

ELABORACIÓN DE GUÍA DE APLICACIÓN AL SUELO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

INFORME N° 2

"GUÍA DE APLICACIÓN DE RESIDUOS AL SUELO."

INDICE

	Página
1 INTRODUCCIÓN	1
2 FACTORES A CONSIDERAR EN EL ÁREA DE APLICACIÓN.....	2
2.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	2
2.1.1 <i>Precipitaciones</i>	2
2.1.2 <i>Temperatura</i>	2
2.1.3 <i>Vientos dominantes</i>	2
2.1.4 <i>Evapotranspiración</i>	2
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GENERALES.....	3
2.2.1 <i>Cartografía</i>	3
2.2.2 <i>Hidrología (aguas superficiales y subterráneas)</i>	3
2.2.3 <i>Geología y Geomorfología</i>	3
2.3 CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS GENERALES.....	3
2.3.1 <i>Flora y Vegetación</i>	3
2.3.2 <i>Fauna</i>	4
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	4
2.4.1 <i>Características físicas del suelo</i>	4
2.4.2 <i>Características químicas del suelo</i>	5
2.4.3 <i>Metales Pesados</i>	5
3 RUBROS PRODUCTIVOS Y RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS SUJETOS A LA PRESENTE GUÍA;	8
4 PRODUCCIÓN DE AGAR-AGAR.....	11
4.1 CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO	12
4.2 PROCESOS DE PRE-TRATAMIENTO.....	13
4.3 PARÁMETROS CRÍTICOS Y POTENCIALES IMPACTOS	14
4.4 ÁMBITOS, MÉTODOS Y TASAS DE APLICACIÓN.....	14
4.5 PARÁMETROS DE MONITOREO.....	15
4.6 RESUMEN	16
5 ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS, LEGUMBRES Y HORTALIZAS, PACKING DE FRUTAS Y VERDURAS, DESHIDRATADO DE FRUTAS Y PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA.....	17
5.1 CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO	17
5.2 PROCESOS DE PRE – TRATAMIENTO	21
5.3 PARÁMETROS CRÍTICOS Y POTENCIALES IMPACTOS	23
5.4 ÁMBITOS, MÉTODOS Y TASAS DE APLICACIÓN.....	23
5.5 PARÁMETROS DE MONITOREO.....	24
5.6 RESUMEN	24
6 MATADEROS.....	25
6.1 CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO	26
6.2 PROCESOS DE PRE-TRATAMIENTO.....	27
6.3 PARÁMETROS CRÍTICOS Y POTENCIALES IMPACTOS	28

6.4	ÁMBITOS, MÉTODOS Y TASAS DE APLICACIÓN.....	28
6.5	PARÁMETROS DE MONITOREO.....	29
6.6	RESUMEN.....	29
7	CULTIVOS Y PROCESAMIENTO DE ESPECIES ACUÁTICAS	30
7.1	CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO	30
7.2	PROCESOS DE PRE-TRATAMIENTO.....	32
7.3	PARÁMETROS CRÍTICOS Y POTENCIALES IMPACTOS	33
7.4	ÁMBITOS, MÉTODOS Y TASAS DE APLICACIÓN.....	34
7.5	PARÁMETROS DE MONITOREO.....	35
7.6	RESUMEN.....	35
8	BEBIDAS FERMENTADAS.....	37
8.1	CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO	37
8.2	PROCESOS DE PRE-TRATAMIENTO.....	39
8.3	PARÁMETROS CRÍTICOS Y POTENCIALES IMPACTOS	39
8.4	ÁMBITOS, MÉTODOS Y TASAS DE APLICACIÓN.....	39
8.5	PARÁMETROS DE MONITOREO.....	40
8.6	RESUMEN.....	40

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las bases de licitación, el estudio tiene por objetivo entregar recomendaciones técnicas sobre las características de los residuos industriales sólidos orgánicos a ser aplicados al suelo y la forma de aplicación de estos residuos, de modo de prevenir impactos ambientales negativos, en particular sobre el recurso suelo, cultivos, ganadería, fauna y flora silvestre, aguas superficiales y subterráneas.

De acuerdo a las Bases Técnicas, y a la demanda de las diferentes industrias del rubro agrícola por incorporar residuos de características inofensivas al suelo, que los convierte en una fuente de materia orgánica y de elementos fertilizantes para su utilización en la actividad agraria, que resulta ser una vía adecuada para su eliminación, al permitir su incorporación a los ciclos naturales de la materia y la energía. Con lo anterior, se produce así un doble beneficio, ambiental y agrario, por una parte, de su eliminación sin alteración del equilibrio ecológico, y por otra, del efecto positivo que se deriva de su aplicación en suelos.

Esta práctica se lleva a cabo en países de la Unión Europea como España e Italia, donde los residuos orgánicos y los lodos han estado y están siendo utilizados con esa finalidad, lo que ha permitido adquirir experiencia en relación con la naturaleza de los residuos, la forma y dosis de aplicación, sus efectos sobre el suelo, el agua, la cubierta vegetal y la salud humana.

La “Guía de Aplicación al Suelo de Residuos Sólidos Orgánicos” contiene entre otros la siguiente información:

- Procedimientos para elaborar e implementar un plan de aplicación de residuos sólidos en suelo, en forma ambientalmente sustentable.
- Propuesta de rango de valores, expresado en concentraciones del parámetro o valor del indicador, o carga máxima aceptable de los diferentes parámetros contenidos en estos residuos que aseguren una aplicación ambientalmente sustentable.
- Diseño de un plan de monitoreo recomendado por componentes ambientales: variables, parámetros e indicadores, método de muestreo, frecuencia de medición, número de muestras, etc.
- Diseño de los planes y medidas de contingencia.

2 FACTORES A CONSIDERAR EN EL ÁREA DE APLICACIÓN

En este capítulo se describen los procedimientos y mecanismos que deben ser utilizados para caracterizar los suelos donde se quiera disponer residuos sólidos orgánicos sujetos de esta Guía, desde el punto de vista de sus propiedades. Se mencionan las metodologías utilizadas para la determinación de la textura, densidad aparente, propiedades de retención de humedad, velocidad de infiltración y otros como salinidad, conductividad hidráulica y determinados parámetros químicos, según sea el caso. Normalmente se debe indicar el nombre del o de los laboratorios utilizados para estos fines o los profesionales responsables de la caracterización.

La aplicación del residuo sólido en el suelo, depende de las características del residuo y de las del suelo que lo recibe. Por esta razón, a continuación, se analizan los distintos parámetros y características que deben ser considerados en el momento de evaluar si un suelo es capaz de recibir residuos sólidos orgánicos.

