuto in acqua totale e nello stesso tempo per riferire i dati analitici, ottenuti sul campione umido, alla sostanza secca.

Apparecchiatura

- Stufa regolabile alla temperatura di $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Procedimento

Pesare da 100,0 g a 200,0 g di materiale fresco in capsula o altro adatto recipiente di vetro o porcellana. Porre in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per 12h a 24h. Raffreddare in essiccatore e pesare. Ripetere fino a massa costante.

Calcolo

Calcolare l'umidità totale U_t in per cento del campione con la formula:

$$U_t = 100 * ((P_u - P_s) / P_u)$$

Dove :

P_s è uguale alla massa del campione dopo essiccamento in stufa,

P_u è uguale alla massa del campione umido.

Fattore analitico F1

Il fattore analitico F1 viene utilizzato per riportare sulla sostanza secca il dato analitico ottenuto sul campione umido:

$$F1 = 100 / (100 - Ut)$$

Dove:

Ut è l'umidità totale

Umidità residua

Generalità

L'umidità residua viene determinata sul campione secco all'aria. E' necessaria per correggere il dato analitico e riferirlo alla sostanza secca.

Apparecchiatura

- Stufa a temperatura regolabile.

Procedimento

Pesare 5,000 g di materiale essiccato all'aria in capsula. Porre in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per 6h a 12h. Raffreddare in essiccatore e pesare. Ripetere fino a massa costante. Sullo stesso campione determinare le sostanze volatili e le ceneri mediante calcinazione.

Calcolo

Calcolare l'umidità totale **Ur** in per cento del campione con la formula:

$$Ur = 100 * ((Pa - Ps) / Pa)$$

Dove :

Ps è il peso del campione dopo essicamento in stufa,

Pu è il peso del campione secco all'aria.

Fattore analitico F2

Il fattore analitico F2 viene utilizzato per riportare sulla sostanza secca il dato analitico ottenuto sul campione secco all'aria:

$$\mathbf{F2 = 100 / (100 - Ur)}$$

Dove:

Ur è l'umidità residua

Determinazione delle sostanze volatili e ceneri

Generalità

Il campione, previamente essiccato in stufa a 105°C, viene calcinato a 650°C. La perdita in peso per calcinazione corrisponde approssimativamente al contenuto in sostanza organica totale del campione. Il residuo è la parte minerale o ceneri.

Apparecchiatura:

- Forno a muffola regolabile a 650°C.

Procedimento

La capsula nella quale è stata determinata l'umidità residua viene posta in stufa a 650°C per 4 – 6 ore. Si pesa e si ripete l'operazione fino a peso costante.

Calcolo

Il contenuto in sostanze volatili (sostanza organica totale) si ottiene dalla formula:

$$\mathbf{SV \% = (((Ps - Cen) / Pu) * 100) * F1}$$

Dove :

Ps è il peso del campione secco,

Cen è il peso del residuo a 650 °C (ceneri),

Pu è il peso del campione umido,

F1 è il fattore analitico per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

La differenza tra 100 e le sostanze volatili è il contenuto percentuale in ceneri.

Carbonio totale

Calcolo

Dividendo il contenuto in sostanze volatili per uno dei seguenti fattori, si ottiene approssimativamente il corrispondente valore di carbonio totale:

Fattore 1.8 in caso di compost maturi ad alto grado di umificazione,

Fattore 2.0 in caso di compost freschi a basso grado di umificazione.

Determinazione della salinità e della conducibilità

Conducibilità e salinità

Il contenuto di sali è correlato con la conducibilità elettrica della sospensione in acqua.

Apparecchiatura

- Contenitori in plastica da circa 200 ml con tappo a chiusura ermetica .
- Conduttometro

Procedimento

Pesare 10.0g di campione umido e porli nel contenitore di plastica. Aggiungere 100ml di acqua e agitare meccanicamente per 15 min. Lasciare a riposo per 30 min.

Se il liquido surnatante è sufficientemente limpido misurare direttamente la conducibilità. Se è molto torbido, filtrare su un filtro asciutto scartando le prime porzioni che passano.

Fattore della cella

Il fattore è il numero K' che moltiplicato per la conduttanza misurata (C) dà la conducibilità specifica (L):

$$K' = L / C$$

Il fattore si ricava misurando soluzioni a conducibilità nota. Di seguito in tabella sono riportate le conducibilità specifiche (in microsiemens al centimetro elevato alla meno 1) di soluzioni di KCl a varie temperature:

Conducibilità specifica di soluzioni di KCl

Temperatura	0,1N	0,02N	0,002N
15	10,48	2,243	0,239
20	11,67	2,501	0,266
30	14,12	3,031	0,321

Per i valori intermedi di temperatura i valori di conducibilità specifica si ottengono per interpolazione

Correzione della lettura

La conducibilità letta per il campione in esame deve essere corretta per la temperatura.

Nella tabella sottostante sono riportati i fattori di correzione in funzione della temperatura.

Fattori di conversione f

Temperatura	f	Temperatura	f
5	1,613	20	1,112
10	1,411	25	1
15	1,247	30	0,907

Calcolo

La conducibilità della sospensione L (microsiemens al centimetro), ridotta a 25 °C, è data dalla formula:

$$K' * C * f$$

Dove:

K' è il fattore della cella,

C è la conduttanza misurata.

