

MINISTERO DELL'AMBIENTE

DECRETO 7 dicembre 1990

Definizione delle modalita' del saggio di biodegradabilita' dei sacchetti di plastica per l'asporto delle merci.

(GU n.291 del 14-12-1990)

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE
DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELL'INDUSTRIA
DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

Visto l'art. 9-sexies della legge 9 novembre 1988, n. 475, il quale prescrive che, a decorrere dal 1° luglio 1989, i sacchetti per l'asporto delle merci commercializzati nel territorio nazionale devono essere prodotti esclusivamente con fibre di origine animale e vegetale, con polietilene oppure con nuovi materiali che risultino biodegradabili per una quota non inferiore al 90% accertata mediante un saggio di biodegradabilita' le cui modalita' sono definite dal Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentito l'Istituto superiore di sanita';

Visto l'art. 1, comma 8, della citata legge n. 475 del 1988, il quale prescrive che, al fine di limitarne il consumo nel territorio nazionale e allo scopo di difendere e tutelare l'ambiente e il paesaggio, ai sacchetti di plastica non biodegradabili, utilizzati per l'asporto delle merci, e' applicata una imposta di fabbricazione di lire 100 per ogni unita' di prodotto immessa sul mercato nazionale ed una corrispondente sovraimposta di confine;

Visto il decreto del Ministro delle finanze di concerto con il Ministro dell'ambiente in data 28 febbraio 1989, n. 100, recante modalita' per l'applicazione dell'imposta di fabbricazione e della corrispondente sovraimposta di confine sui sacchetti di plastica ed in particolare l'art. 1, terzo comma, il quale prevede che le caratteristiche di biodegradabilita' dei sacchetti prodotti possono, nelle more dell'emanazione del metodo di cui all'art. 9-sexies della legge n. 475 del 1988, essere accertate da istituti universitari di microbiologia o da altri competenti laboratori di enti pubblici, con metodi scientificamente accettati;

Visto il rapporto sulla situazione attuale in merito alle conoscenze tecniche nel campo dei materiali plastici biodegradabili per imballaggi elaborato in data 3 luglio 1990, dalla sezione speciale di cui all'art. 1, comma 9, della legge 9 novembre 1988, n. 475, per la verifica delle condizioni necessarie al raggiungimento dell'obiettivo della biodegradabilita' delle materie per la produzione di sacchetti e buste, istituita nell'ambito del comitato tecnico-scientifico di cui all'art. 15 della legge 29 ottobre 1987, n. 441;

Visto che il summenzionato rapporto della sezione speciale per la biodegradabilita' reca in allegato il testo dettagliato di un metodo per l'accertamento della biodegradabilita' dei sacchetti per l'asporto di merci, il quale e' stato elaborato con il determinante contributo sperimentale e secondo le indicazioni dell'Istituto superiore di sanita';

Visto che detto rapporto e l'allegato metodo per l'accertamento della biodegradabilita' dei sacchetti per l'asporto delle merci sono stati approvati dall'assemblea del comitato tecnico-scientifico di cui all'art. 15 della legge 29 ottobre 1987, n. 441, nel corso della riunione del 24 luglio 1990;

Vista la direttiva della Commissione delle Comunita' europee del 25 aprile 1984, n. 449, inerente al sesto adeguamento al progresso tecnico della direttiva n. 67/548/CEE del Consiglio concernente il

ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose ed in particolare la parte C dell'allegato alla citata direttiva relativa ai metodi per la determinazione della degradazione biotica;

Visto il decreto del Ministro della sanita' 3 dicembre 1985 recante la classificazione e la disciplina dell'imballaggio e dell'etichettatura delle sostanze pericolose, in attuazione delle direttive emanate dal Consiglio e dalla Commissione delle Comunita' europee ed in particolare l'allegato V, parte C, al citato decreto relativo ai metodi per la determinazione della degradazione biotica;

Viste le note inviate dall'Istituto superiore di sanita' al Ministero dell'ambiente aventi per oggetto le modalita' per l'accertamento della biodegradabilita' dei nuovi materiali utilizzati per la produzione dei sacchetti per l'asporto di merci e da ultimo la nota 10918/TO.A.22 del 3 febbraio 1990 relativa alle verifiche della eseguibilita' del metodo proposto dal Ministero stesso con nota del 21 marzo 1989, n. 5140/SI/R;

