

NORMA DE CALIDAD DE COMPOST

Propuesta consolidada para consulta pública
10-10-2000

FUNDAMENTACIÓN

La generación de residuos sólidos crece a diario asociándose al incremento en los niveles de ingreso, cambio en los hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y mejora de estándares de calidad de vida de la población. La información disponible, muestra que en la Región Metropolitana la generación de residuos sólidos domiciliarios se ha incrementado de 0,6 kg/hab.día en 1977 a 0,77 kg/hab.día en 1992, proyectándose alcanzar 1,15 kg/hab.día en el año 2000.¹ De acuerdo a estudios realizados en la Región Metropolitana, entre el 65% y 70% de los residuos sólidos generados están compuestos de residuos orgánicos, principalmente provenientes de restos de alimentos, de mercado o ferias libres y de vegetales producto de las podas de parques y jardines. A esto, hay que agregar la creciente generación residuos sólidos agrícolas, forestales, agroindustriales y de lodos provenientes del tratamiento de aguas servidas y de residuos líquidos industriales de algunos procesos productivos.

Estos residuos conformados básicamente por componentes orgánicos y que a priori requieren de un proceso de separación en origen, son susceptibles de ser transformados mediante procesos naturales (biológicos aeróbicos) y convertidos en un producto compost que aporta nutrientes pudiendo ser utilizado en la agricultura y agricultura orgánica como acondicionador orgánico de suelos o fertilizante natural. El compost, específicamente suele ser utilizado como mejorador de algunas propiedades físicas del suelo como son su estructura, drenaje, aireación, retención de agua y nutrientes, en la prevención disminuyendo la susceptibilidad a la erosión de suelos, en la recuperación de suelos degradados y en superficies alteradas sin uso agrícola. La aplicación de compost a los suelos, aumenta la población microbiana existente (responsable de la mineralización de la materia orgánica y liberación de nutrientes esenciales como C, N, P) y por ende la producción de sustancias biológicas activas útiles para mejorar y promover el crecimiento y desarrollo vegetal, como vitaminas, hormonas, antibióticos aminoácidos etc.

La producción de compost, que es un producto distinto al humus y a la turba, se presenta como una opción alternativa a la quema, principalmente de residuos agrícolas y forestales, y por consiguiente a la emisión de contaminantes atmosféricos y a la pérdida de materia orgánica, por calcinación, en los suelos. A su vez, la opción del compostaje de residuos sólidos orgánicos, implica una disminución drástica de la cantidad de materia orgánica en los rellenos sanitarios, fuente de generación de olores, atracción de vectores y producción de biogás. Como consecuencia de esta disminución, se puede facilitar la localización de rellenos sanitarios y aumentar significativamente la vida útil de los ya existentes. Finalmente, la producción de compost debe entenderse como una actividad que busca desincentivar el uso de la tierra de hojas y por ende las implicancias ambientales que ello implica.

¹ Gobierno Regional Región Metropolitana “Informe Propuesta de Política Regional de Residuos Sólidos Región Metropolitana , Marzo 1999”.

En la actualidad, el país presenta un creciente desarrollo de la actividad del compostaje como alternativa a la gestión de residuos orgánicos. Sin embargo, no existe un criterio para definir la calidad del compost. Es por ello que se hace necesario definir, criterios o parámetros que permitan regular su calidad, para de esa forma facilitar su comercialización y utilización.

TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Ámbito de la regulación

El presente reglamento, aplicable dentro de todo el territorio nacional, tiene por objeto regular la calidad del compost producido a partir de residuos orgánicos y otros materiales orgánicos generados por la actividad humana, excluidos los residuos producidos en bosques nativos y/o áreas silvestres que están siendo manejadas. La normativa aplicará a compost producido en plantas de compostaje establecidas, en faenas in situ y en plantas móviles siempre y cuando el producto se pretenda comercializar bajo el nombre de compost.

Los residuos compostables corresponden a la fracción orgánica de síntesis natural contenida en los siguientes residuos: agroindustriales, agrícolas (incluye forestales, cultivos y ganaderos), animales, pesqueros, de ferias libres, de la manutención de parques y jardines y domiciliarios verdes y lodos del tratamiento de aguas. Quedarán excluidos los residuos orgánicos peligrosos definidos en el proyecto de reglamento de manejo sanitario de residuos peligrosos (MINSAL), y los residuos infecciosos.