Un estudio de suelos puede contener muchos y variados componentes, sin embargo, los componentes mínimos que deben incluirse son:

2.1 Características Climáticas

La caracterización climática de el área donde se localiza un determinado tipo de suelo es importante en la medida de evitar la contaminación de los suelos o la dispersión de los residuos aplicados al suelo, por lo que antes de la aplicación de los residuos la autoridad debe conocer las características de la zona donde se aplicaran.

2.1.1 Precipitaciones

Deben considerarse las precipitaciones medias mensuales a fin de evitar la disposición de residuos tratados o no, en suelos que estén expuestos a inundaciones o a lluvias extremas.

2.1.2 Temperatura

El factor temperatura debe considerarse especialmente en aquellos casos donde la solarización de los residuos pueda afectar su aplicación, especialmente en aquellos casos en que la aplicación se realiza sin aplicación mecánica.

2.1.3 Vientos dominantes

Debe tenerse en cuenta la dirección de los vientos predominantes, a fin de que los potenciales olores y residuos livianos sean arrastrados hacia sectores poblados.

2.1.4 Evapotranspiración

Contar con antecedentes de la evapotranspiración media mensual a fin de determinar el déficit o el superávit hídricos.

2.2 Características físicas generales

En el comienzo de la evaluación es necesario describir la ubicación geográfica, límites y vías de comunicación del área de aplicación. Es importante añadir información sobre superficies, vegetación, aspectos geológicos e hidrogeológicos relevantes.

En el caso de que el área de aplicación comprenda más de un predio, deben identificarse en un plano las propiedades individualizadas por su rol SII o mediante otro mecanismo de identificación.

Es importante describir aspectos relacionados al material cartográfico utilizado como base para el estudio, indicándose la escala de las ortofotos, de los mosaicos, fotografías aéreas si se realizó fotointerpretación, y de las cartas I.G.M, si es que fueron utilizadas etc.

2.2.1 Cartografía

Debe considerarse la confección de cartografía y planos a escalas adecuadas, indicando las fuentes de donde se obtuvo, indicando Datum y huso.

2.2.2 Hidrología (aguas superficiales y subterráneas)

El objetivo del estudio de hidrología es establecer las características generales de los escurrimientos superficiales y cuerpos de agua en el área y en las cuencas y subcuencas colindantes

Se debe identificar las hoyas hidrográficas relevantes, los cursos de agua presentes y las áreas aportantes y de evacuación en el entorno del sitio de aplicación.

Para el caso de las aguas subterráneas se busca determinar la existencia y características de los flujos subterráneos, la extensión de los acuíferos freáticos y sus condiciones de recarga y descarga. También, es necesario conocer la profundidad de los flujos freáticos, obteniendo los antecedentes de la información de pozos cercanos al lugar de la aplicación.

2.2.3 Geología y Geomorfología

El conocimiento de la geología y geomorfología en el área permite establecer el grado de aptitud física del terreno y prever el escenario de los eventuales impactos de éstas sobre el medio ambiente.

El sitio se debe describir en tanto unidad morfo-estructural, tipo de sedimentos, época de depositación (glaciales, fluvio-glaciales y volcánicos) y una descripción de la morfología del área.

2.3 Características bióticas generales

Se debe hacer un informe de las características bióticas del lugar de aplicación de residuos, en tanto flora y fauna, describiendo especialmente la presencia de especies protegidas en alguna de las categorías de conservación, tanto para la flora como para la fauna presente en el lugar y sus alrededores inmediatos.

2.3.1 Flora y Vegetación

Se debe realizar una descripción de la flora y la vegetación presente en el sitio y su entorno inmediato, se deberá prestar especial atención a las especies de plantas catalogadas en

categorías de conservación de acuerdo con Benoit (1989) y publicaciones posteriores pertinentes (Baeza et al.1998, Belmonte et al.1998 y Ravenna et al, 1998).

La caracterización de las comunidades vegetales y su cartografía se debe realizar mediante la aplicación de la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) (Etienne y Prado, 1982). En ella se deben clasificar y caracterizar unidades de vegetación (formaciones de vegetación) según criterios de dominancia y fisonomía. La abundancia (cobertura) de las especies puede ser estimada en forma visual o por otros métodos.

Los tipos biológicos (fisonómicos) a considerar para este tipo de estudio son: “leñoso alto” (LA), para los árboles, “leñoso bajo” (LB), para arbustos, “suculento” para las cactáceas y “herbáceo” (H) para las hierbas perennes y anuales.

2.3.2 Fauna

Para determinar las especies potencialmente presentes en el sector se debe realizar una revisión bibliográfica, en la que se identificaron aquellas especies cuya distribución geográfica incluye a la zona. Se debe incluir tanto las especies de fauna silvestre nativas como las introducidas.

Para determinar la composición y riqueza de especies de cada uno de los taxa, en el área de estudio, se debe utilizar la siguiente metodología:

- Se deben determinar los hábitats más característicos en la zona de estudio, realizando un recorrido a pie por toda el área.
- Para tener una visión de la diversidad de aves presentes en el sitio, éstas pueden ser observadas con binoculares y/o estaciones auditivas.
- Para la identificación reptiles y anfibios, se debe reconocer en el área sus hábitats característicos, tales como matorrales, rocas o troncos;
- Para el caso de los mamíferos se debe buscar huellas, fecas y madrigueras (siguiendo las recomendaciones de CONAMA, 1994).
- Con los antecedentes recogidos en terreno, se determina la riqueza de especies.

Para el estado de conservación se debe considerar lo señalado en la Ley de Caza N° 19.473 y DS N° 5 de Enero de 1998 usando los estados de conservación definidos para la zona, (Cartilla de Caza, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables, SAG).

2.4 Características del suelo

A fin de caracterizar los suelos previo a la aplicación de residuos se le debe identificar, de acuerdo a parámetros agronómicos estandar.

Una herramienta adecuada para ello es **Pauta para Estudio de Suelos** del Departamento de Protección Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero

2.4.1 Características físicas del suelo

Se evaluarán las características físicas del suelo donde se dispondrán los residuos, a fin de evitar impactos por mala disposición o aplicación.

En ella deben considerarse los siguientes factores:

- Profundidad

- Textura
- Pendientes
- Erosión
- Drenaje
- Inundación
- Pedregosidad

2.4.2 Características químicas del suelo

Las características químicas de los suelos, mas relevantes a considerar antes de la aplicación de los residuos en suelo son la **acidez** o **alcalinidad** y la **salinidad**, ya que la aplicación de algunos residuos altera su condición natural, por ejemplo de conchas tiene un aporte importante de base (cal) al suelo, si esto se aplica en suelos alcalinos el pH se hace mayor.