Rilevata la necessita' e l'urgenza, anche al fine di impedire il ricorso a metodiche per l'accertamento della biodegradabilita' dei sacchetti di plastica di dubbia validita' o, comunque, non standardizzate, di adottare una prima metodica ufficiale agevolmente eseguibile e riproducibile per la valutazione della biodegradabilita' intrinseca nelle more delle ulteriori indagini e sperimentazioni scientifiche che consentano la messa a punto di metodi aggiuntivi idonei a costituire una batteria di metodi di saggio che possa riflettere in modo adeguato la varieta' delle condizioni ambientali alle quali vengono esposti, dopo rilascio nell'ambiente, i sacchetti per l'asporto delle merci;

Decreta:

Art. 1.

Le modalita' del saggio di biodegradabilita' di cui all'art. 9-sexies della legge 9 novembre 1988, n. 475, sono quelle definite nell'allegato che costituisce parte integrante del presente decreto.

Art. 2.

Previa verifica di idoneita' da parte dell'Istituto superiore di sanita' e parere favorevole del Ministero dell'ambiente e del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, il campione di riferimento per il metodo di cui all'allegato e' predisposto e reso disponibile dall'Ente nazionale cellulosa e carta d'intesa con l'apposita stazione sperimentale dell'industria.

Art. 3.

Il presente metodo verra' aggiornato con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentito l'Istituto superiore di sanita', ogniqualvolta l'evoluzione delle conoscenze scientifiche in materia consentano piu' idonee e semplici metodiche di saggio.

Il presente decreto sara' pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana ed entra in vigore dopo trenta giorni dalla data di pubblicazione.

Roma, 7 dicembre 1990

Il Ministro dell'ambiente
RUFFOLO

Il Ministro dell'industria
del commercio e dell'artigianato
BATTAGLIA

METODO PER L'ACCERTAMENTO
DELLA BIODEGRADABILITA'

1. METODO.

1.1. INTRODUZIONE.

Il presente metodo e' una modifica del metodo di Sturm, destinata alla misurazione della biodegradabilita' in ambiente acquoso aerobico

dei sacchetti per l'asporto di merci alle due concentrazioni iniziali di 10 e 20 mg/l (concentrazioni standard). Esso, quindi, rappresenta il saggio di biodegradabilita' di cui all'art. 9-sexies della legge 9 novembre 1988, n. 475.

La quantita' di carbonio organico presente nel prodotto da esaminare deve essere nota (determinazione del carbonio organico totale o sua valutazione, in base alla formula empirica), per consentire il calcolo del rendimento teorico in CO₂.

La disponibilita' di dati sulle proporzioni relative dei principali componenti del prodotto da esaminare sara' utile per interpretare i risultati ottenuti, particolarmente nei casi in cui i valori trovati sono bassi.

La disponibilita' di dati sulla tossicita' del composto nei confronti dei microorganismi potra' essere utile per l'interpretazione degli eventuali valori bassi e per la scelta delle concentrazioni sperimentali piu' opportune.

1.2. DEFINIZIONI ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI.

La degradazione si definisce come la quantita' di CO₂ prodotta dalla sostanza espressa come percentuale rispetto alla CO₂ teorica che essa avrebbe dovuto produrre (ThCO₂), calcolata in base al contenuto di carbonio organico della sostanza.

Per quanto concerne l'interpretazione dei risultati ottenuti con questo metodo, il campione di plastica in esame e' considerato biodegradabile al 90%, ai sensi dell'art. 9-sexies della legge n. 475/88, quando esso risulta biodegradabile in misura maggiore o uguale al 90% della quota di biodegradabilita' di un campione di carta (1), convenzionalmente considerato biodegradabile al 100%, trattato con le stesse modalita' e contestualmente saggiato. La prova puo' essere considerata valida se la percentuale di biodegradazione di tale campione di carta supera il 60%.

(1) Fornito dall'ufficio.....dell'Ente nazionale cellulosa e carta.