Independientemente del origen de los residuos utilizados y de la tecnología empleada en el proceso de producción de compost², los productos sujetos a esta norma, para efectos de su calidad, deberán cumplir con los requisitos señalados en ella. La presente normativa busca promover la gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos generados en nuestro territorio, evitar la introducción de plagas que puedan venir incorporadas a productos importados y promover y fomentar el desarrollo de la industria nacional del compost. La normativa aplica al compost producido en Chile así como en el compost importado.

En esta normativa se identificarán tres clases de compost: compost Clase A, compost clase B y compost Inmaduro.

Definiciones

Para los efectos de esta regulación, se entenderá por:

Acondicionador orgánico de suelos: Mezcla de compost con materia orgánica distinta a la que lo originó que tiene como función principal la de mejorar la estructura del suelo. Esta mezcla suele realizarse en la fase de estabilización del producto.

² Básicamente existen 3 tecnologías para la producción de compost: Pila estática aireada, pila con volteo y reactores rotatorios.

Agricultura: Actividad de siembra, plantación y cosecha; incluye cultivos, producción animal y silvicultura.

Agricultura orgánica: Sistema integral de producción agropecuaria, basado en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida en base a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales, y que restringe el uso de productos de origen químico sintético³.

Autoridad competente: Organismo público con competencia para fiscalizar la calidad del producto compost generado en las plantas de compostaje.

Atracción de vectores: Característica de los compost de atraer roedores, insectos voladores y rastrosos y otros organismos capaces de transportar agentes infecciosos a seres humanos y animales.

Compostaje: Técnica para el tratamiento de componentes sólidos orgánicos basado en procesos de mineralización y transformación de materia orgánica producida por microorganismos aeróbicos. Como resultado de este proceso se genera mayoritariamente compost, dióxido de carbono y agua. El proceso considera cuatro etapas; una primera mesofílica, segunda termofílica, tercera de enfriamiento y una cuarta de maduración.

Compost: Producto inocuo y libre de efectos fitotóxicos que resulta del proceso de compostaje constituido por una materia orgánica estabilizada donde no se reconoce origen, puesto que se habrá degradado generando partículas más finas y oscuras. Su aplicación al suelo, no debe provocar daños a las plantas y podrá ser almacenado sin posteriores tratamientos ni alteraciones siempre y cuando se den las condiciones ambientales adecuadas. Sinónimo de composta, composto, mantillo.

Compost clase A: Producto de alta calidad que cumple con las exigencias para compost clase A en todos los parámetros especificados en esta normativa. El producto no presenta ninguna restricción de uso debido a que ha sido sometido a un proceso de humificación pudiendo ser aplicado a macetas directamente sin mezclarse.

Compost clase B: Producto de calidad que cumple con las exigencias para compost clase B en todos los parámetros especificados en esta normativa. El producto presenta algunas restricciones de uso. Para ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.

Compost Inmaduro: Es una materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílica y termofílica del proceso de compostaje donde ha sufrido una descomposición inicial pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración requeridas para obtener un compost clase A o B. Es un producto que se debe mezclar para ser aplicado y no debe producir hambre de nitrógeno.

Compost maduro: Sinónimo de compost.

³ Norma INN 2439 año 1999.

Faenas in situ: Sitio en el cual se efectúan temporalmente y por no más de 6 meses anuales, actividades de compostaje de residuos orgánicos. Los residuos orgánicos utilizados en el proceso a lo menos en un 50 % deben provenir del mismo predio donde se realizará la faena in situ.

Humus: Fracción orgánica coloidal del suelo, extremadamente estable frente a cambios en las condiciones ambientales y/o de manejo.

Lodo: Acumulación de sólidos sedimentables separados en los distintos procesos de tratamiento de aguas.

Materiales Orgánicos: Sustancias de origen animal o vegetal factibles de ser compostadas, incluye productos y/o subproductos.

Partida de compost: Cantidad de producto de similares características técnicas que bajo los parámetros establecidos en esta normativa, el productor somete a certificación de su calidad ante la autoridad competente.

Pila estática aireada: Técnica utilizada en el proceso de compostaje que permite un control más preciso de la aireación así como otros parámetros importantes del proceso como son la temperatura y la humedad Utiliza un sistema de tuberías perforadas conectado a una bomba que permite succionar y soplar artificialmente aire a la pila. El término pila es utilizado también para identificar al depósito de materia en compostación.

Pila con volteo: Técnica utilizada en el proceso de compostaje basado en el volteo frecuente del material en proceso lo que permite lograr la aireación necesaria como asimismo una mezcla entre el material exterior con el que se encuentra al interior de la pila..

Planta de compostaje: Establecimientos en los que se efectúa el proceso de compostaje.