Misurare la salinità in (meq / 100g) indirettamente tenendo conto che una conducibilità di 1 mS * cm⁻¹ corrispondente a circa 12.5 meq / l di sali con la formula :

$$(V1 * 1.25 * L / P) * F1$$

Dove:

V1 è il volume del liquido (ml)

P è la massa del campione umido (g)

L è la conducibilità della sospensione (in microsiemens al centimetro elevato alla meno 1),

F1 è il fattore analitico per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

Nel caso dell'estratto acquoso 10g / 100ml, la formula diventa :

$$12.5 * L * F1$$

Conducibilità specifica per substrati

Generalità

La conducibilità specifica (L) di una sostanza è la conduttanza misurata tra elettrodi di 1 cm² di superficie posti alla distanza di 1 cm.

Procedimento

Procedere ad un'estrazione con acqua distillata nel rapporto 1:5 per 4h agitando saltuariamente; centrifugare a *2670 giri/min per 20 min* per ottenere la soluzione limpida da portare allo strumento. Misurare quindi la conduttanza (C) della soluzione.

Calcolo

Essendo C la conduttanza misurata, la conducibilità elettrica specifica L in microsiemens al centimetro a 25°C è data dalla formula:

$$L = K * F * C * D$$

Dove:

K è il fattore di correzione della cella;

F è il fattore di correzione per la temperatura nel caso si operi a temperature diverse da 25°C;

D è il fattore di diluizione.

Determinazione del valore di Ph

Si determina il Ph della sospensione acquosa preparata per la determinazione della conducibilità.

Apparecchiatura

- Phmetro con elettrodo di vetro.

Procedimento

La misura viene effettuata direttamente sulla sospensione. E' necessario che il bulbo di vetro sia immerso nella parte torbida mentre la giunzione salina deve essere nel liquido limpido surnatante.

Interferenze

Non vi sono in genere interferenze tranne il caso di Ph elevato e contemporanea presenza di forti quantità di sodio. Solo in questo caso sono necessarie correzioni opportune secondo le istruzioni che sono fornite con l'elettrodo.

Determinazione del carbonio organico totale

Generalità

Il metodo utilizza il dicromato in ambiente acido e a caldo come specie ossidante nei confronti della sostanza organica. E' richiesto un elevato grado di standardizzazione e quindi occorre operare in condizioni perfettamente definite.

Reagenti

- Acido solforico concentrato (96%), $d = 1.84$.
- Potassio dicromato 2N: in un matraccio da 500ml trasferire quantitativamente 49.032g di $K_2Cr_2O_7$ polverizzato ed essiccato ad una temperatura compresa fra 130

°C e 140 °C per 1h. Completato il trasferimento, sciogliere e portare a volume con acqua.

- Solfato ferroso 0.2N: in un matraccio da 500ml trasferire 27.802g di $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, aggiungere 50ml di acqua, sciogliere rapidamente e aggiungere subito 10ml di H_2SO_4 concentrato, portando a volume con acqua dopo raffreddamento. La soluzione è instabile e il titolo deve essere verificato di volta in volta per ciascuna serie di determinazioni.

- 4-difenilammmina solfonato di bario (oppure di sodio), indicatore: in un matraccio da 100 ml sciogliere 0.2g di sale in circa 50ml di H_2O ; portare a volume con acqua.

- Acqua distillata o demineralizzata esente da cloruri e impurezze organiche.

Apparecchiatura

- Palloni di vetro borosilicato da 250ml con collo 24/32.

- Refrigerante a bolle (n° 6 bolle, h53 cm) con attacco per i palloni.

- Mantello riscaldante di potenza elevata, atto a fare raggiungere l'ebollizione il più rapidamente possibile.

- Cronometro

- Apparecchiatura completa per la titolazione manuale.

Procedimento

Pesare 0.200g di campione seccato all'aria e macinato e trasferirlo in un pallone.

Accendere il mantello riscaldante alla massima potenza e aprire l'acqua del refrigerante. Aggiungere 20 ml esatti di $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 2N e introdurre goccia a goccia, con la buretta, 26 ml di acido solforico concentrato, agitando di tanto in tanto.

Asciugare il pallone e porlo su mantello già caldo connettendolo al refrigerante. Da quando il campione inizia a bollire vivacemente fare partire il cronometro (agitare bene e con cautela più volte prima e durante l'ebollizione). Il refrigerante deve assicurare un riflusso perfetto.

Trascorsi 10 min spegnere e raffreddare, aggiungendo acqua dall'alto con cautela fino a 200ml di volume complessivo. Trasferire quantitativamente il tutto in

matraccio da 250ml, portando a volume con acqua dopo raffreddamento (soluzione A). Contemporaneamente effettuare 2 prove in bianco.

Misurazione

Titolazione manuale

Titolare con FeSO₄ 0.2N un'aliquota di 25 ml della soluzione A. L'indicatore consigliato è il 4-difenilammina solforato di Ba.

Prove in bianco:

a) Prova in bianco n°1 (soluzione B1): ha lo scopo di determinare l'esatto titolo della soluzione di FeSO₄. In un matraccio da 250ml introdurre 20ml esatti di potassio dicromato 2N e aggiungere 150 ml di acqua demonizzata; raggiunta la temperatura ambiente portare a volume con acqua.