1.3. SOSTANZE DI RIFERIMENTO.

E' raccomandabile l'impiego di un opportuno prodotto chimico di riferimento per controllare l'attivita' dell'inoculo. A tal fine possono essere impiegati, ad esempio, anilina, acetato di sodio o benzoato di sodio; essi devono dare luogo ad uno sviluppo di CO₂ uguale o superiore al 60% entro ventotto giorni, altrimenti la prova non e' considerata valida.

1.4. PRINCIPIO DEL METODO.

Il materiale in esame, in forma di polvere ovvero dopo essere stato finemente triturato fino ad ottenere una polvere sottile, setacciato al vaglio di 200 (Micron(m di luce, viene aggiunto a un terreno liquido chimicamente definito, inoculato con microrganismi provenienti da uno scarico e aerato alla temperatura di 20-25 °C. La temperatura viene registrata durante tutto il periodo di durata della prova.

La CO₂ sviluppatasi viene captata come BaCO₃ e la degradazione viene seguita attraverso il dosaggio di CO₂. Previo riferimento di opportuni "bianchi", si determina la quantita' totale di CO₂ liberata dal prodotto in esame durante il periodo di prova e si calcola la percentuale che essa rappresenta rispetto alla CO₂ totale che il materiale in esame avrebbe dovuto teoricamente produrre in base al suo contenuto di carbonio organico.

Il procedimento viene controllato mediante una sostanza di riferimento (vedi punto 1.6.1.3).

1.5. MATERIALE DA ESAMINARE.

Il prodotto da esaminare e' il sacchetto tal quale.

1.6. DESCRIZIONE DEL METODO.

1.6.1. Reattivi.

1.6.1.1. Acqua di elevata qualita' rispondente alle seguenti specifiche: Acqua bidistillata, esente da sostanze tossiche (in

particolare da rame), a basso contenuto di carbonio (Q 2,0 mg/l TOC), con resistività X 18 megahoms/cm. L'acqua distillata non deve contenere più del 10% del carbonio organico introdotto con il prodotto da esaminare.

1.6.1.2. Soluzione nutritiva:

a) Soluzione madre:

FeCl₃ (Diametro) 6H₂O (ferro (III) cloruro esaidrato) 0,25 g

Sciogliere e portare a 1000 ml con acqua (1.6.1.1).

MgSO₄ (Diametro) 7H₂O (magnesio solfato eptaidrato) 22,50 g

Sciogliere e portare a 1000 ml con acqua (1.6.1.1).

CaCl₂ (calcio cloruro) 27,50 g

Sciogliere e portare a 1000 ml con acqua (1.6.1.1).

KH₂PO₄ (potassio fosfato monobasico) 8,50 g

K₂HPO₄ (potassio fosfato bibasico) 21,75 g

Na₂HPO₄ 2H₂O (sodio fosfato bibasico biidrato) 33,40 g

NH₄Cl (ammonio cloruro) 1,70 g

Sciogliere e portare a 1000 ml con acqua (1.6.1.1).

(NH₄)₂SO₄ (ammonio solfato) 40,00 g

Sciogliere e portare a 1000 ml con acqua (1.6.1.1).

b) Terreno di coltura per la prova:

Per ogni litro di acqua (1.6.1.1) devono essere aggiunti i reattivi che seguono:

4 ml della soluzione di cloruro ferrico sopra indicata;

1 ml della soluzione di solfato di magnesio sopra indicata;

1 ml della soluzione di cloruro di calcio sopra indicata;

2 ml della soluzione di fosfati sopra indicata;

1 ml della soluzione di solfato di ammonio sopra indicata.

Il pH deve essere di 7,2 (Più o Meno) 0,2.

1.6.1.3. Sostanze di riferimento.

Anilina (distillata prima dell'uso), acetato di sodio, benzoato di sodio.

1.6.1.4. Idrossido di bario 0,025 N (0,0125).

Sciogliere 4,0 g di Ba(OH)₂ (Diametro) 8H₂O in un litro di acqua (1.6.1.1). Filtrare su carta e chiudere ermeticamente il recipiente contenente la soluzione limpida, per evitare l'assorbimento di CO₂ dall'aria. Per i lavori in serie è opportuno preparare più di 5 l per volta.