El pH del suelo es importante porque controla una cadena de factores que afectan la salud de la planta, estas sólo toman nutrientes disueltos a través de las raíces. El pH del suelo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a ser disponibles para la absorción por las raíces (i.e. solubles), o no disponibles para la absorción (insolubles).

Incrementos en salinidad solubilizan compuestos químicos tóxicos por alteración del equilibrio de intercambio iónico, aumentando complejos solubles y decreciendo actividades termodinámicas en solución; esto puede también decrecer la actividad microbológica en los suelos.

2.4.3 Metales Pesados

Las actividades humanas han ejercido un efecto considerable en la concentración y movilidad de los metales en suelos. Las principales fuentes son:

- Productos químicos agrícolas y lodos residuales de algunas actividades productivas.
- Actividades de minería y fundición. El proceso de minería implica: la extracción de las menas, el procesamiento preliminar, la evacuación de los residuos y transporte de los productos semi-procesados. Todas estas operaciones pueden producir una contaminación localizada de metales. El polvo originado puede ser depositado en los suelos a muchos kilómetros de distancia. En áreas mineras, las capas superiores de suelos minerales presentan concentraciones elevadas de cobre, níquel, arsénico, selenio, hierro y cadmio.
- Generación de electricidad y otras actividades industriales. La combustión de carbón es una de las principales fuentes de deposición de metales en suelos. Las centrales térmicas de combustión de petróleo pueden ser importantes fuentes de metales pesados como plomo, níquel y vanadio.
- Las mayores fuentes industriales de metales incluyen fábricas de hierro y acero que emiten metales asociados con las menas de hierro, como el níquel.
- Las fábricas de baterías, pueden emitir cantidades considerables de plomo. Los metales asociados con áreas altamente industrializadas, incluyen arsénico, cadmio, cromo, hierro, níquel, plomo, zinc y mercurio.

- En los residuos domiciliarios. Aproximadamente el 10% de la basura está compuesta de metales. El enterramiento de estos en vertederos o rellenos sanitarios puede contaminar las aguas subterráneas, mientras que la incineración de los residuos puede contaminar la atmósfera al liberar algunos de los metales volátiles en particular el mercurio.

En la Tabla 1 se resume el origen de los principales metales pesados posibles de encontrar en el suelo.

Tabla 1: Metales pesados en distintos usos y procesos productivos.

Metal	Símbolo	Usos
Plata	Ag	Fotografía, conductores eléctricos, soldadura, galvanización, acuñación, baterías, catalizadores.
Aluminio	Al	Construcción, transporte, envases, industria eléctrica y farmacéutica.
Arsénico	As	Medicina, veterinaria, aleaciones, pirotécnia, esmaltes, agente depilador, insecticidas, pigmentos, pintura, productos electrónicos, tintas.
Cadmio	Cd	Galvanización, pigmentos, baterías, aleaciones de bajo punto de ebullición.
Cobalto	Co	Aleaciones, pigmentos, esmaltes, barnices, galvanización.
Cromo	Cr	Metalurgia, materiales refractarios, galvanización, curtidos, pinturas, conservación de madera, industria química.
Cobre	Cu	Industrias eléctrica y automovilística, construcción, fontanería, latón, algicidas, conservación de madera.
Hierro	Fe	Industrias del hierro y acero.
Mercurio	Hg	Producción de cloruro y soda caústica, insecticidas, industrias farmacéutica y metalúrgica, odontología, catalizador en producción de polímeros sintéticos.
Manganeso	Mn	Metalurgia, baterías, industria química, cerámica.
Molibdeno	Mo	Metalurgia, pigmentos, catalizador, fabricación de vidrio, aditivo en aceites y lubricantes.
Níquel	Ni	Metalurgia, baterías, equipos solares, galvanización, catalizador en la producción de aceite combustible.
Plomo	Pb	Baterías, gasolina, pigmentos, municiones, soldadura, pintura, industria automovilística.
Antimonio	Sb	Plásticos, cerámica, vidrios, pigmentos, productos químicos incombustibles.
Vanadio	V	Metalurgia, catalizador, pigmentos.
Zinc	Zn	Aleaciones, bronce y latón, galvanización, baterías, pintura, productos agrícolas, cosméticos y medicinales.

En resumen, los metales pesados en general no están presentes en cantidades importantes en residuos orgánicos, si estos aparecen en ellos son principalmente originados en las labores agrícolas de aplicación de pesticidas, por lluvia ácida o acumulados en el suelo y absorbidos por los vegetales.

De acuerdo a la Tabla 1 los metales pesados que podríamos encontrar en residuos orgánicos de origen agrícola son aluminio, arsénico, cobre y zinc, la mayoría de ellos presentes en

productos agrícolas. En menor medida se podrían encontrar otros metales por contaminación cruzada.

3 RUBROS PRODUCTIVOS Y RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS SUJETOS A LA PRESENTE GUÍA;

Los rubros productivos acordados con SAG y que generan residuos sólidos orgánicos y que potencialmente pueden ser dispuestos en suelo, son los siguientes:

- Producción de Agar-Agar
- Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
- Elaboración de jugos concentrados de fruta
- Packing de fruta y hortalizas
- Deshidratado de fruta y hortalizas
- Mataderos
- Cultivo de especies acuáticas en cuerpo de agua dulce
- Reproducción y crianzas de peces marinos
- Procesamiento especies acuáticas congelados y enlatados
- Bebidas fermentadas

Para cada una de las actividades productivas se identificaron los residuos y sus características, los cuales se detallan para cada rubro.

Las actividades productivas fueron agrupadas de acuerdo al tipo de residuos, se consideró todos los residuos orgánicos de las actividades seleccionadas, sin embargo, no todos los residuos pueden ser aplicados directamente al suelo, algunos de ellos necesariamente deben ser pre-tratados con algunos de sistemas señalados en la Tabla 2, otros sirven de materia prima para otros procesos o usos, por ejemplo, los carozos son en algunos casos empleados como combustible, las pepas de uva como materia prima para la elaboración de aceites.

Algunos de los residuos no deben ser aplicados a suelo porque generan problemas de atracción de vectores y olores, en el caso particular de los residuos de matadero, algunos de ellos no deben ser aplicados al suelo por ser potenciales portadores de la encefalopatía espongiforme bobina (EEB) y de esta manera los priones¹ podrían volver a otros animales al comer pastos infestados con suelos que hayan tenido residuos de algún animal contaminado.

De esta manera los residuos destacados con **negrillas**, señalados en la Tabla 2, serán objeto del estudio.

¹ Partículas acelulares, patógenas y transmisibles. Los priones son moléculas proteicas sin ácido nucleico. Su acción patógena consiste en, ser una forma modificada de una proteína natural existente en el organismo que al entrar en contacto con las proteínas originales, las induce a adoptar la forma del prión, que suele ser una forma anormal y disfuncional, todo ello en una acción en cadena que acaba por destruir la operatividad de todas las proteínas sensibles al prión.

