

7. ANÁLISIS DE REGULACIONES INTERNACIONALES SOBRE CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE CALIDAD DE SUELO EN RELACIÓN A METALES PESADOS.

7.1. Panorama mundial en relación a políticas sobre protección de suelo.

La importancia de la protección de los suelos es reconocida mundialmente. En la Cumbre de Río (1992), los estados participantes adoptaron declaraciones que tuvieron en cuenta la protección de los suelos. En 1994 la Convención de lucha contra la desertificación de las Naciones Unidas tuvo como finalidad evitar y reducir la degradación del suelo, rehabilitar terrenos parcialmente degradados y recuperar tierras parcialmente desertificadas (CCE, 2002).

El caso de la Unión Europea (UE).

La UE estableció como objetivo proteger los suelos contra la erosión y la contaminación, en el Sexto Programa de Acción en materia de Medio Ambiente, presentado por la Comisión en 2001. En la estrategia a favor de un desarrollo sostenible, publicada así mismo en 2001, se señaló que la erosión y disminución de la fertilidad del suelo afectan la calidad de los suelos.

Políticas y documentos comunitarias relacionadas con la protección del suelo (CCE, 2002):

- Legislación comunitaria sobre el agua (Directiva de nitratos y Directiva marco del agua)
- Legislación destinada a reducir y supervisar la contaminación atmosférica (Directiva marco de calidad de la atmósfera y directivas derivadas y Directiva sobre límites nacionales de emisiones) afecta a la protección del suelo.
- Directiva sobre lodos de depuradora, que regula el uso de lodos de depuradora en agricultura de forma que se eviten los efectos nocivos sobre el suelo.
- La política de ordenación del territorio puede desempeñar un papel importante en la protección de los recursos edáficos, limitando el sellado del suelo y haciendo que en las decisiones relativas al uso del suelo se tengan en cuenta las características del suelo (por ejemplo, el riesgo de erosión).
- La legislación general sobre medio ambiente afecta asimismo a la protección del suelo. La Directiva sobre prevención y control integrados de la contaminación exige de la industria y de las explotaciones intensivas de ganado con un tamaño por encima de cierto nivel definido que eviten las emisiones de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo, que eviten la

producción de residuos y que eliminen éstos de forma segura, y que vuelvan a poner en estado satisfactorio las zonas industriales abandonadas.

Actualmente dentro de la protección del suelo la UE considera:

- Erosión
- Pérdida de materia orgánica
- Contaminación local y difusa
- Sellado del suelo
- Compactación del suelo
- Reducción de la biodiversidad del suelo (suelos más vulnerables a la erosión)
- Salinización
- Inundaciones y deslizamientos de tierra

Los Estados miembros han tomado distintas iniciativas sobre protección del suelo de acuerdo a los procesos de degradación del suelo que consideran prioritarios. En Europa Central y Septentrional, los esfuerzos se centran en la contaminación y el sellado del suelo, mientras que las iniciativas de los países meridionales se refieren más a la erosión y a la desertificación en el contexto de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. España, Grecia, Italia y Portugal han adoptado planes nacionales de lucha contra la desertificación, en los que analizan el proceso de desertificación y señalan las medidas que deben tomarse. Por ejemplo:

El **Plan Italiano** se centra en la reducción del riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierras, hace referencia a la regulación del uso del agua y a la coordinación de las políticas sectoriales que afectan al ciclo del agua, y define zonas de riesgo elevado de inundaciones y de deslizamientos de tierras.

En **Alemania** está vigente una ley de protección del suelo que tiene como objetivo la protección y restauración de las funciones sostenibles del suelo que obliga a todas las partes a evitar los peligros y el sellado del suelo y a tomar precauciones contra los cambios edáficos nocivos.

En **Francia** se ha aprobado un plan nacional de gestión y protección del suelo que considera la prevención de la contaminación en el futuro. Cuenta con aspectos como una nueva red de vigilancia del suelo con una cuadrícula de 16 km. por 16 km., la finalización del mapa nacional de suelos y de mapas de riesgos de erosión y de materia orgánica en el suelo.

Austria ha elaborado un sistema de información sobre suelos con acceso por Internet.