Planta de compostaje móvil: Instalación móvil que debe cumplir con condiciones sanitarias y ambientales básicas, en la cual internamente se efectúa el proceso de compostaje no requiriendo estar establecida en ningún lugar geográfico determinado.

Residuo: Sustancias u objetos a cuya eliminación su generador procede, se propone proceder o está obligado a proceder en virtud de la legislación vigente.

Residuo Infeccioso: Corresponde a una de las fracciones peligrosas de los residuos hospitalarios caracterizada por la presencia de una gran variedad de microorganismos patógenos que aumentan el riesgo de contagio de enfermedades en las personas. Incluye cultivos, tejidos, órganos y partes sólidas de cuerpos de humanos y animales que han sido expuestos a agentes patógenos y por ende requieren de un tratamiento previo a su disposición final.

Residuo orgánico: Residuo de origen vegetal o animal, separado en origen, rico en carbono y nitrógeno.

Residuo sólido domiciliario: Residuos sólidos generados en los domicilios y de otras fuentes como por ejemplo oficinas, servicios, cuarteles, establecimientos educacionales, casinos de

industrias y hospitales, que presentan composiciones similares a los residuos sólidos generados en los domicilios.”

Separación en origen: Segregación y clasificación de los residuos en el sitio donde son generados, con el propósito de facilitar su reutilización posterior.

Suelo: Cuerpo natural tridimensional integrante de la corteza terrestre y que ocupa el segmento superior de éste en contacto con la atmósfera. Sustrato predominantemente mineral de origen lítico no consolidado y se constituye en el hábitat natural de las raíces de los vegetales y de complejas comunidades bióticas. La productividad del suelo se mide por su capacidad periódica de sintetizar biomasa vegetal.

Suelo degradado: Es aquel suelo que ha perdido su potencial productivo o parte de él por procesos naturales o antrópicos.

Superficies alteradas sin uso agrícola: Areas resultantes de la acción antrópica, principalmente la actividad minera caracterizadas por una mínima capacidad de contener vegetación, evitar la erosión y estabilizar su estructura.

Tierra de hojas: Todo aquel material vegetal proveniente principalmente del bosque nativo y colectado desde la capa superior del suelo, formado por la hojarasca no descompuesta o incipientemente descompuesta, en el que aún se podría identificar su origen biológico.

Turba: Carbón fósil formado por residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos de aspecto terroso y de poco peso.

TÍTULO II CARACTERÍSTICAS DEL COMPOST

Párrafo 1 Parámetros sanitarios

Artículo 1 Reducción de patógenos

Todos los tipos de compost, es decir Clase A, Clase B e Inmaduro, deberán cumplir copulativamente con los siguientes requisitos:

- 1) Tener una densidad de coliformes fecales menor a 1.000 Número Más Probable (NMP) por gramo de compost, base seca;
- 2) Tener una densidad de salmonella sp. menor a 3 NMP en 4 gramos de compost, base seca;
- 3) Tener un contenido de huevos de helmintos menor a 1 en 4 gramos de compost, base seca.

Como alternativa al requisito número 3 se entenderá el cumplimiento de alguno de los siguientes requisitos:

- 4) Tener una densidad máxima de virus MS-2 menor a 1 Unidad de Formación de Placas (UFP) en 4 gramos de compost, base seca.
- 5) Si se aplica el método de compostaje de apilamiento estático con aireación forzada, la temperatura del compost deberá mantenerse a 55 °C o más, por tres días.

- 6) Si se aplica el método de compostaje de apilamiento con volteos, la temperatura del compost deberá mantenerse a 55°C o más, por un período a lo menos de 15 días. Durante dicho período, las pilas deberán ser volteadas un mínimo de cinco veces. Alternativamente, la temperatura del compost se debe mantener por sobre los 70°C por un período superior a 30 minutos.

Artículo 2 Olores

El compost no debe presentar olores fuertes (compuestos de sulfuro, mercaptanos, gases TRS) a excepción de un aroma característico a bosque.

Artículo 3 Humedad⁴

Para todo tipo de compost producido y comercializado en el país (clase A, B e Inmaduro) el contenido de humedad no debe ser menor que 30 % en peso.

Párrafo 2 Parámetros ambientales

Artículo 4 Metales pesados

Todo compost producido en el país (clase A clase B o inmaduro) deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla N°1 respecto a la concentración de metales pesados:

Tabla 1 Concentraciones máximas de metales pesados en compost

Metal Pesado	Concentración máxima en mg/kg. De compost (base seca) ¹
Arsénico	15
Cadmio	2
Cobre	100
Mercurio	1
Molibdeno	2
Níquel	20
Plomo	100
Zinc	200

¹ Concentraciones expresadas como contenidos totales

El compost producido en base a lodos que no cumpla con los requisitos señalados en la tabla N°1, debe cumplir con las restricciones de aplicación estipuladas en el "Anteproyecto de Reglamento para el Manejo de Lodos no Peligrosos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas".