Tabla 2: Actividades productivas, residuos generados y alternativas de tratamiento.

Actividad Productiva	Residuos	Tratamiento														
		Químico	Mecánico		Térmico			Biológico				Otros Usos				
		Aplicación de Cal	Trituración	Prensado	Secado	Solarización	Pasteurización	Compostaje	Fermentación	Ensilado	Lombricultura	Aplicación a Suelo	Alimento Animal	Combustible	Aceites	Otros
Producción de Agar - Agar	Conchas y Arena				X	X						X				
	Lodos				X	X		X			X	X				
	Producto no digerido			X	X	X		X				X	X			
	Tierras de filtrado			X	X	X		X			X	X				
	Carbón Activado				X	X		X			X	X				
Elaboración y conservación de frutas y hortalizas Packing de Frutas y Verduras Deshidratado de Frutas Fabricación de Aceite de Oliva	Descartes		X					X			X	X	X			
	Vainas							X			X	X	X			
	Corontas		X					X			X	X	X			
	Escobajos							X			X	X	X			
	Ramas		X					X			X	X	X			
	Raíces		X					X			X	X	X			
	Tallos		X					X			X	X	X			
	Alpeorujos	X			X	X		X			X	X	X			
	Lodos	X						X			X	X				
	Cuescos				X	X								X		
Mataderos	Rumen			X	X		X	X	X	X	X	X	X			
	Guano				X			X	X	X	X	X	X			
	Lodos	X						X	X		X	X				
	Cueros															X
	Grasas						X						X		X	
	Sangre						X						X			
	Huesos		X		X		X						X		X	
	Mortalidad	X						X	X	X			X			
	Vísceras						X	X	X	X	X		X			

Actividad Productiva	Residuos	Tratamiento	Químico	Mecánico		Térmico			Biológico				Otros Usos				
			Aplicación de Cal	Trituración	Prensado	Secado	Solarización	Pasteurización	Compostaje	Fermentación	Ensilado	Lombricultura	Aplicación a Suelo	Alimento Animal	Combustible	Aceites	Otros
Cultivo de Especies Hidrobiológicas	Caparazones			X	X	X	X						X	X			
	Conchas			X	X	X	X						X	X			
	Fecas	X			X	X	X		X			X	X				
	Fouling	X			X	X	X		X			X	X				
	Lodos	X			X	X	X		X			X	X				
	Cabezas			X				X	X		X	X		X			
	Cuero																X
	Alimento no consumido	X			X	X	X		X		X	X					
	Descarte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Espinas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Estomago	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Labios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Mortalidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Vísceras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
	Elaboración de Vinos y Alcoholes	Borras				X	X	X		X			X	X	X		
Torta prensa							X		X			X	X	X			
Escobajos							X		X			X	X	X			
Lodos		X			X	X	X		X			X	X				
Elaboración de Jugos Concentrados	Orujos				X	X	X		X			X	X	X			X
	Cuescos														X		
	Pepas								X			X		X		X	
	Tartratos																X
Cervezas y Maltas	Cereales				X	X	X		X			X	X	X			
	Levaduras				X	X	X		X			X	X	X			
	Torta prensa						X		X			X	X	X			
	Borras				X	X	X		X			X	X	X			
	Lodos	X			X	X	X		X			X	X				

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

4 PRODUCCIÓN DE AGAR-AGAR

La composición de la *Gracilaria sp.*, (materia prima para la fabricación de agar-agar) es similar a la mayoría de las plantas terrestres, contiene alrededor de un 85% de agua; y los demás componentes, sales minerales y materias orgánicas, representan el 15% restante. Los constituyentes orgánicos se clasifican en solubles e insolubles. Los principales son diversos polímeros de hidratos de carbono y compuestos nitrogenados. El Agar-Agar es un “éster sulfúrico de un galactano lineal”, y que en el alga, se presenta como sal de Ca^{2+} o una mezcla de sales de Ca^{2+} y Mg^{2+} de ácido libre (Ácido agarínico). Además las algas contienen celulosa (Algulosa), 10 – 30 %, del peso y ácidos grasos, 1% particularmente ácido palmítico y oleico.

Tabla 3: Composición del Alga *Gracilaria sp.*

Compuesto	Unidad	Cantidad
Agua	%	11,4
Prótidos	grs.	35,6
Lípidos	grs.	0,7
Glúcidos asimilables	grs.	39,6
Celulosa	grs.	4,7
Minerales totales	grs.	8
Calcio	mg	260
Fósforo	mg	510
Fierro	mg	600
Potasio	mg	11

Fuente: Unidad de Investigación Ingeniería Química UFTSM (1989).

Los residuos generados en el proceso son principalmente residuos acompañantes de las algas, tales como piedras, conchas, arena y restos de alga no “digerido” químicamente, los cuales son extraídos en las etapas de filtrado. El mayor volumen de residuos producido es un material que se emplea en el filtrado de los caldos de cocción del alga, son carbón activado y tierras filtrantes en proporción al volumen de alga que ingresa al proceso, es decir, por cada 100 kilos de alga cruda se agregan 50 kilos de carbón activado y 50 kilos de tierra filtrante, estos insumos salen del proceso como residuo. Lo que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 4: Rendimientos de producción y residuos del proceso de elaboración de Agar-Agar.

Agar – agar	Unidad	Materia Prima	Insumos	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Algas Secas	Kilos	100			
Sales (NaOH, HCl, CO ₃ Cl)	Kilos		17		
Agua de Proceso	Litros		330		
Tierras de Filtrado (Perlita)	Kilos		50	50	
Carbón Activado	Kilos		50	50	
Conchas y Arenas,	Kilos			15	
Producto no digerido	Kilos			17	
Impurezas	Kilos			8	
Agar Agar	Kilos				15
TOTAL	Kilos	100	447	140	15

Fuente: Unidad de Investigación Ingeniería Química UTFSM (1989). Antecedentes de Producción de Algas Marinas S.A. ALGAMAR, La Calera, V Región.

4.1 Caracterización del Residuo

De acuerdo a los antecedentes disponibles, los residuos generados en esta actividad son una masa pastosa que contiene tierra filtrante, con pH alcalino entre 8.5 y 9,2 (residuos derivados de la etapa del tratamiento con NaOH, aunque también se generan residuos ácidos de la etapa de neutralización, lavado y blanqueo con ácido sulfúrico), contenidos de materia orgánica (MO) cercanos al 30% y sales potencialmente solubles (sodio, cloruros, sulfatos y fosfato) las que se evidencian en la alta conductividad eléctrica del residuo. Otro residuo de este proceso son los lodos de las plantas de tratamiento de RILes en la Tabla 4, se muestran los resultados de análisis de este tipo de lodos.