El término “calidad de suelo” nació en los 90’ en **Estados Unidos**, cuando la NRCC realizó un informe de conservación de suelo y agua titulado “Calidad de Suelo y Agua: Una Agenda para la Agricultura”. Además la NRCC propuso que la protección de la calidad del suelo debe ser una meta básica de la política medioambiental enfatizando en la conexión entre la calidad de suelo y la de agua. La NRCC estableció cuatro estrategias para prevenir la degradación del suelo y la contaminación de las aguas, donde la “Política Nacional busca : 1) conservar y mejorar la calidad del suelo como primer paso fundamental para mejorar el medioambiente; 2) un uso eficiente de pesticidas, del riego y del incremento de la nutrición en los sistemas agrícolas; 3) incrementar la resistencia de los sistemas agrícolas a la erosión y escorrentía; y 4) hacer un mejor uso de los campos y de las zonas de protección del paisaje (Letey *et al.*, 2003)

7.2. Calidad de suelo y contenido de metales pesados en los suelos: estándares internacionales.

En general la comunidad científica internacional y las autoridades a nivel mundial han reconocido la importancia del suelo como un recurso natural esencial y han planteado la necesidad de establecer indicadores de calidad del suelo para conservar o mejorar la productividad de la tierra protegiendo al mismo tiempo la calidad ambiental, la salud humana y animal y la calidad de los alimentos. La evaluación de la calidad de suelo partió con una primera fase en la cual se deben identificar los indicadores en base del conocimiento local y técnico y por los diferentes niveles críticos para un sitio específico. Luego hay una fase de definición de orientaciones para establecer un sistema de monitoreo de la calidad del suelo, junto con la interpretación y la formulación de acuerdos sobre los indicadores apropiados para las condiciones dominantes. Una vez que el sistema de monitoreo es aceptado, forma parte del sistema de apoyo en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales.

Estados Unidos que comenzó haciendo un inventario de suelos con información acerca del uso de la tierra, clasificación de suelos, propiedades edáficas, factores de erosión entre otras; luego estableció la calidad de suelo dentro de una política medioambiental y junto con el aporte de la comunidad científica han seleccionado indicadores de acuerdo a sus condiciones agro ecológicas y han establecido un plan de monitoreo de calidad de suelo.

Los países pertenecientes a la UE han realizado esfuerzos para desarrollar indicadores agroambientales. Poseen un inventario nacional de suelos, que les permite contar con la información para seleccionar indicadores y monitorear la calidad de suelo. Pero a diferencia de América del Norte, los esfuerzos se han enfocado en el impacto medioambiental de la calidad del

agua, uso de pesticidas y exceso nutrientes, antes que en producción silvoagropecuaria. Otro punto de interés para la UE es la conservación de la biodiversidad en las tierras agrícolas y habitat silvestre. Por ejemplo, en el Reino Unido hay indicadores de calidad de suelo propiamente tal (contenido de materia orgánica, pH, concentración de metales pesados) además de indicadores de calidad de agua, uso y conservación de tierra, biodiversidad, habitat y paisaje, que se relacionan con la calidad de suelo.

La contaminación de suelo, es un aspecto dentro de la calidad de suelo que cada vez toma mayor importancia a nivel mundial. La primera lista disponible de estándares para estimar el grado de contaminación del suelo fue la lista de **Holanda**, la cual fue publicada bajo la Ley Holandesa Provisional para el Saneamiento de Suelos (Brion y Rosso, 1998). Esta ley proporciona los procedimientos y estándares para el saneamiento a corto plazo de suelos contaminados. La lista fue la primera en establecer categorías de límites basados tanto en la naturaleza y concentración de los contaminantes como también en las condiciones específicas del sitio que afectan la migración y destino de los contaminantes.

El Gobierno de **España** tiene en revisión el Real Decreto que establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (Pérez, 2004). Las líneas que se deberían abordar de manera prioritaria se incluyen en diversas áreas temáticas que se agrupan a su vez en tres bloques:

1. Caracterización y procesos del suelo contaminado: caracterización de suelos contaminados, procesos (interacciones en el sistema suelo-agua-contaminantes) y biodisponibilidad.
2. Evaluación del riesgo: riesgo para la salud humana, comparación del riesgo, riesgo ecológico y modelos de evaluación.
3. Recuperación y gestión de suelos contaminados: evaluación de la recuperación y desarrollo de tecnologías.

En este momento, España cuenta con el Inventario Nacional de Suelos Contaminados y el Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados, que tiene como objetivo:

- La caracterización ambiental los terrenos sospechosos de albergar suelos contaminados.
- La recuperación ambiental de los terrenos que se consideran como prioritarios.
- La elaboración de estándares de calidad de suelos.
- La elaboración de normas técnicas de muestreo, métodos de análisis y procedimientos de investigación.