Una recomendación de dosis de aplicación de compost para evitar la acumulación de metales pesados en los suelos de Chile se muestra en el anexo N°1 del manual de aplicación de esta norma.

⁴ El contenido de humedad del producto se debe identificar en la etiqueta de información del producto.

Artículo 5 Conductividad eléctrica

Todo compost producido en el país deberá cumplir con los siguientes requisitos establecidos respecto a la conductividad eléctrica.

Compost clase A: menor o igual a 5 mmho/cm (dS/m)

Compost clase B: 5 – 12 mmho/cm (dS/m)

En el caso del compost clase B y si pH está entre 7.8 - 8.5 la relación de adsorción de sodio (RAS) debe ser inferior a 7.

Párrafo 3 Parámetros agrícolas

Artículo 6 Relación C/N

El compost se clasificará en función de los siguientes rangos de la relación C/N:

Compost clase A: entre 10-25

Compost clase B: entre 10-40

Compost Inmaduro: Máximo 50.

Artículo 7 pH

Compost clase A: 7.0 - 8.0

Compost clase B: 6.5 - 8.5

Compost Inmaduro: 6.0- 8.5

Artículo 8 Madurez

Un compost se considerará maduro si cumple con el siguiente requerimiento:

Después de una incubación de 24 hrs. en condiciones anaeróbicas a una temperatura de 55°C el pH del producto compost debe ser mayor a 6.5.

Esta exigencia no aplica para compost inmaduro.

Artículo 9 Materia orgánica

El contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost (compost clase A, clase B e Inmaduro) debe ser mayor o igual a 25 % en base seca.

Artículo 10 Productividad agrícola

Todo compost debe obtener a lo menos los siguientes resultados en los siguientes ensayos:

- a) Germinación de semillas: Igual o menor a 2 semillas de maleza germinadas/litro de compost
- b) Toxicidad a las plantas: A lo menos debe prosperar el 90 % de las plantas de referencia (plantación sin compost) **(Se hace necesario definir la especie).**
- c) Ensayos con daphnia: CL50.

Párrafo 4 Materias extrañas

Artículo 11 Impurezas

Las impurezas que puede contener el compost se definen a continuación:

Plástico, metal, vidrio y/o caucho, mayor a 2 mm:

Compost clase A: menor o igual a 0,5% por peso en base seca.

Compost clase B: menor o igual a 1,0% por peso en base seca.

Compost Inmaduro: menor o igual a 1,0% por peso en base seca.

Piedras mayor a 5 mm:

Compost clase A: menor o igual a 5% por peso en base seca.

Compost clase B: menor o igual a 5% por peso en base seca.

Compost Inmaduro: menor o igual a 5% por peso en base seca.

Vidrio mayor a 16 mm:

Compost clase A: ausente.

Compost clase B: ausente.

Compost Inmaduro: ausente

TÍTULO III DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Artículo 12 Procedimientos de muestreo

Las muestras de compost terminado se tomarán una vez terminado el proceso de maduración del producto.

Para ello, el productor o el propio laboratorio que realizará los análisis deberá tomar una muestra representativa desde los lugares de acopio del producto.

Para productos comercializados a granel, se debe tomar sub-muestras por cada metro lineal de la pila de compost desde la superficie hasta una profundidad de 10 cm, las submezclas se mezclan, se homogenizan y de ahí se toma una muestra de 1 Kg para su análisis. Luego esta muestra se deberá introducir en una bolsa plástica cerrada.

Para productos embolsados o ensacados, se debe elegir 3 unidades al azar, luego se deben mezclar y homogeneizar para tomar una muestra de 1 Kg.

Finalmente se deben enviar las muestras en no más de 12 horas al laboratorio reconocido por la autoridad competente.

Artículo 13 Procedimientos de análisis

La metodología de análisis para cada uno de los parámetros identificados en la presente normativa se muestra en el manual de aplicación de la presente normativa. Todo productor de compost que desee calificar su producto bajo los estándares establecidos por esta normativa, deberá realizar los análisis sobre la base de la metodología indicada.