La tierra filtrante empleada en la producción de agar-agar es la perlita (un término genérico para un silicato de formación natural). La característica distintiva de la perlita frente a otros cristales volcánicos es que, al calentarla a una temperatura determinada, su capacidad de expansión produce que aumente de cuatro a veinte veces su volumen original. Esta expansión se debe a la presencia de un 2% a un 6% de agua en la roca de perlita en estado natural. Es posible fabricar perlita expandida hasta un peso mínimo de 32 kg/m³, por lo que es adaptable para numerosas aplicaciones. Debido a que la perlita es una forma de cristal natural, está clasificada como inerte químicamente.

Las propiedades señaladas anteriormente hacen que este material tenga una capacidad de adsorción de agua importante, lo que mejoraría las condiciones de retención de humedad en algunos tipos de suelo, la estructura molecular de la perlita, al igual que otros silicatos es que “atrapa” iones y sirve de tampón.

Por otra parte, el contenido de materia orgánica es considerado como moderado de acuerdo a California Fertilizer Association (<30% base peso seco) de esta MO un 13% es fácilmente oxidable por lo que su biodegradabilidad en el suelo será baja.

Respecto a otros componentes, el nitrógeno es bajo, el fósforo es alto y los niveles de potasio son medios. La disponibilidad de nutrientes es, muy alta para potasio, alta para P-Olsen y baja para nitrógeno, dado esto el residuo no puede ser considerado como “Fertilizante Orgánico” sino más bien como una **enmienda orgánica pobre**², que debe ser usada con precauciones por su alto pH y salinidad.

Tabla 5: Resultados de Análisis de Lodos del Proceso de Producción de Agar.

Componente	Unidad	Cantidad
Nitrógeno disponible	(mg/kg)	6
Fósforo disponible	(mg/kg)	589
Potasio disponible	(mg/kg)	7.170
Nitrógeno	%	0,53
Fósforo	%	2,91
Potasio	%	1,32
Humedad	%	57,75
Materia Orgánica	%	27,70
Materia Orgánica Fácilmente Oxidable	%	3,58
Sólidos Inorgánicos	%	14,35
Conductibilidad Eléctrica	dS/m	19,6
Nitrógeno Inorgánico	mg/kg	11
Fósforo Olsen	mg/kg	231
Potasio (Acetato Amonio)	mg/kg	11.488

Fuente: Análisis Lodos de Algas Marinas S.A. ALGAMAR, La Calera, V Región.

4.2 Procesos de pre-tratamiento

Se requiere un pre tratamiento si la humedad es mayor a 70%, en tal caso se recomienda un secado por solarización o escurrimiento gravitacional del exceso de humedad. Alternativamente todos los residuos pueden ser compostados o sometidos a humificación.

² La diferencia entre una enmienda y un fertilizante está en que los fertilizantes son productos orientados a mejorar las condiciones de la planta, directamente y las enmiendas son elementos orientados a mejorar las características del suelo.

Tabla 6: Alternativas de Pretratamiento de Residuos del Proceso de Producción de Agar.

Tratamiento	Residuos	Producción de Agar - Agar				
		Conchas y Arena	Lodos	Producto no digerido	Tierras de filtrado	Carbón Activado
Químico	Aplicación de Cal					
Mecánico	Trituración					
	Prensado			X	X	
Térmico	Secado	X	X	X	X	X
	Solarización	X	X	X	X	X
	Pasteurización					
Biológico	Compostaje		X	X	X	X
	Fermentación					
	Ensilado					
	Lombricultura		X	X	X	X
Otros Usos	Alimento Animal					
	Combustible					
	Aceites					
	Otros					

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007)

4.3 *Parámetros críticos y potenciales impactos*

En los residuos de la producción de agar-agar los parámetros críticos son: el pH y la salinidad.

Dado el carácter relativamente inerte del residuo, los contenidos de nitrógeno, fósforo y metales pesados debieran ser despreciables, a no ser de modificaciones sustantivas en el proceso productivo.

En conclusión, con los antecedentes disponibles, dada la baja suma NPK total (< 5 %), el material analizado no se puede clasificar como "fertilizante orgánico", pudiéndose considerar como un tipo de "enmienda orgánica pobre" y que debe ser usada con precauciones por su alto pH y salinidad.

4.4 *Ámbitos, métodos y tasas de aplicación.*

Su composición de bajo contenido de materia orgánica (comparada con las plantas terrestres) no aportará a este aspecto de la calidad del suelo.

Este residuo es recomendable aplicarlo en suelos ácidos, ya que sus residuos son alcalinos con pH 8,5 a 9,2 y salinos.

Una manera de calcular la dosis de aplicación es considerando el pH del suelo y del lodo, suponiendo un valor dado para el poder tampón del suelo donde se aplique el lodo. El poder tampón del suelo, debe ser calculado caso a caso y está directamente relacionado con la calidad del suelo y las características particulares del lodo.

Por ejemplo si se tiene un lodo alcalino para aplicar en un suelo ácido con un pH de 5,5 unidades y el pH del suelo a que se quiere llegar es 5,8.

Si suponemos que el poder tampón³ del suelo es de 0,015 unidades de pH/ton para este lodo en particular, entonces se aplica la fórmula:

$$\text{Dosis (ton de lodo/ha)} = (\text{pH a alcanzar} - \text{pH actual}) / \text{poder tampón del suelo.}$$

Entonces la dosis de lodo por hectárea será:

$$\text{Dosis (ton de lodo/ha)} = (5,8 - 5,5) / 0,015 = 20 \text{ ton de lodo}$$

Se debe considerar que, agronómicamente no es beneficioso para el suelo modificar en más 0,5 puntos de pH en un plazo de 2 años, ya que:

- Se acelera excesivamente la transformación de la materia orgánica del suelo.
- Se modifica demasiado rápidamente la vida microbiana del suelo.
- Se insolubilizan determinados elementos del suelo

4.5 **Parámetros de monitoreo.**

Se recomienda el monitoreo de:

- El pH del suelo: dado que puede generar diversos problemas nutricionales de la plantas, tales como la clorosis, en razón de la incapacidad de la planta de absorber suficiente hierro o manganeso. También se puede provocar en una deficiencia de cobre, cinc y fósforo, éste último por su baja solubilidad.
- Salinidad: puede afectar a los cultivos por la liberación de iones tóxicos, los cuales por un desbalance de los nutrientes pueden inducir deficiencias y por un aumento en la presión osmótica de la solución suelo (agua del suelo) causando una falta de agua.
- Cultivos: dado que pueden demostrar los impactos del residuo sobre macro, meso y micronutrientes, tales como: fijación, solubilidad, disponibilidad, etc.