En cuanto a la legislación existente sobre umbrales mínimos de metales pesados que se consideran contaminantes, en España solo se contempla el tema en el caso de la adición de lodos de depuradora como enmienda orgánica a los suelos.

Los estándares de calidad de suelo en **Alemania** están definidos en la Ley Federal de Protección de Suelos y la Ordenanza de Protección de Suelo (Ordenanza BBoSchG/1999), el objetivo de esta ley es proteger o restaurar las funciones del suelo en una base sustentable. Los valores de calidad de suelo se han definido con precaución de mantener la multifuncionalidad en todos los tipos de uso. La diferenciación se realiza según las propiedades físicas y químicas del suelo. Para los contaminantes químicos orgánicos los valores se diferencian con respecto al contenido húmico del suelo. Asociado a la contaminación con metales pesados, existen otras leyes que tienen relación con la calidad de suelo como la Ley Federal de Desechos y Ordenanza de Desechos Orgánicos, y la Ley Federal de Fertilizantes. En relación a los metales pesados, se consideran los tipos de suelos y valores de pH (European Commission, 2004). Para evitar el deterioro del suelo con la aplicación de biosólidos se establecieron los valores máximos de metales pesados en el suelo (**Cuadro 7.2.1**) a través de la Ordenanza de aplicación de biosólidos a tierras agrícolas (Ordenanza AbfKlär V/1992); sin embargo, estos valores se están revisando de acuerdo a los nuevos antecedentes que han arrojado las investigaciones sobre metales en el suelo y de la transferencia de éstos a las plantas. Se han establecido nuevos valores bases recomendados por El Grupo de Trabajo de Protección del Suelo, Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz – LABO (Bannick, *et al.* 1998).

En 1991, el **Consejo Canadiense** del Ministerio Medioambiental, en relación a los criterios de calidad medioambiental para suelo y agua planteó la necesidad inmediata de manejar la evaluación y remediación de lugares contaminados en Canadá. Las nuevas directivas de calidad de suelo se han desarrollado para manutención y mejora en relación a los usos específicos de suelo y el agua. Las directivas de calidad de suelo se desarrollaron para diferentes usos del suelo con un escenario definido: agrícola, residencial/parques, comercial e industrial. Las directivas son aplicadas en la identificación y clasificación de lugares, para evaluar el grado general de contaminación del lugar y determinar la necesidad de una acción futura, y como una base para los objetivos de la remediación (Ahn y Kim, 2004).

En **Japón** se estableció un control de la contaminación de los suelos de uso agrícola y uso urbano, los límites máximos permitidos de metales pesados en suelos de uso agrícola están desarrollados para Cd, Cu y As. El requerimiento para la designación de una política de contaminación de suelos agrícolas está bajo la Ley de Prevención de Contaminación de Suelos

Agrícolas basada en el límite máximo permitido en suelos de Cd de 1 mg kg^{-1} (en relación al crecimiento del arroz en suelos), en la concentración de Cu de 125 mg kg^{-1} , extracción con HCl 0,1 N; y en la concentración de As de 15 mg kg^{-1} , extracción con HCl 0,1 N (Ahn y Kim, 2004).

En general, en la mayoría de los países se han establecido los límites de metales pesados en suelos como consecuencia de la normativa de aplicación de biosólidos en suelos agrícolas. Como se puede apreciar en la **Cuadro 7.2.2**, la concentración máxima permitida varía de acuerdo al país y se estableció para la utilización de biosólidos. Sin embargo, la preocupación por la contaminación de metales pesados en los suelos ha llevado a las autoridades a normar el contenido máximo de metales pesados en biosólidos, compost, enmiendas orgánicas y fertilizantes (**cuadros 7.2.3 y 7.2.4**).

Para interpretar el nivel base de metales pesados en los suelos se han establecido valores determinados analíticamente en suelos que no han sido afectados por el impacto antrópico y en suelos afectados. Estos valores representan el límite máximo permitido de concentración de metales pesados en los suelos, principalmente aplicados al crecimiento y desarrollo de las plantas. En Alemania, los límites máximos permitidos se han establecido de acuerdo a los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio, de invernadero y de campo (Lacatuso, 1998). El sistema holandés para establecer valores límite de metales pesados en suelos, considera tres valores estándares: un valor de referencia (A), el valor máximo permitido (B) y el valor de intervención cuando los suelos necesitan medidas de saneamiento o descontaminación (C). Estos valores no son constantes para un metal en todos los tipos de suelos, sino que provienen de una fórmula matemática que considera el contenido de materia orgánica y de arcilla (**Cuadros 7.2.5. y 7.2.6**). Distintos países han adaptado este sistema a sus realidades, es el caso de Taiwán, Corea, Canadá y Los Países Bajos.