1.6.2. Apparecchiature.

1.6.2.1. Apparecchio per il lavaggio di CO₂.

L'apparecchiatura indicata è prevista per una serie di 6 bottiglie di vetro scuro (1 prodotto da esaminare + 1 campione di carta entrambi alle due concentrazioni di 10 e 20 mg/l) del contenuto di 4-5 l; qualora si impieghino recipienti di vetro chiaro, la prova deve essere effettuata al buio.

Due bottiglie di plastica da 1 l, contenenti 700 ml di soluzione di NaOH 10 N (10M).

Una beuta da 1 l, contenente 700 ml di Ba(OH)₂ 0,025 N (0,0125 M).

Una beuta da 1 l, per impedire il risucchio del liquido.

Queste bottiglie devono essere collegate in serie a una fonte di aria compressa, mediante tubazioni in materiale inerte, l'aria deve passare attraverso le soluzioni di lavaggio a velocità costante.

1.6.2.2. Apparecchiatura per la produzione di CO₂.

Per ciascun prodotto da esaminare 6 bottiglie in vetro scuro della capacità di 4-5 l.

Tappi, tubi flessibili, tubi in plastica.

1.6.2.3. Bottiglie assorbenti di CO₂.

Bottiglie assorbenti da 100 ml per idrossido di bario.

1.6.3. Preparazione dell'inoculo.

Quale fonte di microorganismi per la sperimentazione si impiega un fango attivato prelevato prima della prova da un impianto municipale validamente funzionante per il trattamento delle acque fognarie.

L'afflusso di effluenti industriali in tale impianto deve essere minimo o assente.

All'arrivo in laboratorio, il fango attivo deve essere aerato per 4 ore. Si preleva poi un campione di 500 ml del liquido misto e lo si omogeneizza per due minuti a velocità media con un agitatore meccanico. Si lascia poi riposare per mezz'ora.

Se dopo 30 minuti il surnatante contiene ancora una elevata percentuale di solidi sospesi, esso può essere lasciato riposare per altri 30-60 minuti, ovvero essere adattato alle condizioni del laboratorio per migliorarne la sedimentazione.

Si decanta il surnatante, facendo in modo da disporre di un volume sufficiente per poter aggiungere l'1% di inoculo in ciascuno dei recipienti per la CO₂. Evitare il sifonamento dei solidi sospesi, che interferirebbero nella misura della produzione di CO₂.

Va effettuata una conta dei batteri sul surnatante per determinarne la carica batterica.

Questo inoculo dovrebbe normalmente contenere da 10⁶ a 20 x 10⁶ unità formanti colonie (UFC) per ml.

L'inoculo va impiegato lo stesso giorno della preparazione.

1.6.4. Modo di operare.

1.6.4.1. Preparazione dei campioni.

I campioni sono costituiti:

- 1) dal sacchetto tal quale;
- 2) da un campione di carta necessario per il calcolo del risultato secondo il punto 1.2.

Entrambi i campioni devono essere triturati finemente e quindi setacciati in modo da ottenere una polvere fine omogenea e vagliata al vaglio di 200 (Micron(m di luce.

1.6.4.2. Condizioni.

Poiché nella prova per la CO₂ viene impiegato l'1% di inoculo, è necessario effettuare delle diluizioni nel terreno di prova per la CO₂

La maniera più facile è aggiungere in ciascuna delle bottiglie da 4-5 l:

- a) 2.943 ml di acqua (1.6.1.1);
- b) 3 ml delle soluzioni di solfato ammonico, solfato di magnesio e cloruro di calcio, nonché 6 ml della soluzione tampone al fosfato e 12 ml della soluzione di cloruro ferrico;
- c) 30 ml dell'inoculo preparato a partire dal fango attivo.

Per liberare tale miscela dall'anidride carbonica, aerare per 24 ore con aria esente da CO₂.

Dopo il periodo di aerazione, riempire 3 bottiglie di assorbimento di CO₂ con 100 ml di Ba(OH)₂, 0,025 N (0,0125 M) e collegarle in serie all'uscita dell'aria di ciascun recipiente.