³ Capacidad de resistir al cambio de pH de la solución del suelo
P 4150 INF N°1 SAG Guía de Aplicación EMI B.doc

4.6 Resumen

Tabla 7: Resumen Residuos de Producción de Agar-Agar

Residuo	Conchas y Arena	Lodos	Producto no digerido	Tierras de filtrado	Carbón Activado
Impactos	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad
Pre-tratamiento	Secado si HR > 70%	Secado si HR > 70%	Secado si HR > 70%	Secado si HR > 70%	Secado si HR > 70%
Parámetros Críticos	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad	pH y salinidad
Tipo de suelo (aplicación)	En suelos ácidos, sin deficiencias de fósforo.	En suelos ácidos, sin deficiencias de fósforo.	En suelos ácidos, sin deficiencias de fósforo.	En suelos ácidos, sin deficiencias de fósforo.	En suelos ácidos, sin deficiencias de fósforo.
Método de aplicación	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura
Tasa de Aplicación	Según características y requerimientos del suelo	Según características y requerimientos del suelo	Según características y requerimientos del suelo	Según características y requerimientos del suelo	Según características y requerimientos del suelo
Monitoreo	pH, salinidad	pH, salinidad.	pH, salinidad.	pH, salinidad.	pH, salinidad.

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007)

5 ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS, LEGUMBRES Y HORTALIZAS, PACKING DE FRUTAS Y VERDURAS, DESHIDRATADO DE FRUTAS Y PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA.

Este punto considera los residuos generados en el procesamiento de frutas, hortalizas y legumbres, ya sea mediante congelado o conserva, packing y deshidratados, y elaboración de aceites de oliva.

5.1 Caracterización del Residuo

De acuerdo a los antecedentes disponibles, los residuos generados en esta actividad, provienen generalmente de las etapas de selección, limpieza, lavado, corte, pelado y descaroado. Otra fuente de generación de residuos sólidos son las plantas de tratamiento de riles, ya sea en las etapas de pre-tratamiento (rejas), donde se generan restos que deben ser eliminados antes de pasar a las otras etapas del proceso de tratamiento, por otra parte, en el tratamiento primario y secundario de riles se generan lodos orgánicos, residuos que pueden ser reutilizados.

Entre los residuos sólidos más comunes generados por este tipo de industria encontramos restos de frutas, frutas en mal estado, cuescos, carozos, corontas, vainas, ramas, raíces, y también, envases y embalajes.

En las Tabla 8 a Tabla 11 se muestran los datos de la cantidad de residuos sólidos generados por producto, para los más relevantes de la industria conservera y de congelados.

Tabla 8: Generación de residuos del proceso de elaboración de Arvejas

Arvejas	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Arvejas	Kilos	100		
Ramas / Tallos	Kilos		14	
Hojas	Kilos		7	
Vainas	Kilos		24	
Pérdidas	Kilos		12	
Granos	Kilos			43
TOTAL	Kilos	100	57	43

Fuente: Elaboración Propia en base a Antecedentes productivos de diversos proyectos.

Tabla 9: Generación de residuos del proceso de elaboración de Habas

Habas	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Habas	Kilos	100		
Ramas / Tallos	Kilos		17	
Hojas	Kilos		8	
Vainas	Kilos		26	
Pérdidas	Kilos		13	
Granos	Kilos			36
TOTAL	Kilos	100	64	36

Fuente: Elaboración Propia en base a Antecedentes productivos de diversos proyectos.

Tabla 10: Generación de residuos del proceso de elaboración de Choclo en Grano

Choclo Americano	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Choclo	Kilos	100		
Ramas / Tallos	Kilos		44	
Hojas	Kilos		12	
Corontas	Kilos		20	
Pérdidas	Kilos		4	
Granos	Kilos			20
TOTAL	Kilos	100	80	20

Fuente: Elaboración Propia en base a Antecedentes productivos de diversos proyectos.

Tabla 11: Generación de residuos del proceso de elaboración de Alcachofas

Alcachofas	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Alcachofas	Kilos	100		
Ramas / Tallos	Kilos		20	
Hojas	Kilos		62	
Pérdidas	Kilos		8	
Fondos	Kilos			10
TOTAL	Kilos	100	90	10

Fuente: Elaboración Propia en base a Antecedentes productivos de diversos proyectos.

La **Tabla 12** presenta los rendimientos y generación de residuos en la producción de aceites de oliva.

Tabla 12: Generación de residuos en el proceso de elaboración de Aceite de Oliva.

Aceite de Olivas	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Materia prima Olivas	Kilos	100		
Hojas / Ramas	Kilos		5	
Alpeorujo	Kilos		26	
Pérdidas	Kilos		4	
Aceite	Kilos			18
TOTAL	Kilos	100	35	18

Fuente: M. Inmaculada Sanpedro Q. Tesis Doctoral Universidad de Granada España (2005)

Los residuos provenientes de los procesos productivos, ya sea restos o frutas u hortalizas de descarte pueden ser dispuestos sin mayores inconvenientes en suelo. En algunos casos es recomendable la trituración de los residuos a fin de aumentar la superficie de ataque de microfauna presente en el suelo, lo que acelera la descomposición del residuo, aumentando el contenido de materia orgánica en el suelo.

Otro residuo de interés por parte de las agroindustrias, son los lodos de las plantas de tratamiento de RILES, en términos generales la caracterización señala a este tipo de lodos como benéfica para el suelo, ninguno de los parámetros contaminantes supera la norma de lodos, los contenidos de nitrógeno son importantes y su biodisponibilidad es adecuada, tiene niveles medios de potasio disponible, los niveles de fósforo son mas bien bajos, el parámetro a observar en este residuo es la conductividad eléctrica y el pH, estos pueden ser reducidos si se tratan previamente mediante compostaje o lombricultura en combinación con otros residuos de los procesos como pueden ser restos de frutas y hortalizas, o los residuos de los filtros de reja de las plantas de tratamiento de RILES.

La producción de aceites de oliva en los últimos años ha crecido de manera importante, el alpeorujo es un residuo que se obtiene de la elaboración de aceite de oliva, representa la fase sólida compuesta por piel, carozo y pulpa que corresponde al 24 a 30% de la fruta. Las características biológicas, físicas y químicas del alpeorujo son bastantes heterogéneas, debido a las distintas variedades de aceitunas empleadas y al método de extracción utilizado. Un residuo no considerado en la Tabla 12 son los alperchines⁴ que representan el 45 a 50% de la materia prima que ingresa al proceso de producción de aceite de oliva.

La Tabla 13 muestra una caracterización de lodos de dos agroindustrias y en ella se compara los resultados con la norma de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas.