7.3. Propuesta de ley de protección del suelo en CHILE

A iniciativa de CONAMA y con participación del MINAGRI, entre los años 1999/2000 se avanzó en una propuesta de Ley Marco para la Protección de los Suelos. Esta propuesta, que culminó con la realización de un Simposio en la ciudad de Valdivia con el auspicio de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, tuvo por objeto comenzar a llenar el principal vacío jurídico normativo existente respecto a recursos naturales, ya que los suelos corresponden a la única área en la que no existen regulaciones que orienten y aseguren el manejo sustentable del recurso.

El propósito definido para la Ley fue establecer un marco jurídico que permita preservar y conservar el suelo, protegiéndolo de las principales causas de degradación provenientes de las

prácticas silvoagropecuarias inadecuadas, de manera que el suelo mantenga todas las funciones que cumple a nivel ecosistémico. Para fines de uso silvoagropecuario, éstas son:

- Proveer de una base física, química y biológica para organismos vivos.
- Suministrar, almacenar y regular los flujos hídricos.
- Almacenar y reciclar nutrientes y otros elementos.
- Dar soporte a la actividad biológica para la productividad de plantas y animales.
- Filtrar, degradar, inmovilizar, etc., materiales orgánicos e inorgánicos.
- Proveer soporte físico para los organismos vivos y su estructura.
- Contribuir a la biodiversidad.

Se espera lograr el uso sustentable del suelo, por lo que la ley pretende fomentar el desarrollo y difusión de tecnologías y prácticas de manejo que aseguren su conservación y mejoramiento, a la vez que procurará limitar, mediante regulaciones, aquellas que se contrapongan con este propósito.

La ley estaría circunscrita al uso de suelos para fines productivos silvoagropecuarios y de protección de estos suelos. Los aspectos referidos a la contaminación del suelo, sea producto de actividades silvoagropecuarias o de otro tipo, así como aquellos relacionados al ordenamiento territorial del espacio rural y el cambio de destino en el uso del suelo, no se incorporarían en la ley, ya que según las autoridades en la actualidad existirían normas u otras iniciativas en desarrollo, que regularán estos aspectos (Lagos y Ruíz, 2004).

Cuadro 7.2.1. Límites máximos de metales pesados en el suelo, según Ley Federal Alemana (European Commission, 2001)

Tipo de ley	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
	-----mg kg ⁻¹ -----							
Ley protección de suelo ¹ Suelo Arcilloso (I)	20	100	1,5	100	60	70	1	200
Suelo limoso (II)	15	70	1	60	30	50	0,5	150
Suelo Arenoso (I)	10	40	0,4	30	100	15	0,1	60
Ordenanza Lodos ² Suelos pH 5,5-7	-	100	1,5 (1)*	100	60	50	1	100 (150)*
LABO ³ Suelo arenoso	3	15	0,3	20	3	3	0,03	15
Suelo limoso	10	50	0,3	50	30	50	0,06	90
Suelo arcilloso	10	75	1	100	60	75	0,14	120

¹ BBoSchG/1999 (U.E, 2004); ² Ordenanza AbfKlärV/1992; ³ Valores de referencia para reciclar compost

* valores más bajo para suelos arenosos debido a su vulnerabilidad

Cuadro 7.2.2 Concentración máxima permitida de metales pesados totales en suelos agrícolas en distintos países.