Artículo 14 Frecuencia de los análisis

Todo productor de compost que desee calificar su producto bajo los procedimientos establecidos por esta normativa, debe durante el primer año de marcha blanca, presentar sus análisis a la autoridad competente cada 3 meses para así obtener la calificación de su producto. La Autoridad Competente podrá en cualquier momento verificar mediante visitas de fiscalización lo declarado por el productor.

En el segundo año, el productor podrá solicitar una modificación en las frecuencias de los análisis en función de los tipos de materias primas utilizadas en el proceso, autorización que quedará sujeta al criterio de la autoridad competente. El criterio principal será la variación de los resultados de los análisis presentados durante el primer año.

TÍTULO IV DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIFICACION DEL PRODUCTO

Artículo 15 Inscripción en los registros SAG

Los productores de compost deben inscribirse por una única vez, en los registros del SAG como productores autorizados de compost. Para ingresar a los registros SAG se debe presentar la siguiente información bajo declaración jurada:

- Nombre de la empresa o persona natural.
- Dirección.
- Rut de la empresa o el representante legal.
- Autorizaciones pertinentes para el funcionamiento de la planta.
- Certificado de antecedentes para fines particulares
- Personal de la empresa identificando profesionales, técnicos, administrativos y obreros.
- Tipo de planta de compostaje (Planta de compostaje móvil, planta de compostaje establecida, servicios de compostaje asociado a faenas in situ).
- Equipamiento especificando vehículos, maquinaria, instrumentos, otros.
- Experiencia en el rubro de compostaje.

Artículo 16 Registro por partida

El productor debe registrar cada partida de producto. Para ese efecto debe entregar a la Autoridad Competente bajo declaración jurada la siguiente información:

- N° de partida indicando la cantidad de producto (ton o m³).
- Resultados de los análisis realizados.
- Muestra y contramuestra del producto.

La Autoridad Competente procede a certificar el producto, y colocar un número de registro a la partida. A su vez, dicha autoridad podrá fiscalizar durante los 20 días hábiles siguientes lo declarado por el productor.

TITULO V DE LA INFORMACION EN EL PRODUCTO

Artículo 17 Etiquetado del producto

Todo compost comercializado en el país, debe contar con una etiqueta que indique la siguiente información relativa al producto:

- Nombre del productor, dirección, teléfono.
- N° de resolución del Servicio de Salud Respectivo que autoriza el funcionamiento de la planta de compostaje productora de compost.
- N° de identificación de la partida del producto.
- Clasificación del producto en compost clase A, clase B o Inmaduro según la presente normativa.
- Peso total
- % de materia orgánica total.
- % humedad.
- Relación C/N
- Indicación de la existencia de la ficha técnica a disposición del usuario.
- Recomendaciones y restricciones de uso.

Artículo 18 Ficha técnica del producto

Todo compost comercializado en el país deberá contar con una ficha técnica disponible para los usuarios interesados que especifique toda la información señalada en el artículo 17 más lo que se indica a continuación:

- Rut del productor de compost.
- Proceso de compostaje utilizado.
- Principales materias primas utilizadas en el proceso limitadas a las siguientes categorías: Lodos sanitarios de aguas servidas, lodos orgánicos agroindustriales, residuos agrícolas vegetales y animales, residuos agroindustriales, residuos forestales y silvícolas, restos de poda y mantención de jardines, restos de ferias libres y mercados, residuos pesqueros, otros materiales orgánicos.
- Conductividad eléctrica.
- pH.
- Contenido mínimo de N, P, K, Ca, Mg, S, Na disponibles y de nitrógeno y fósforo total (expresados como mg/kg.).
- Contenido mínimo de los siguientes micronutrientes: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B.
- Recomendaciones de uso (prohibiciones, reestricciones, forma de aplicación, dosis de aplicación).

TÍTULO VI DE LA FISCALIZACIÓN

Artículo 19 Autorizaciones de funcionamiento

Todo productor de compost que desee calificar su producto según esta norma, deberá contar previamente con las autorizaciones pertinentes para su funcionamiento.

La autoridad competente de fiscalizar el funcionamiento de las Plantas de compostaje es el Servicio de Salud correspondiente de la región donde se encuentre el productor.

Las autoridad competente para fiscalizar el producto compost es el Servicio Agrícola Ganadero. En la tabla N° 2 se indican las autorizaciones pertinentes y el organismo responsable de dicha autorización.