Prelevare 25ml e titolare procedendo come per il campione.

b) Prova in bianco n°2 (soluzione B2): titolare 25ml di soluzione acida di potassio dicromato trattata come il campione (ossidazione a caldo e diluizione al volume di 250ml); la prova viene eseguita in doppio e ha lo scopo di correggere l'errore dovuto alla decomposizione del potassio dicromato.

Calcolo

La percentuale di C organico totale (TOC) viene calcolata con la formula seguente:

$$(((N * (B2 - A) * 3 * 10 * 100) / (P * 1000)) * F2$$

Dove:

B1 sono I millilitri di FeSO₄ impiegati per la prova in bianco n°1,

B2 sono i millilitri di FeSO₄ impiegati per la prova in bianco n°2 (valore medio i singoli valori non devono differire di più di 0.2ml);

A sono i millilitri di FeSO₄ utilizzati per il campione;

N è la normalità della soluzione di FeSO₄ calcolata dalla prova in bianco n°1 (B1):
4 / B1;

P è la massa del campione in g;

3 è la massa equivalente del carbonio;

10 è il fattore per riportare i 25ml titolati ai 250ml totali;

F2 è il fattore per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

Può essere usata la formula abbreviata seguente:

$$((N * (B2 - A) * 3) / P) * F2$$

Determinazione dell' Humus totale, degli acidi umici (AU) e fulvici (AF)

Generalità

L'estrazione delle sostanze umiche viene effettuata con pirofosfato di sodio 0.05M tamponato a Ph 9 (forza ionica 0.5M); una tripla estrazione è da considerarsi esaustiva. La determinazione del carbonio umico viene effettuata con il metodo del bicromato di potassio.

Reagenti

- Sale di Mohr 0.5N: sciogliere 196.1g di (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ x 6 H₂O in 500ml di H₂O con 20ml di H₂SO₄ concentrato in un matraccio da 1000ml e portare a volume.
- Indicatore o-fenantrolina: sciogliere 1.5g di 1,1 o-fenantrolina e 0.7g di FeSO₄ x 7 H₂O in 10ml di H₂O; filtrare e raccogliere il filtrato in un flacone di vetro scuro.
- Pirofosfato di sodio 0.05M: sciogliere 22.303g di Na₄P₂O₇ x 10 H₂O in 900ml di H₂O; portare a Ph 9 con H₃PO₄ diluito. Trasferire in un matraccio da 1000ml e portare a volume.

- Bicromato di potassio 1N: in un matraccio da 1000ml contenente 500ml di H₂O sciogliere 49.035g di K₂Cr₂O₇ e portare a volume.

Humus totale

Procedimento

In una beuta contenente 100ml di estraente (pirofosfato di sodio 0.05M) introdurre 1g di campione.

Sottoporre il campione ad agitazione per 14h (una notte) quindi centrifugare ed accantonare il surnatante.

Sospendere nuovamente il residuo nel reagente estraente e ripetere per 2 volte l'estrazione con le stesse modalità.

Al termine i tre estratti devono essere riuniti per procedere alla determinazione del carbonio umico. A tale scopo prelevare 20ml che vengono posti in un pallone da 250ml, aggiungere 10ml di dicromato 1N e 20ml di H₂SO₄ concentrato. Scaldare all'ebollizione con ricadere per 2h. Al termine, dopo avere diluito la soluzione con 100 –150ml di H₂O distillata, titolare il bicromato in eccesso a freddo con sale di Mohr 0.5N in presenza di indicatore o-fenantrolina (2 gocce) fino a viraggio da verde a rosso persistente. Contemporaneamente eseguire 2 prove in bianco.

Calcolo

In contenuto di Humus totale in per cento è dato dalla formula:

$$\text{humus} = C \text{ umico totale (\%)} * 1.726$$

Dove:

$$C \text{ umico totale (\%)} = C \text{ (mg} * 300 * 100) / (20 * 1000) = C \text{ (mg)} * 1.5$$

$$C \text{ (mg)} = (\text{ml Mohr bianco} - \text{ml Mohr campione}) * 4 * (12.011 / 32)$$

Acidi umici ed acidi fulvici

Per separare gli acidi umici da quelli fulvici si sfrutta la loro diversa solubilità in ambiente acido per acido solforico (Ph circa 1): gli acidi umici precipitano mentre i fulvici rimangono in soluzione.

Procedimento

In un matraccio da 50ml introdurre 40ml di estratto e 4 ml di H₂SO₄ concentrato; lasciare raffreddare e portare a volume. Dopo circa 2h travasare in cuvetta e centrifugare per 5 min a 5000 giri/min.

Su 25ml del surnatante determinare il carbonio fulvico mediante ossidazione con bicromato e titolazione dell'eccesso di ossidante con sale di Mohr, usando come indicatore o-fenantrolina fino a viraggio dal verde al rosso persistente. L'ossidazione deve essere condotta a caldo per 2h (con ricadere).