País		Elemento (mg kg ⁻¹)								
		As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	Cr
Chile ¹	Macrozona norte pH >6,5	20	2	150	1,5	112	75	4	175	n.n.
	Macrozona Norte pH < 6,5	12,5	1,25	100	1	50	50	3	120	n.n.
	Macrozona sur pH > 5	10	2	75	1	30	50	4	175	n.n.
U E ²		n.n.	1-3	50-140	1-1,5	30-75	50-300	n.n.	150-300	100-150
	Francia	n.n.	2	100	1	50	100	n.n.	300	150
	Italia	n.n.	1,5	100	1	75	200	n.n.	300	-
	España	n.n.	0,4	40	0,3	30	40	n.n.	100-150	60
Turquía ³	Suelos pH > 5	n.n.	3	100	2	50	100	n.n.	300	100
Australia ⁴	Suelos pH < 5	20	1	100	1	60	150	5	200	100
US ⁵		n.n	20	750	8	210	150	n.n	1400	1500
Canadá ⁶	Suelos pH >6	14	1,6	100	0,5	32	60	1,6	220	20

¹ Norma lodos NCh2952c-2004 (INN, 2004); ² Directiva 86/278/EEC (Marmo, 2003); ³ Ley ambiental 2878- 1983; ⁴ Norma Australian Standard AS 4454-1999 (ARMCANZ/ANZECC ,2000); ⁵ McGrath et al (1994); ⁶ Lovell *et al.*, 1998

Cuadro 7.2.3. Contenidos máximos de metales pesados totales permitidos en lodos aplicados a distintos suelos en Chile y otros países.

Metal	Chile ¹		UE ²		U.S. E.P.A ³			Australia ⁴	
	Suelos aptitud frutal y/o forestal	Suelos degradados	Suelos pH<7	Suelos pH>7	Concentración	Tasa anual	Carga acumulada	Lodo C1	Lodo C2
	Mg kg ⁻¹ MS		mg kg ⁻¹ MS		mg kg ⁻¹ MS	kg ha ⁻¹ yr ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	
As	20	40	n.n. ⁵	n.n.	75	2	41	20	60
Cd	8	40	20	40	85	1,9	39	3	20
Cu	1000	1200	1000	1750	4300	75	1500	100	2500
Hg	10	20	16	25	840	15	300	1	15
Ni	80	420	300	400	75	0,90	18	60	270
Pb	300	400	750	1200	420	21	420	150	420
Se	50	100	n.n.	n.n.	100	5	100	3	50
Zn	2000	2800	2500	4000	7500	140	2800	200	2500
Cr	n.n.	n.n.	1000	1500	3000	150	3000	100	500
Mo	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	57	0,85	17	n.n.	n.n.

¹ Norma lodos Nch2952c -2004 (INN,2004); ² Directiva 86/278/EEC (Marmo,2003); ³ Norma 503 - 40 CFR/1993 (US EPA, 1993); ⁴ Norma Australian Standard AS 4454-1999 (ARMCANZ/ANZECC ,2000); ⁵ No normado

Cuadro 7.2.4. Contenido máximo permitido de metales pesados totales en compost de Chile y otros países

Metal	Chile ¹			Alemania	Austria ²			Holanda ³	Australia ⁴	U.S. E.P.A. ⁵
	Compost	Compost de Lodo	Compost orgánico	Compost	Clase I	Clase II	Clase III	Compost alta calidad	EPA-Victoria	Compost y biosólidos
	mg kg ⁻¹ M.S.									
As	15	40	10	n.n ⁶	n.n	n.n	n.n	n.n	20	41
Cd	2	8	1	1,5	0,7	1	4	< 0,7	3	39
Cu	100	1000	50	100	70	100	400	< 25	60	1500
Cr	120	600	60	100	70	70	150	< 50	50	
Hg	1	4	1	1	0,7	1	4	< 0,2	1	
Ni	20	80	10	50	42	60	100	< 10	60	420
Pb	100	300	50	150	70	150	500	< 65	150	300
Zn	200	2000	60	400	210	400	1000	< 75	200	2800

¹ Nch2880-2004; ² Valor límite para compost ONORM S 2200; ³ Estándares de calidad de acuerdo al decreto y a la ley de fertilizantes; ⁴ EPA-Victoria 1996; ⁵ EPA CFR 40/503 Sludge rule; ⁶ No normado.

Cuadro 7.2.5. Estándares holandeses para evaluar la contaminación de suelos, en términos de concentración total de metales