En la Tabla 14 se resumen las características del alpeorujo.

⁴ Fracción líquida del proceso de prensado de olivas al cual ya se le ha extraído el aceite.

Tabla 13: Característica de los lodos de las plantas de tratamiento de riles de la industria de conservas de fruta

Parámetro	Unidad	Resultado ⁵	Resultado. ⁶	Norma Lodos A	Norma Lodos B
Ácido Cianhídrico	mg/l		0		
Ácido Sulfhídrico	mg/l		0		
Arsénico	mg/l		<0.052		
Arsénico (As)	mg/kg	2,56	0.023	20	40
Azufre extractable	mg/kg	1.096			
Bario	mg/l		0.072		
Bario (Ba)	mg/l		1.5		
Boro disponible	mg/kg	3,69			
Cadmio	mg/kg		<0.0012	8	40
Cadmio total	mg/kg		<0.01		
Calcio disponible	mg/kg	3.932			
Característica e Inflamabilidad			No Inflamable		
Cobre disponible	mg/kg	32,20		1000	1200
Coliformes fecales	NMP/100ML	900	<0.200		
Conductividad	dS/m	3,32			
Cromo	mg/kg		<0.016		
Cromo total (s)	mg/kg	< 0,5	<0.27		
Densidad	g/mL	0,81			
Fósforo Olsen	mg/kg	653			
Hierro disponible	mg/kg	2.513			
Humedad	%	83,50			
Magnesio disponible	mg/kg	1.173			
Manganeso disponible	mg/kg	66,70			
Mercurio	mg/kg		<0.001		
Mercurio (s)	mg/kg	< 0,012		10	20
Mercurio total (Hg)	mg/kg		<0.001		
Molibdeno (s)	mg/kg	< 0,25			
Níquel (s)	mg/kg	< 1,25		80	420
Nitrógeno disponible	mg/kg	183			
Nitrógeno orgánico (s)	mg/kg	38.171			
Nitrógeno total	%	3,94			
pH		5,20			
Plata	mg/kg		<0.0014		
Plata	mg/kg		<0.05		

⁵ Patagonia Chile, Planta Molina

⁶ Alifrut SA, Planta Buin

Parámetro	Unidad	Resultado ⁵	Resultado. ⁶	Norma Lodos A	Norma Lodos B
Plomo	mg/kg	4,65	<0.016	300	400
Plomo total	mg/kg		<0.11		
Potasio disponible (S/C)	mg/kg	4.906			
Recuento helmintos	Huevos/10g		0		
Salmonella sp. OIE	Presencia/Ausencia	Ausencia	<0.200		
Selenio (s)	mg/kg	< 0,125	<0.034	50	100
Selenio total	mg/kg		<0.007		
Sodio disponible	mg/kg	2.318			
Tasa de corrosión			0.01		
Zinc disponible	mg/kg	43,40		2000	2800

Tabla 14: Principales características del alpeorujó (subproducto seco)

Parámetros	Unidad	Valor medio	Rango
Humedad	[% en peso]	64.0	55.6 – 74.5
pH	[Unidades pH]	5.32	4.86 – 6.45
Conductividad Eléctrica	[dS/m]	3.42	0.88 – 4.76
Carbono Orgánico Total	[g/kg.]	519.8	495.0 – 539.2
Relación C/N	[Proporción]	47.8	28.2 – 72.9
Nitrógeno Total	[g/kg.]	11.4	7.0 – 18.14
P	[g/kg.]	1.2	0.7 – 2.2
K	[g/kg.]	19.8	7.7 – 29.7
Ca	[g/kg.]	4.5	1.7 – 9.2
Mg	[g/kg.]	1.7	0.7 – 3.8
Na	[g/kg.]	0.8	0.5 – 1.6
Fe	[mg/kg.]	614	78 - 1462
Cu	[mg/kg.]	17	12 – 29
Mn	[mg/kg.]	16	5 – 39
Zn	[mg/kg.]	21	10 – 37
Fuente: M. Inmaculada Sanpedro Q. Tesis Doctoral Universidad de Granada España (2005)			

5.2 Procesos de pre – tratamiento

Se recomienda para los residuos de frutas, verduras y hortalizas su aprovechamiento como alimento animal, en una primera instancia. En caso de no ser empleados en esta vía, estos residuos pueden ser dispuestos sin grandes inconvenientes en el suelo dado que no

presentan concentraciones de metales pesados, altas concentraciones de algún ión y su pH es cercano a la neutralidad.

Se recomienda un chipeado o picado de los residuos a fin de disminuir el volumen y aumentar la superficie de contacto del residuo, especialmente para residuos gruesos como corontas, raíces y cañas, con ello se facilita el manejo y el ataque de la fauna edáfica en el suelo.

Alternativamente, los residuos pueden ser compostados mediante mezclas con guanos, lodos y otros residuos. Si la humedad es mayor a 70% se recomienda un secado por solarización o escurrimiento gravitacional del exceso de humedad para evitar problemas de manejo en la aplicación en el suelo y uso de maquinaria.

En el caso de los carozos, no es recomendable su disposición en suelo, por el alto contenido de lignina, y pueden ser empleados como combustible.

En la Tabla 15 se presentan las alternativas de tratamiento de los residuos de la agroindustria

Tabla 15: Alternativas de tratamiento para distintos tipos de residuos.

Tratamiento	Residuos	Elaboración y conservación de frutas y hortalizas Packing de Frutas y Verduras Deshidratado de Frutas Producción de Aceite de Oliva								
		Descartes	Vainas	Corontas	Escobajos	Raíces	Ramas	Tallos	Alpeorujos	Lodos
Químico	Aplicación de Cal								X	X
Mecánico	Trituración	X		X		X	X	X		
	Prensado									
Térmico	Secado								X	X ⁷
	Solarización								X	X
	Pasteurización									
Biológico	Compostaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fermentación									
	Ensilado									
	Lombricultura	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Otros Usos	Alimento Animal	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Combustible									
	Aceites									
	Otros									

Fuente: Elaboración Propia. (IASA 2007)

⁷ Sólo si se aplican directamente al suelo, en caso de incluirlos en compostaje o lombricultura aportan la humedad necesaria

5.3 *Parámetros críticos y potenciales impactos*

Los residuos de frutas, verduras y hortalizas no presentan parámetros críticos y pueden ser dispuestos en suelo, controlando los contenidos de materia orgánica y la potencial proliferación de vectores (especialmente de *Drosophila sp.*)

Para el caso de los lodos de las agroindustrias, en la mayor parte de los rubros, los parámetros críticos son: el pH, la conductividad eléctrica y la concentración de cloruros. El resto de los parámetros evaluados es inferior a los de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas, los contenidos de metales pesados debieran ser despreciables. Los aportes de nitrógeno, fósforo y potasio son relativamente bajos por lo que no debieran considerarse como fertilizantes de suelo.