Calcolo

La percentuale di acidi fulvici AF sulla sostanza umica totale è data dalla formula:

$$AF = C \text{ fulvico (\%)} / C \text{ umico totale (\%)} * 100$$

Dove:

$$C \text{ fulvico (\%)} = C \text{ (mg)} * (300 * 100 * 50) / (25 * 1000 * 40) = C \text{ (mg)} * 1.5$$

$$C \text{ fulvico (mg)} = (\text{ml Mohr bianco} - \text{ml Mohr campione}) * 4 * (12.011 / 32)$$

$$C \text{ umico totale (\%)} = C \text{ (mg} * 300 * 100) / (20 * 1000) = C \text{ (mg)} * 1.5$$

$$C \text{ (mg)} = (\text{ml Mohr bianco} - \text{ml Mohr campione}) * 4 * (12.011 / 32)$$

La percentuale di acidi umici AU risulta:

$$AU = 100 - AF (\%)$$

Determinazione delle forme di Azoto

Azoto totale

Principio

La sostanza organica viene decomposta con acido solforico in presenza di catalizzatore.

L'ammoniaca distillata che si raccoglie su una soluzione di acido borico viene titolata con acido solforico in presenza di indicatore.

Apparecchiatura

- Tubi per l'attacco oppure palloni Kjeldahl.
- Distillatore per azoto in corrente di vapore con relativi tubi o palloni Kjeldahl

Reagenti

- Acido solforico concentrato.
- Catalizzatore al selenio polvere (miscela selenica).
- Acido solforico 0.1N: se occorre una soluzione più diluita, è preferibile impiegare l'acido $0.036N \pm 1N$ ($N / 28$) che si ottiene per diluizione della soluzione 0.1N.
- NaOH circa al 40%
- Indicatore: sciogliere 0.1g di rosso metile e 0.2g di verde di bromo cresolo in 100ml di alcole al 95%
- Acido borico soluzione: circa 1% in acqua.

Procedimento

Mineralizzazione

Introdurre nel tubo o nel pallone Kjeldahl 2.00g di campione umido e aggiungere 25ml di acido solforico e 0.5g di catalizzatore. Collegare con l'aspiratore e scaldare cautamente per evitare schiumeggiamenti; alzare poi la temperatura e mantenere

l'ebollizione fino a quando il liquido diviene incolore e il residuo sia bianco-grigiasco; poi ancora mezz'ora di ebollizione. Raffreddare e diluire con poca acqua scaldando con cautela per sciogliere i solfati.

Distillazione

Collegare il tubo o il pallone Kjeldahl all'apparecchio per la distillazione. Distillare dopo avere basificato con NaOH (ne occorrono da 30 ml a 40 ml se si distilla tutto il liquido proveniente dall'attacco) raccogliendo il distillato in 20ml di acido borico contenente 2 gocce di indicatore.

Titolazione

Titolare con H₂SO₄ 0.1N fino a viraggio dal verde al grigio-viola.

Calcolo

Determinare il contenuto di azoto totale N in per cento mediante la formula:

$$((A * T * 14) / (P * 10)) * F1$$

Dove :

A sono i millilitri di acido solforico 0.1N o 0.036N impiegati nella titolazione ;

T è la normalità della soluzione di acido solforico 0.1N o 0.036N;

P è la massa del campione umido in grammi;

F1 è il fattore per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

Azoto nitrico

Principio

L'azoto nitrico può essere ridotto, congiuntamente o meno all'azoto nitroso, a ione ammonio che viene separato per distillazione in corrente di vapore e titolato; in alternativa si impiega la reazione colorimetrica dell'azoto nitrico con brucina.

Metodo per distillazione

Generalità

I nitrati e i nitriti sono ridotti ad azoto ammoniacale con lega di Devarda. Contemporaneamente viene dosato l'azoto ammoniacale. Per la determinazione dei soli nitrati si eliminano i nitriti con acido solfamminico che li decompone ad azoto gassoso.

Apparecchiatura

- Distillatore per azoto in corrente di vapore con relativi tubi o palloni Kjeldahl.

Reagenti

- Cloruro di potassio 1N: sciogliere 74.56g di KCl in un matraccio tarato da 1000ml e portare a volume con acqua demonizzata.

- Lega di Devarda in polvere.

- Acido bórico: soluzione acquosa 1%.

- Magnesio ossido.

- Acido solfamminico: soluzione acquosa 2%

- Soluzione di acido solforico 0.036N \pm 1N (N/28): Prelevare con una buretta, 35.7 ml di soluzione 0.1N, introdurli in un matraccio tarato da 100ml e portare a volume con acqua

- Indicatore: sciogliere 0.1g di rosso metile e 0.2g di verde di bromo cresolo in 100ml di alcole al 95%

Procedimento

Determinazione dell'azoto nitrico insieme all'azoto nitroso

Pesare in un tubo da centrifuga 5.00g di campione umido, trattarli con 50ml di KCl 1N, agitare per 60 min e centrifugare a *2130 giri/min per 30 min.*

Porre in tubo o pallone da distillazione un'aliquota di 5ml - 10ml di estratto.

Aggiungere circa 1ml di MgO, diluire a circa 80ml e separare l'azoto ammoniacale

distillando per 4 min a 5 min e raccogliendo il distillato in 20ml di soluzione di acido borico contenente 2 gocce di indicatore (soluzione2); in questa soluzione viene immersa la canna di raccolta del distillato. Aprire, poi, con cautela il tubo o pallone dove è stata effettuata la distillazione dell'azoto ammoniacale e introdurre rapidamente 0.5g di lega di Devarda. Applicare immediatamente il tubo all'apparecchio di distillazione e lasciare differire per 2 – 3 min. Distillare poi per 3min a 5 min e raccogliere il distillato nella soluzione2.