	Suelo estándar		
Elemento	Valor (A) de referencia	Valor (C) de intervención ¹	
	mg/kg de suelo		
Arsénico	29	55	
Cadmio	0,8	12	
Cromo	100	380	
Cobalto	20	240	
Cobre	36	190	
Mercurio	0,3	10	
Plomo	85	530	
Molibdeno	10	200	
Níquel	35	210	
Cinc	140	720	
Notas:			
¹ Valor de intervención: indica contaminación severa de los suelos donde es necesario remediar			
Para metales pesados, los valores de referencia e intervención son dependientes de la relación arcilla/limo y contenido de materia orgánica de los suelos. Los valores estándares deben ser modificados según la fórmula: VIS = VISE (A + B % arcilla/limo + C % materia orgánica) / (A + 25 B + 10 C) Donde: VIS = valores de intervención para un suelo particular. VISE = valores de intervención para un suelo estándar (10% materia orgánica y 25% arcilla)			
Constantes usadas para el cálculo del VIS de los elementos:			
Elemento	A	B	C
Arsénico	154	0,4	0,
Cadmio	0,4	0,007	0,021
Cromo	50	2	0
Cobalto	2	0,28	0
Cobre	15	0,6	0,6
Mercurio	0,2	0,0034	0,0017
Plomo	50	1	1
Molibdeno	1	0	0
Níquel	10	1	0
Cinc	50	3	1,5

Cuadro 7.2.6. Cálculo del valor de referencia (A) holandés de concentración de metales pesados en el suelo en función del contenido de arcilla y materia orgánica

Metal	Valor A
Cd	$0,4 + 0,007 (Arc^* + 3MO^{**})$
Co	20
Cr	$50 + 2^a$
Cu	$15 + 0,6 (Arc + MO)$
Ni	$10 + Arc$
Pb	$50 + Arc + MO$
Zn	$50 + 1,5 (2 Arc + MO)$

*arcilla menor a 0,002 mm (%)

**materia orgánica (%)

7.4. Literatura citada

Anh J. And Kim, K.W. 2004. Environmental assessment of contamination soil around abandoned mines using the current soil quality standards. Journal environmental policy. www.kei.re.kr/files/journal/sub/05_02_05.pdf

ARMCANZ/ANZECC ,2000 .Guidelines for Direct Land Application of Biosolids and Biosolids Products. Australia.

Bannick, C.G., Bachmann, G., and Dreher, P. (1998) Soil Values for the application of organic waste to agricultural land and the recycling of mineral waste, Land Contamination and Reclamation, 6,2, 103-106.

Brion, J. Y Rosso, M. 1998. Impacto de los Sitios Contaminados. Argentina. www.ingenieroambiental.com

Cathcart, J. 2004. Soil Quality Indicators: A Review With Implications For Agricultural Ecosystems In Alberta : Indicators of Soil/Land Quality – Examples. Alberta Govenment. WWW.agric.gov.ca

Comisión de las Cominidades Europeas (CCE), 2002 .Hacia una estrategia temática para la protección del suelo www.europarl.eu.in

Council of the European Communities (1986) Council Directive on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture 86/278/EEC. Official Journal of the European Communities, 4.7.86 No L181/6-12.

European Commission. 2001. Survey of wastes spread on land. Appendix F Germany <http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/home.htm>

INN (Instituto nacional de normalización) 2004 Norma Uso de Lodos y Norma chilena Compost-Clasificación y requisitos. www.inn.cl

Lacstusu, R. 1998. Appraising levels of soil contamination y pollution with heavy metals. European soil bureau. Research report Nº 4 p393-399.

Lagos, M. y Ruíz, G. 2004. Porqué una Ley de Protección de suelo?. SAG, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables – DEPROREN. Vol. I. Nº 5.

Letey J; Sojka, R.; Upchurch, D.; Cassel D.; Olson, K.; Payne, W.; Petrie, S.; Price, G.; Reginato, R.; Scott, H.; Smethurst, and Triplett, G. 2003. Deficiencies in the soil quality concept and its application. Journal of Soil and Water Conservation, 58: 4 p180-187.

Lovell, B.; Toombs, M.; Blackie, M. and Schleihauf, J. 1998. Title: Land Application Of Sewage Biosolids For Crop Production <http://www.gov.on.ca:80/OMAFRA/english/environment/facts/95-069.htm>

Marmo I. 2003. Heavy metals in the context of EU policies on soil and waste. European Commission, DG Environment www.europa.eu.int

McGrath, S., Chang, A.C., Page, A.L., and Witter, E. 1994. Land application of sewage sludge: scientific perspectives of heavy metal loading limits in Europe and United States. Environment rev. 2, 108.

Perez, J. 2001. Repercusiones del futuro decreto real de suelos contaminados. VII Congreso nacional de medio ambiente 25- noviembre 2004.

U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). 1993. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge (40 Code of Federal Regulations Part 503). Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency.

Union Europea (UE). 2004. www.europarl.eu.int