Tabla N° 2 Autorizaciones que debe cumplir un productor de compost

AUTORIDAD	AUTORIZACIÓN PERTINENTE
Coremas	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Seremi Agricultura, Seremi Minvu, Municipios	Permiso de Localización de industrias (zona urbana, zona rural).
Servicio de Salud	Calificación Técnica
Servicio de Salud	Informe Sanitario
Municipios	Permiso municipal de edificación Patente municipal definitiva
Servicio Agrícola Ganadero Regional	Fiscaliza las partidas de compost
Servicio Agrícola Ganadero Regional	Aprobación del certificado de calidad del producto

Artículo 20 Certificado de calidad del producto

La Autoridad Competente para la emisión del certificado de calidad del producto será la Dirección Regional del SAG de la región donde el productor haya declarado su residencia.

Artículo 21 De las multas y sanciones

El no cumplimiento de lo declarado por el productor de compost, entrega atribuciones a la Autoridad Competente para multar siguiendo los siguientes procedimientos:

Primera instancia: \$ 1.000.000 (un millón de pesos).

Segunda instancia: \$ 2.000.000 (dos millones de pesos).

Tercera instancia: Eliminación del registro autorizado de productores de compost.

TÍTULO FINAL DE LA VIGENCIA

La norma de calidad a que se refiere este anteproyecto entrará en vigencia 180 días después de su publicación en el diario oficial.

Una vez entrada en vigencia, será revisada al menos cada 5 años.

MANUAL DE APLICACIÓN DE LA NORMA

ANEXO 1 DOSIS DE APLICACIÓN DE COMPOST PARA EVITAR LA ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS SUELOS DE CHILE⁵.

Dosis máximas sostenibles de compost (ton ms/ha/año) (no incremento del contenido de metal en suelos)

Metal Pesado	Zona Norte Centro			Zona Centro Sur		
	Pesimista	Realista	Pesimista	Pesimista	Realista	Pesimista
Zn	3.75	5.0	6.67	2.22	2.96	3.95
Cd	3.75	5.0	6.67	2.22	2.96	3.95
Cu	4.50	6.0	8.0	2.67	3.56	4.74
Pb	4.50	6.0	8.0	2.67	3.56	4.74
As	5.0	6.7	8.89	2.96	3.95	5.27
Mo	8.33	11.11	14.81	4.00	5.33	7.11

Dosis máximas sostenibles de compost (ton mh/ha/año) (no incremento del contenido de metal en suelos)
Humedad 0.3

Metal Pesado	Zona Norte Centro			Zona Centro Sur		
	Pesimista	Realista	Pesimista	Pesimista	Realista	Pesimista
Zn	8.75	11.67	15.56	5.19	6.91	9.22
Cd	8.75	11.67	15.56	5.19	6.91	9.22
Cu	10.50	14.0	18.67	6.22	8.30	11.06
Pb	10.50	14.0	18.67	6.22	8.30	11.06
As	11.67	15.56	20.74	6.91	9.22	12.29
Mo	19.44	25.93	34.57	9.33	12.44	16.59

Supuestos de los cálculos:

Los cálculos se basan en los los siguientes supuestos:

1. que los composts tuvieran contenidos de metales correspondientes a:
los máximos propuestos (condición pesimista),
un 75% de los máximos (condición realista), y
un 75% del valor intermedio equivalente al 56,25 % de los máximos (condición optimista),
2. que el país se divide en 2 zonas agroecológicas, en función del potencial de actividad de los metales en suelos, a saber:
zona norte-centro (regiones I a Metropolitana), y
zona centro-sur (regiones VI a XII),
3. que la extracción de metales, por los cultivos, se contabilizó como la fracción de biomasa que se extrae del terreno (se asumió una condición ideal de 2 cultivos por año, un 50% de remoción

⁵ Sergio González, INIA 2000.

de la biomasa aérea y un 10% de remoción adicional en la zona centro-sur, por movimiento de los metales fuera de los suelos debido a lluvias abundantes y/o mayor movilidad de metales),

4. una condición inversa de remoción de Mo, por lavado de suelos, en la zona norte-centro, ya que es más móvil en la zona centro-norte (por suelos con alta hidricidad y $\text{pH} > 7$, y

5. una absorción de metales por cultivos, mayor en la zona norte-centro, debido a una mayor dotación metálica de los suelos; contenidos frecuentemente registrados en la literatura especializada.