La soluzione 1 e la soluzione 2 sono titolate separatamente con H₂SO₄ 0.036N ± 1N (N/28). La titolazione può anche essere eseguita per via potenziometrica.

Nella soluzione 1 viene dosato l'azoto ammoniacale, nella soluzione2 l'azoto nitrico e nitroso.

Calcolo:

Ricavare il contenuto di azoto nitroso – nitrico (N_{nitr.}) in milligrammi al kilogrammo mediante la formula seguente:

$$\mathbf{N_{nitr.} = (((B * N * 14 * 1000 * D) / (P)) - N_{amm.}) * F1}$$

Dove:

N_{amm.} È l'azoto ammoniacale in milligrammi al kilogrammo determinato nella soluzione1 e calcolato con la formula seguente: $((A * N * 14 * 1000 * D) / (P)) * F1$

A sono I millilitri di H₂SO₄ N/28 impiegati nella titolazione della soluzione 1;

B sono I millilitri di H₂SO₄ N/28 impiegati nella titolazione della soluzione 2;

N è il titolo della soluzione di acido solforico N/28;

D è il fattore di diluizione;

P è il peso del campione umido in g;

F1 è il fattore per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

Determinazione dell'azoto nitrico senza azoto nitroso

Si procede come al punto precedente con l'avvertenza di aggiungere 1 ml di soluzione di acido solfamminico, prima dell'aggiunta della lega di Devarda, agitando per alcuni secondi.

In modo analogo sono eseguite distillazione, titolazione e calcolo.

Azoto ammoniacale

Metodo per distillazione

Distillare l'ammoniaca che si forma trattando il campione con una base debole.

Apparecchiatura

- Distillatore per azoto in corrente di vapore con relativi tubi e palloni Kjeldahl.

Reagenti

- Cloruro di potassio 1N: sciogliere 74.56g di KCl in un matraccio tarato da 1000ml e portare a volume con acqua demineralizzata.

- Magnesio ossido.

- Soluzione di acido solforico 0.036N \pm 1N (N/28): Prelevare con una buretta, 35.7 ml di soluzione 0.1N, introdurla in un matraccio tarato da 100ml e portare a volume con acqua.

- Indicatore: sciogliere 0.1g di rosso metile e 0.2g di verde di bromo cresolo in 100ml di alcol al 95%

Procedimento

Pesare in un tubo da centrifuga 5.00g di campione umido, trattarli con 50ml di KCl 1N, agitare per 60 min e centrifugare a *2130 giri/min per 30 min.*

Porre in tubo o pallone da distillazione un'aliquota di 5ml - 10ml di estratto. Aggiungere circa 1ml di MgO, diluire a circa 80ml e separare l'azoto ammoniacale

distillando per 4 min a 5 min e raccogliendo il distillato in 20ml di soluzione di acido borico contenente 2 gocce di indicatore. Titolare la soluzione con H_2SO_4 $0.036N \pm 1N$ (N/28). La titolazione può anche essere eseguita per via potenziometrica.

Calcolo

Determinare il contenuto di azoto ammoniacale (Namm.) in milligrammi al kilogrammo mediante la formula seguente:

$$\text{Namm.} = ((A * N * 14 * 1000 * D) / (P)) * F1$$

Dove:

A sono I millilitri di H_2SO_4 N/28 impiegati nella titolazione;

N è il titolo della soluzione di acido solforico N/28;

D è il fattore di diluizione;

P è il peso del campione umido in g;

F1 è il fattore per riportare il dato analitico sulla sostanza secca.

Determinazione del contenuto di plastica e vetro

Contenuto di plastico e vetro

Procedimento

Pesare 50g di campione tal quale; scartarne la frazione con granulometria minore di 1 mm e trasferirli in un recipiente di vetro; aggiungere acqua ossigenata a 130 volumi in quantità sufficiente ad ottenere la completa ossidazione della sostanza organica.

Per ogni campione effettuare tre ripetizioni.

La completa ossidazione della sostanza organica è evidenziata dall'assenza di effervescenza e normalmente richiede un tempo intorno alle 2h.

Trasferire il residuo su un setaccio con rete avente luce di maglia di 1mm e lavare più volte con acqua.

Il materiale non passante attraverso il setaccio è rappresentato da sabbia grossolana, vetro, plastica ed altri inerti; questo materiale viene essiccato in stufa a $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ fino a massa costante.

Il materiale essiccato viene poi distribuito su una superficie liscia e piana e con adatte pinzette vengono manualmente separati i frammenti di vetro e di plastica.

Le frazioni di vetro e di plastica vengono infine pesate e la loro massa viene rapportata alla massa del campione secco iniziale.

La frazione vetro viene passata su un setaccio con rete avente luce di maglia quadrate di 3.35mm; la frazione trattenuta dal setaccio deve essere rapportata alla massa totale della frazione di vetro.

Calcolo

Il contenuto totale di vetro (V_t) espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$V_t = 100 * (P_v / P_s)$$

Dove:

P_v è la massa del vetro raccolto;

P_s è la massa secca del componente iniziale.