1.6.4.3. Esecuzione della prova.

La prova inizia al momento in cui vengono aggiunti in 6 bottiglie di analisi:

- 1) il campione del prodotto in esame alle concentrazioni di 10 e 20 mg/l (nelle prime 2 bottiglie);
- 2) il campione di carta alle stesse concentrazioni di 10 e 20 mg/l (in altre 2 bottiglie);
- 3) nella quinta bottiglia, usata come "bianco" e non contenente prodotto da esaminare, una pari quantità in peso di acqua (1.6.1.1);
- 4) nell'ultima una sostanza di riferimento alla concentrazione di 20 mg/l.

Il volume finale contenuto in ciascuna bottiglia deve essere di 3000 ml. Poiché il prodotto aggiunto allo stato secco nella bottiglia è insolubile, si può provvedere all'agitazione con un agitatore meccanico. Per i prodotti che formano schiuma, il gorgogliamento di aria esente da CO₂ può essere sostituito dall'aerazione nello spazio superiore e dall'agitazione magnetica.

La quantità di CO₂ prodotta in ciascuna bottiglia reagisce con l'idrossido di bario e precipita sotto forma di carbonato di bario;

la quantità di CO₂ si determina retrotitolando Ba(OH)₂ con HCl 0,05 N (0,05 M).

Periodicamente (ogni 3 giorni), staccare per la titolazione l'assorbitore di CO₂ più vicino al recipiente. Avvicinare di un posto al recipiente gli altri due assorbitori e porre all'estremità della serie un nuovo assorbitore contenente 100 ml di soluzione fresca di Ba(OH)₂ 0,025 N (0,0125 M).

Le titolazioni vanno effettuate ogni 3 giorni unitamente ad un prelievo della soluzione delle bottiglie di analisi per eseguire anche la conta dei batteri, al fine di avere un andamento della stessa durante tutto il periodo della prova.

Se dopo un periodo minimo di due settimane dall'inizio della prova si osserva un decremento sostanziale nella produzione di CO₂ e nella carica batterica (il valore dopo un incremento iniziale torna cioè ad essere W 106 U.F.C. per ml), la cui conta va effettuata sul contenuto delle bottiglie di analisi, di bianco e di sostanza di riferimento, procedere ad un nuovo inoculo come al punto 1.6.3., previo aggiustamento del pH al valore di 7.2 (Più o Meno) 0.2, aggiungendo anche le sostanze nutritive come al punto 1.6.4.2. In tal caso al sistema va aggiunta una ulteriore bottiglia contenente la sostanza di riferimento, che serve a convalidare la prova (efficienza inoculo), predisposta come al punto 1.6.4.2. Procedere in ogni caso ad un nuovo inoculo entro il 28° giorno dall'inizio della prova e proseguire la stessa per un uguale periodo di tempo.

La durata massima della prova sarà perciò di 56 giorni complessivi.

Alla fine delle due fasi misurare nuovamente il pH del contenuto della bottiglia, poi aggiungere 1 ml di HCl concentrato in ognuna delle bottiglie di prova, per eliminare i carbonati inorganici.

Aerare i recipienti per una notte e prelevare da ciascuno di essi gli opportuni campioni per la determinazione del COD. La titolazione finale va effettuata l'ultimo giorno della prova. La prova va effettuata a temperatura ambiente (20-25 °C); durante tutto il periodo di prova, la temperatura va registrata.

1.6.5. Determinazione di CO₂.

Per la determinazione della quantità di CO₂ sviluppata, possono essere presi in considerazione metodi diversi dalla retrotitolazione del contenuto degli assorbitori a Ba(OH)₂. Ciò non cambia il principio della prova, anzi potrebbe eventualmente permettere la lettura continua della biodegradazione mentre essa è in corso.

La prima fase per il calcolo della quantità di CO₂ prodotta consiste nell'apportare ai valori riscontrati nelle bottiglie contenenti il prodotto da esaminare, una correzione che tenga conto della produzione endogena di CO₂. La bottiglia di controllo serve da "bianco dell'inoculo", per apportare la correzione resa necessaria dallo sviluppo di CO₂ dovuto alla respirazione endogena dei batteri. La quantità di CO₂ prodotta da una sostanza in esame viene determinata attraverso la differenza di 1 ml di reattivo impiegato per titolare il contenuto degli assorbitori a Ba(OH)₂ collegati rispettivamente al recipiente sperimentale e a quello del bianco.