En función de respetar el criterio de aplicación de composts, sin inducir incremento del contenido metálico nativo de suelos, se verifica que:

1. los suelos de la zona norte-centro podrían recibir mayores cantidades de composts por año, sin inducir “build-up” de metales en suelos,

2. de acuerdo a los contenidos máximos que se están proponiendo para composts (en mg/kg ms: Cu 100, Pb 100, Zn 200, Cd 2, As 15, Mo 2), los metales más limitantes de las aplicaciones máximas sustentables (sin inducción de build-up) serían Zn y Cd; especialmente importante es lo referente al Cd, dada su alta toxicidad para plantas y animales (incluyendo mamíferos superiores) y la sensibilidad que la gente tienen sobre la presencia de ese metal,

3. el Cu y el Pb son los dos siguientes metales limitantes de las cantidades aplicadas anualmente, para terminar con el As y el Mo,

4. como criterio general, no habría ningún problema de build-up de metales en suelos, por aplicación de composts, si se cumplen dos requisitos, a saber:

que las materias primas sólo contengan lo que las plantas y animales pueden absorber, naturalmente, y

que ellas provengan de sitios no alterados, en cuanto al contenido nativo de metales, y

5. por consiguiente, como las dosis anuales para una aplicación sustentable tienden a ser bajas a moderadas, los productores tendrían que extremar las precauciones para no incluir substratos alterados, en cuanto al contenido de metales (léase, guano de animales con alimentación suplementada en metales; residuos de cultivos de suelos metálicos, natural o contaminados).

ANEXO 2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

La determinación de los contaminantes incluidos en esta norma se deberá efectuar de acuerdo a los métodos que se indican a continuación, teniendo en cuenta que los resultados deberán referirse a valores totales en peso, base seca.

Para la preparación de las muestras sólidas, previo a los análisis para coliformes, salmonella, huevos de helminto y virus MS-2, se deberá aplicar el método señalado en:

- Bacteriological Analytical Manual (BAM), U.S. Food and Drug Administration (FDA), 8th Edition, 1995. AOAC International, USA.

Para coliformes fecales existen dos métodos:

- NCh. 2313/22 Of.95, INN, 1ª ed., 1995, Determinación de Coliformes Fecales (NMP) en medio EC.
- NCh. 2313/23 Of.95, INN, 1ª ed., 1995, Determinación de Coliformes Fecales (NMP) en medio A-1.

Para salmonela el método que corresponde es:

- Quantitative Salmonella Procedure. Section 9260 D. P.9-97. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 ed.,1998. APHA; AWWA; WEF

Para huevos de helminto el método que corresponde es:

- Yanko, W.A., EPA 600/1-87-014, 1987

Para virus MS-2 el método que corresponde es:

- ASTM D 4994-89 Standard Practice For Recovery of Viruses From Wastewater Sludges

Para olores un método es:

- TMECC 05.06 ODOR
- 05.06-A Quick-Test for Field Assessment of Compost Odor

Para humedad un método es:

- TMECC 03.09 TOTAL SOLIDS AND MOISTURE
- 03.09-A Total Solids and Moisture at 70±5°C

Para madurez el método es:

"Method for the determination of completion of composting". Compost Sci. 14, 8-15).

Para materia orgánica un método es:

- TMECC 05.07 ORGANIC MATTER
- 05.07-A Loss-On-Ignition Organic Matter Method (LOI)
- 05.07-B Humic Substances - Proposed Fulvic Acid and Humic Acid Extraction and Characterization.

Para impurezas tales como vidrios, metal y plásticos duros un método es:

- TMECC 03.05 FILM PLASTICS
- 03.05-A Film Plastic Surface Area Determinations Using Digital Processing

- TMECC 03.06 Glass Shards, Metal Fragments and Hard Plastics
- 03.06-A Glass Shards, Metal Fragments and Hard Plastics Wet Sieving Technique

Contenido de Carbono Orgánico Total (COT):

- Método 9060A, Total Organic Carbon, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- TMECC 04.01 ORGANIC CARBON
- 04.01-A COMBUSTION WITH CO₂ DETECTION

Para Conductividad eléctrica algunos métodos son:

- TMECC 04.10 ELECTRICAL CONDUCTIVITY
- 04.10-A 1:5 SLURRY METHOD, MASS BASIS
- 04.10-B 1:5 SLURRY METHOD, VOLUME BASIS
- 04.10a APPENDIX—TEMPERATURE CORRECTION

Para pH los métodos son:

- Método 3.I, Rev.1998, Comisión de Normalización y Acreditación. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Suspensión y determinación potenciométrica.
- Método 9040B, pH electrometric measurement, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Enero 1995.
- Método 9045C, Soil and waste pH, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 3, Enero 1995.

Para nitrógeno disponible los métodos son:

- Método Bremner y Keeney (Extracción con KCl, 2 M), en Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). 1982. "Methods of Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties". 2nd Ed. Agronomy 9. ASA, Inc. SSSA, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 649-650.
- Método Bremner y Keeney (Extracción con KCl, 2 M), en Black, C.A. et al. (ed.). 1965 Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wis., USA. pp. 1191-1206.