Il contenuto di vetro con granulometria $> 3.35\text{mm}$ (V_f) espresso in per cento sul vetro totale è dato dalla formula:

$$V_f = 100 * (P_{v1} / P_v)$$

Dove:

Pv1 è la massa del vetro raccolto con granulometria > 3.35mm .

Il contenuto totale in plastica (P1t) del campione espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$P1t = 100 * (Pp1 / Ps)$$

Dove:

Pp1 è la massa della plastica raccolta.

Contenuto di vetro nelle frazioni granulometriche

Metodo dell'incenerimento

Principio

Separazione in frazioni granulometriche. Distruzione della sostanza organico.
Raccolta manuale del vetro.

Apparecchiatura e reagenti

- Setacci con luce di maglia di diversa apertura.
- Capsuline di porcellana o quarzo.
- HCl

Procedimento

1Kg di campione tal quale viene suddiviso in diverse frazioni con setacci aventi luce di maglia di diversa apertura (1° frazione granulometria => 3mm; 2° frazione granulometria da 3mm a 2mm; 3° frazione granulometria da 2mm ad 1 mm).

Determinare l'umidità delle singole frazioni secondo le procedure precedenti; per le frazioni maggiori di 3mm, procedere direttamente alla raccolta del vetro con le

pizette; per le altre frazioni prelevare 3 campioni di circa 5g e incenerirli in muffola a $650^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ per 4h per distruggere la sostanza organica.

Al termine dell'incenerimento aggiungere ad ogni capsulina, contenente il campione, 5ml di acido cloridrico concentrato per allontanare i carbonati presenti. Sciacquare con acqua, abbondantemente, su setaccio con luce di maglia 1mm e, dopo una rapida essiccazione in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, raccogliere manualmente il vetro con le pinzette. Pesare e determinare la percentuale di vetro sulle singole frazioni.

Calcolo

Il contenuto di vetro (V_f) nelle singole frazioni espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$V_f = 100 * (P_v / P_f)$$

Dove:

P_v è la massa del vetro raccolto

P_f è la massa secca del campione (riferito alla frazione considerata).

Il contenuto totale di vetro (V_t) nel campione espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$V_t = \Sigma | V_f * P_s | / 100$$

Dove:

V_f è il contenuto di vetro nelle singole frazioni (per cento sul secco);

P_s è la percentuale delle singole frazioni (dall'analisi granulometrica).

Metodo dell'acqua ossigenata

Il principio, il procedimento ed i calcoli sono simili al metodo dell'incenerimento fatta eccezione per le modalità di distruzione della sostanza organica. Con questo

metodo i campioni prelevati dalle singole frazioni vengono sospesi in 10ml di acqua ossigenata 130 volumi per 2h ed agitati saltuariamente. Successivamente sciacquare su setaccio, essiccatore e raccogliere manualmente il vetro con le pinzette come riportato nel metodo precedente.

Contenuto di plastica nelle frazioni granulometriche

Principio

Separazione in frazioni granulometriche. Distruzione della sostanza organica. Raccolta manuale della plastica.

Apparecchiatura e reagenti

Setacci con reti aventi luce di maglia di diversa apertura.

Contenitore di vetro da 100cc.

Acqua ossigenata 130 volumi.

Procedimento

1Kg di campione tal quale viene suddiviso in diverse frazioni con setacci aventi luce di maglia di diversa apertura (1° frazione granulometria \Rightarrow 10mm; 2° frazione granulometria da 10mm a 5mm; 3° frazione granulometria da 5mm ad 3 mm, 4° frazione granulometria \Rightarrow 3mm).

Determinare l'umidità delle singole frazioni secondo le procedure precedenti; per le frazioni maggiori di 5mm, procedere direttamente alla raccolta del vetro con le pinzette; per le altre frazioni prelevare 3 campioni di circa 5g e sospenderli in acqua in 10cc

Al termine dell'incenerimento aggiungere ad ogni capsulina, contenente il campione, 5ml di acido cloridrico concentrato per allontanare i carbonati presenti. Sciacquare con acqua, abbondantemente, su setaccio con luce di maglia 1mm e, dopo una rapida essiccazione in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, raccogliere manualmente il vetro con le pinzette. Pesare e determinare la percentuale di vetro sulle singole frazioni.

Sciacquare con acqua, abbondantemente, su setaccio con luce di maglia di 0.42mm e, dopo una rapida essiccazione in stufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, raccogliere manualmente la plastica con le pinzette. Pesare e determinare la percentuale di plastica sulle singole frazioni.

Calcolo

Il contenuto in plastica (P1f) sulle singole frazioni espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$\mathbf{P1f = 100 * (P1p / Pf)}$$

Dove:

P1p è la massa della plastica raccolta;

Pf è la massa secca del campione (riferito alla frazione considerata).

Il contenuto totale di plastica (P1t) nel campionato espresso in per cento sul secco è dato dalla formula :

$$\mathbf{P1t = \Sigma | P1f * Ps | / 100}$$

Dove:

P1f è il contenuto di plastica nelle singole frazioni (% sul secco);

Ps è il contenuto delle singole frazioni (dall'analisi granulometrica).

Determinazione della densità reale

Esprime il rapporto tra la massa sul secco dei costituenti solidi ed il volume reale occupato da essi. Per volume reale si intende solo il volume dei costituenti solidi e quindi sono esclusi i volumi degli spazi occupati dall'acqua e dall'aria.