Se per la titolazione del contenuto della bottiglia di assorbimento si impiega HCl 0,05 N (0,05 M), ciascun ml di HCl titolato corrisponde a 1,1 mg di CO₂ prodotta.

2. DATI E VALUTAZIONI.

I risultati analitici vanno registrati sull'allegata scheda (vedi appendice 1) e i valori della biodegradazione vanno calcolati come indicato al punto 1.2.

Le concentrazioni di CO₂ devono essere calcolate con l'approssimazione di 0,1 mg/l. I valori della biodegradazione devono essere arrotondati all'unità percentuale più vicina. Il corso della degradazione deve essere seguito su un grafico recante in ascisse i giorni ed in ordinate le percentuali di biodegradazione.

I risultati della prova di degradazione si considerano validi se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

nella stessa serie di determinazioni, il prodotto di riferimento ed il campione di carta devono dare una biodegradazione uguale o superiore al 60% rispettivamente entro 28 e 56 giorni. In caso contrario, l'intera serie deve essere scartata e la sperimentazione deve essere ripetuta;

durante la prova, nel recipiente del "bianco" non deve essersi avuto uno sviluppo significativo di CO₂ (indizio di contaminazione del terreno della vetreria e dell'aria). Lo sviluppo totale di CO₂ non può superare 50 mg di CO₂ per tre litri di soluzione.

3. RELAZIONE.

3.1. RESOCONTO DELLA PROVA.

Devono essere indicati, se possibile:

i dati previsti dall'acclusa scheda (vedi appendice 1);

l'andamento del saggio di degradazione e' rappresentato graficamente in un diagramma che mostra la fase latente, la fase di degradazione, la pendenza e il "Time window" ("Time window" indica qui un periodo di 10 giorni, che inizia dal giorno in cui il livello osservato di biodegradazione supera per la prima volta il 10%);

i procedimenti di dispersione adottati per le sostanze insolubili nelle condizioni sperimentali;

la data e il luogo del prelievamento dei microorganismi e il modo in cui essi sono stati trattati prima dell'inoculazione;

l'intervallo di temperatura registrato durante il periodo di prova;

le misurazioni secondo le indicazioni del punto 1.6.3 (inoculazione), del numero di microorganismi per ml (UFC/ml);

la convalida della prova (degradazione P 60% della sostanza di riferimento in 28 giorni);

la percentuale di biodegradazione del campione di carta (P 60% entro massimo 56 giorni).

3.2. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.

I materiali si considerano conformi a quanto previsto dall'articolo 9-sexies della legge n. 475/88 se entro il termine massimo di 56 giorni viene raggiunta una quota di biodegradabilità pari o maggiore al 90% rispetto ad un campione di carta la cui percentuale di biodegradazione viene posta uguale a 100.

4. BIBLIOGRAFIA.

(1) OECD, Paris, 1981, Test Guideline 301 B, Decision of the Council C (81) 30 Final.

(2) GERIKE P., FISCHER W. K., A correlation study of biodegradability determination with various chemicals in various tests, Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 3, No 2, 1979, p. 159-173.

(3) GERIKE P., FISCHER W. K., A correlation study of biodegradability determination with various chemicals in various tests, II. Additional results and conclusions, Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 5, No 1, 1981, p. 45-55.

(4) LARSON R. J., Estimation of biodegradation potential of xenobiotic organic chemicals, Applied and Environmental Microbiology, Vol. 38, 1979, p. 1153-1161.

APPENDICE

Schema per il metodo di Sturm modificato

Esperimento n.
Data di inizio della prova:
Prodotto sotto esame/di riferimento:
Concentrazione teorica/sperimentale:
Analisi del carbonio:
ThCO₂ teorico:
Intervallo di temperatura durante la prova:
Produzione di CO₂:

Giorni	CO2 trovata	CO2 cumulativa	%ThCO2
28			
56			

Validita':
 percentuale di biodegradazione del prodotto di riferimento;
 sviluppo totale di CO2 nel recipiente del "bianco".