Para nitrógeno total los métodos son:

- Método Kjeldahl, en Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). 1982. "Methods of Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties". 2nd Ed. Agronomy 9. ASA, Inc. SSSA, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 610-616.
- Método Kjeldahl, en Black, C.A. et al. (ed.). 1965 Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wis., USA. pp. 1161-1175.
- 04.02-A TOTAL KJELDAHL NITROGEN, SEMI-MICRO KJELDAHL TECHNIQUE
- 04.02-B NITRATE NITROGEN DETERMINATION
- 04.02-C AMMONIUM NITROGEN DETERMINATION
- 04.02-D TOTAL NITROGEN BY COMBUSTION (DUMAS)

Para fósforo disponible los métodos son:

- Método Olsen (extracción con NaHCO₃, 0,5 M, pH 8,5), Método 6.I, Rev.1998, Comisión de Normalización y Acreditación. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.
- Método Olsen (extracción con NaHCO₃, 0,5 M, pH 8,5), en Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). 1982. "Methods of Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties".

2nd Ed. Agronomy 9. ASA, Inc. SSSA, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 421-422.

Para fósforo total los métodos son:

- Digestión con ácido perclórico, en Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). 1982. "Methods of Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties". 2nd Ed. Agronomy 9. ASA, Inc. SSSA, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 406-407.
- TMECC 04.03 PHOSPHORUS
- 04.03-A TOTAL PHOSPHORUS
- 04.03-B WATER-SOLUBLE PHOSPHORUS

Para potasio disponible los métodos son:

- Método extracción con acetato de amonio 1 M, pH 7,0, Método 4.I, Rev.1998, Comisión de Normalización y Acreditación. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Extracción con solución de acetato de amonio 1 mol/L a pH 7,0 y determinación por espectrometría de absorción y emisión atómica.
- Método extracción con acetato de amonio 1 M, pH 7,0, en Black, C.A. et al. (ed.). 1965 Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wis., USA. pp. 229-231.
- Método extracción con acetato de amonio 1 M, pH 7,0, en Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). 1982. "Methods of Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties". 2nd Ed. Agronomy 9. ASA, Inc. SSSA, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA. pp. 228-230.
- TMECC 04.04 POTASSIUM
- 04.04-A TOTAL POTASSIUM
- 04.04-B WATER-SOLUBLE POTASSIUM

Preparación de muestras para el análisis de metales:

- Método 3050B, Acid digestion of sediments, sludges and soils, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Diciembre 1996

Métodos de Absorción Atómica.

- Método 7000A, Atomic Absorption Methods, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Julio 1992

Para arsénico total los métodos son:

- Método 6010B, Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7060A, Arsenic (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 1, Septiembre 1994
- Método 7061A, Arsenic (Atomic absorption, gaseous hydride), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 1, Julio 1992
- Método 7062, Antimony and arsenic (Atomic absorption, borohydride reduction), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7063, Arsenic in aqueous samples and extracts by anodic stripping voltammetry (ASV), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Diciembre 1996

Para cadmio total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7130, Cadmium (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7131A, Cadmium (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 1, Septiembre 1994

Para cobre total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7210, Copper (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7211, Copper (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986

Para mercurio total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7470A, Mercury in liquid waste (Atomic absorption, manual cold-vapor technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 1, Septiembre 1994
- Método 7471A, Mercury in solid or semisolid waste (Atomic absorption, manual cold-vapor technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 1, Septiembre 1994
- Método 7472, Mercury in aqueous samples and extracts by anodic stripping voltammetry (ASV), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Diciembre 1996

Para molibdeno total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7480, Molybdenum (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7481, Molybdenum (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986

Para níquel total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994

- Método 7520, Nickel (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7521, Nickel (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Diciembre 1996

Para plomo total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7420, Lead (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7421, Lead (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986

Para zinc total los métodos son:

- Método 6010, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Revisión 2, Diciembre 1996
- Método 6020, Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry, Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1994
- Método 7950, Zinc (Atomic absorption, direct aspiration), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Septiembre 1986
- Método 7951, Zinc (Atomic absorption, furnace technique), Test Methods for Evaluating Solid Waste, SW-846, Julio 1992

Para la germinación de semillas:

- Terrestrial plants, Growth test, OECD Guideline for testing of chemicals 208

Para toxicidad aguda los métodos son:

- La concentración letal 50 (CL50) y/o la concentración inhibitoria 50 (CI50):
 - a) Germinación de semillas
 - b) Lixiviación para ensayos con microcrustáceos (*Daphnia magna* o *pulex*).