Determinazione diretta

Apparecchiatura

- Picnometro
- Essiccatore
- Pompa per vuoto

Procedimento

Si pesa il picnometro vuoto secco all'aria (P_v), si introduce il campione (circa 3g) e si pesa l'insieme (P_s).

Si aggiunge acqua demonizzata fino a sommergere il campione e si pone il picnometro ed un beaker contenente acqua demonizzata in un essiccatore.

Con la pompa a vuoto si crea un vuoto di 10 cm di Hg per un periodo di circa 16-18h per deareare l'acqua. Quindi si riporta a pressione lentamente.

Con l'acqua di riserva degassata si riempie il picnometro fino a volume.

Si pesa il picnometro chiuso ed asciugato esternamente (P_1).

Infine si svuota il picnometro, lo si riempie con acqua deareata e lo si pesa dopo averlo asciugato esternamente (P_w).

Calcolo

La densità reale è data dalla seguente fomula:

$$DR \text{ (g/cm}^3\text{)} = (d * (P_s - P_v)) / ((P_s - P_v) - (P_1 - P_w) * f)$$

Dove:

d è la densità dell'acqua alla temperatura della misura

f è il fattore che converte i dati ottenuti per il campione secco all'aria (P_u) in dati riferiti al campione secco in stufa (P).

$$f = P_u / P$$

Determinazione indiretta

La densità reale viene determinata per via indiretta attribuendo alle ceneri un peso specifico di 2.65 ed alle sostanze volatili un peso specifico di 1.55 secondo la formula seguente:

$$\text{DR (g/cm}^3\text{)} = ((\text{Ceneri} / 100) * 2.65) + ((\text{Sostanze volatili} / 100) * 1.55)$$

Determinazione dell'indice di Germinazione

Apparecchiatura

- Capsule Petri (diametro 90 mm)
- Rampa filtrante
- Centrifuga
- Semi di *Lepidium sativum*

Procedimento

Si pesano circa 100 g di campione e vi si aggiunge lo stesso volume di acqua distillata, si fa in modo che tutto il campione sia imbevuto di acqua tramite l'uso di una spatolina; dopo di che si lasciano a contatto per 2 ore.

Successivamente si attua una centrifugazione dove si utilizza come velocità quella di 3200 r.p.m. in una centrifuga con raggio di 205mm (pari a circa 2340 volte g "accelerazione di gravità") si mette quindi il campione negli appositi contenitori con una quantità sufficiente ad occupare circa la metà del loro volume per 30 min; infine si filtra l'estratto acquoso così ottenuto tramite pompa sotto vuoto.

Dopo di chè è necessario diluire l'estratto acquoso con acqua distillata con concentrazioni del campione al 50% e 75% ; quindi si dispongono all'interno di 5 capsule Petri per ciascuna diluizione 5 dischetti di carta assorbente (singolo strato); in ciascuna capsula si posizioneranno 10 semi di *Lepidium sativum comune* (fatti

precedentemente rigonfiare in acqua distillata per 1 ora: sono da utilizzare solo quelli che si sono imbibiti) e idratare con 1 ml della rispettiva concentrazione acquosa

Si prepara in modo analogo il testimone mettendo solo al posto di 1ml delle varie concentrazioni acquose 1ml di acqua distillata.

Infine si depositano le capsule in termostato a 25°C per 1-2-3 giorni

N.B.

E' da valutare se considerare attendibile o no il risultato dopo i 3 giorni in quanto all'inizio il testimone si comporterà meglio o comunque nello stesso modo del substrato in esame mentre dopo il terzo giorno se nel substrato c'è molto Azoto questo provoca una crescita anomala delle radici che se supera il testimone non si può considerare valido.

Lettura ed espressione dei risultati

Dopo 1-2-3 giorni si contano i semi germinati e si misura la lunghezza radicale.

Per le tre concentrazioni considerate (50% , 75% e 100%) si calcola l'indice di germinazione mediante la seguente formula:

$$\mathbf{I_g (50 ,75 o 100\%) = [(G_c \times L_c) / (G_t \times L_t)] \times 100}$$

Dove:

G_c è il numero medio semi germinati del campione

L_c è la lunghezza radicale media del campione

G_t è il numero medio semi germinati del testimone

L_t è la lunghezza radicale media del testimone

Per il calcolo dell' I_g si effettua la media aritmetica tra i valori ottenuti alle due concentrazioni:

$$\mathbf{I_g = (I_g 50\% + I_g 75\% + I_g 100\%) / 3}$$

Determinazione dell'indice di accrescimento

Apparecchiatura

- Vasi 15
- Torba [preferibile una miscela di torbe brune (50%) e torbe bionde (50%)]
- Vermiculite
- Semi di *Lepidium sativum*

Procedimento

Preparare i substrati per il test di accrescimento miscelando torba e compost come indicato in Tabella 1. Per ciascun saggio (o trattamento) predisporre 3 replicazioni.

Tabella 1 – Preparazione substrati per il test di accrescimento

Trattamento	Dosi (% v/v)	
	Compost	Torba
1	40	60
2	20	80
3	100	-
4	-	100

Porre le miscele ottenute in vasi di minimo 2 litri di volume (3 vasi per trattamento, ovvero 1 vaso per replicazione) e seminare in ciascuno di essi circa 125 semi di *Lepidium sativum* in modo da garantire una germinazione di almeno 100 semi (la % di germinabilità del *Lepidium sativum* è pari a circa l' 80%)

Coprire i semi con vermiculite per assicurare la loro germinazione e idratazione costante

Disporre i vasi in cella a T°C = 25°C, U.R. 75-80%, luce naturale per 12 ore/giorno

Vedere se è il caso di aggiungere altre concentrazioni di compost come il 60% e l'80% in quanto sono concentrazioni che raramente sono attuabili in Agricoltura, sono percentuali che si possono considerare solo se i risultati ottenuti risultano significativi .

Lettura ed espressione dei risultati

Tagliare al colletto dopo circa 21 giorni le piante per determinarne lo sviluppo vegetativo (espresso come peso secco) calcolando la produzione media delle tre replicazioni.

Calcolare l'indice di accrescimento per ciascun substrato mediante la seguente formula:

$$\mathbf{Gm (20\% , 40\% , 100\%) = (Gc / Gt) \times 100}$$

Dove:

Gc è la media dei pesi secchi del campione rispettivamente al 20% , 40% e 100% del volume di compost

Gt è la media dei pesi secchi del testimone

Calcolare, infine, la media tra i valori Gm ottenuti

Determinazione del test di Radicazione

Apparecchiatura

- Talee di piante a rapido accrescimento (es. margherita cv. Camilla)
- Vassoi da 40 alveoli
- Substrato di radicazione 100% torba [preferibile torbe brune (50%) e torbe bionde (50%)]
- Substrato di radicazione 50% torba + 50% perlite

Procedimento

Preparare miscele di torba e compost come indicato in Tabella 2. Per ciascun trattamento predisporre 4 replicazioni

Tabella 2 – Preparazione substrati per il test di radicazione

N° Trattamento	Trattamento	Prodotti	Dosi (% v/v)	
			Compost	Torba
1	Testimone	Substrato 100% torba	-	100
2	Testimone	Substrato 50% torba + 50% perlite	-	-
3	Compost 20%	Compost + Torba	20	80
4	Compost 40%	Compost + Torba	40	60
5	Compost 60%	Compost + Torba	60	40
6	Compost 80%	Compost + Torba	80	20
7	Compost 100%	Compost	100	-

Riempire 20 alveoli per ciascun trattamento e trapiantare le talee di margherita

Disporre i contenitori in cella a T°C = 25 °C, U.R. 75-80%, luce naturale per 12 ore/giorno

Lettura dei risultati

Valutare i parametri vegetazionali e qualitativi della produzione della specie vegetale:

- sviluppo radicale: attribuire un indice di qualità variabile da 0 a 5 (0 = assenza di radicazione 5 = completa colonizzazione del vaso da parte delle radici)
- colore fogliame : attribuire un indice di qualità variabile da 0 a 5 (0 = fogliame di colore verde brillante, 5 = giallumi diffusi)
- aspetto generale della coltura : attribuire un indice di qualità variabile da 0 a 5 (0 = pianta di scarso vigore, 5 = pianta di ottimo vigore)

Determinazione del Test di Coltivazione

Apparecchiatura

- Talee di almeno 2 specie di piante a rapido accrescimento (es. margherita cv. Camilla, lavanda)
- Vasi di 10 cm di diametro
- Substrato di radicazione 100% torba [preferibile torbe brune (50%) e torbe bionde (50%)]
- Substrato di radicazione 50% torba + 50% perlite

Procedimento

Preparare miscele di torba e compost come indicato in Tabella 3. Per ciascun trattamento predisporre 4 replicazioni

Tabella 3 – Preparazione substrati per il test di coltivazione

N° Trattamento	Trattamento	Prodotti	Dosi (% v/v)	
			Compost	Torba
1	Testimone	Substrato 100% torba	-	100
2	Testimone	Substrato 50% torba + 50% perlite	-	-
3	Compost 20%	Compost +Torba	20	80
4	Compost 40%	Compost +Torba	40	60
5	Compost 60%	Compost +Torba	60	40
6	Compost 80%	Compost +Torba	80	20
7	Compost 100%	Compost	100	-

Per ciascun trattamento riempire 15 vasi per ciascuna specie vegetale scelta

Porre i su in ambiente protetto (serra) a non meno di 18°C e 70% di U.R.

Lettura dei risultati

Eeguire rilievi per la valutazione di parametri vegetazionali e qualitativi della produzione della specie vegetale:

- 1) altezza porzione subaerea
- 2) diametro porzione subaerea

- 3) sviluppo radicale attraverso l'attribuzione di un indice di qualità variabile tra 0 e 5 (0 = radici non visibili 5 = completa colonizzazione del vaso da parte delle radici)
- 4) produzione di fiori (numero)
- 5) colore del fogliame attraverso l'attribuzione di un indice di qualità variabile tra 0 e 5 (0 = giallumi diffusi 5 = fogliame di colore verde brillante)
- 6) aspetto generale della coltura : attribuire un indice di qualità variabile da 0 a 5 (0 = pianta di scarso vigore, 5 = pianta di ottimo vigore)
- 7) osservazioni eventuali (sviluppo patogeni, presenza di insetti, di infestanti, ...)