El alpeorujo, posee una humedad superior al 50%, con un tamaño pequeño de partícula lo hace un material poco poroso, plástico y susceptible a la compresión. Su estructura característica proporciona una mala aireación en el proceso de compostaje, para que este proceso se lleve a cabo en condiciones favorables hay que controlar la humedad, el balance de nutrientes y sobre todo la estructura y distribución del aire. El valor promedio del pH es de 5,2, por lo que se recomienda la aplicación de cal viva antes de su disposición en suelo, mientras que su conductividad eléctrica posee un valor medio de 3,42 dS/m, que lo hace relativamente salino. La materia orgánica total es de 932,6 g/kg, y la fracción de carbón orgánico total es 519,8 (g/kg).

5.4 *Ámbitos, métodos y tasas de aplicación*

Los residuos de frutas, verduras y hortalizas son recomendables de aplicar en suelos con poca materia orgánica ya sea por la evolución de éstos o por pérdidas causadas por erosión.

En el caso de los residuos altamente lignificados (carozos), no realizan un aporte de nutrientes al suelo y pueden presentar mejores usos, tales como: combustible, producción de etanol y carbón activado. En el caso de ser destinados al suelo, es conveniente que este tipo de residuo sea reducido a su menor tamaño posible antes de aplicarlo a suelos agrícolas. No se recomienda la aplicación en suelos gruesos (arenosos), sino que más bien a suelos de texturas francas.

Tanto los frutos frescos como las tortas de prensado de jugos, hacen un importante aporte de energía al suelo, siendo aprovechados por los distintos microorganismos del suelo. La aplicación en los suelos puede ser en verde, aumentando la superficie de contacto mediante el chipeo del residuo entero.

En el caso del alpeorujo, la baja cantidad de nutrientes y la alta concentración de hierro lo hace un residuo no recomendable para su aplicación directa a los suelos; siendo la mejor posibilidad compostar el residuo para su posterior aplicación.

Las tasas de aplicación dependerán de las características y requerimientos del suelo, considerando una aplicación mediante aradura cruzada, con una profundidad promedio de 20 cm. Para el caso de un residuo en el cual la concentración de materia orgánica es de 40% aproximadamente, las tasas de aplicación para distintas concentraciones esperadas de materia orgánica en el suelo se muestran en la Tabla 16 y dependen de la concentración de MO en el suelo antes de la aplicación (primera columna) considerando un espesor de 20 cm, mediante aradura.

Tabla 16: Materia Orgánica Actual (MOA) – Materia Orgánica Esperada (MOE).

	3% MOE	5% MOE	7% MOE	9% MOE
1% MOA	15	30	45	60
3% MOA	-	15	30	45
5% MOA	-	-	15	30

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007). Valores en ton/has.

5.5 Parámetros de monitoreo.

Se recomienda controlar pH del suelo semestralmente, considerando que la bibliografía especializada, aconseja que no se produzcan variaciones de más allá de 0,5 puntos de pH cada 2 años. En el caso de los residuos lignificados, se deben considerar los compuestos fenólicos que éstos puedan generar.

5.6 Resumen

Tabla 17: Resumen Residuos de Elaboración y Conservación de Frutas, Legumbres y Hortalizas.

Residuo	Frutas verduras y hortalizas frescas	Lodos de Plantas de Tratamiento de RILEs	Alpeorujos
Impactos	Materia Orgánica	pH, Conductividad y Salinidad	pH, Conductividad y Salinidad
Pre-tratamiento	Chipeo o picado	Secado si HR > 70%	Secado si HR > 70%
Parámetros Críticos		pH y Conductividad	pH y Conductividad
Tipo de suelo (aplicación)	Delgados, con escasa materia orgánica, erosionados, francos, y con déficit de nitrógeno.	Delgados, con escasa materia orgánica, erosionados, francos, y con déficit de nitrógeno.	Delgados, con escasa materia orgánica, erosionados, francos, déficit de nitrógeno.
Método de aplicación	Aradura	Aradura	Aradura
Tasa de Aplicación	Hasta 60 ton/ha-año (Según características y requerimientos del suelo)	Según características y requerimientos del suelo.	Según características y requerimientos del suelo.
Monitoreo	pH, Materia Orgánica Compuestos Fenólicos (Dependiendo del Residuo)	pH y Conductividad Máximo 0,5 puntos de pH cada 2 años.	pH y Conductividad Máximo 0,5 puntos de pH cada 2 años.

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

6 MATADEROS

Este punto considera los residuos de matadero generados en el faenamiento de distintas especies de animales. Se denominan carnes a las partes blandas, comestibles, del ganado bovino, ovino y porcino, así como la de las aves. En realidad, cualquier mamífero o ave aptos para ser ingeridos como alimento, entran dentro del concepto de «carne».

La tendencia actual en la producción pecuaria es a producir un animal "todo carne", basado en la introducción de nuevos cruces genéticos y el replanteamiento de las técnicas de manejo a nivel de campo. Por estos medios, se logra llevar al matadero un animal que presente rendimientos en carne, con relación al peso en pie, superiores al 45% para vacunos y al 60% para porcinos. En la actualidad, estos porcentajes están del orden del 40% y del 55% para vacunos y porcinos, respectivamente. Lo anterior incide directamente en la calidad y cantidad de los desechos de matanza que se obtienen en los mataderos.

En la Tabla 18, se presenta un resumen de los distintos tipos de desechos de producción en los mataderos, la mayoría de los cuales son empleados en la fabricación de harinas de decomisos, para alimentación de otras especies.

Tabla 18: Desechos de Producción en los Mataderos.

Especie animal	Desecho de matadero
Vacuno	Sangre, grasa, huesos Fragmentos tisulares (desperdicios de matanza) Decomisos sanitarios Orejas, cuernos, cascos, Vísceras abdominales y torácicas Contenido ruminal
Porcino	Sangre, Grasas, Huesos Fragmentos tisulares (desperdicios de matanza) Decomisos sanitarios, cascos, pelos , Vísceras abdominales y torácicas Contenido ruminal
Ovinos	Sangre, grasa, huesos Fragmentos tisulares (desperdicios de matanza) Decomisos sanitarios Cabezas, cascos, Vísceras abdominales y torácicas Contenido ruminal
Aves	Vísceras, sangre y plumas

Fuente: Elaboración Propia. Antecedentes Mataderos Nacionales y Colombianos (IASA 2007)

La utilización de un desecho de matadero está estrechamente ligada a factores técnicos, a la disponibilidad de residuos y al mercado de las harinas de este tipo de residuos, dado que las inversiones requeridas para una planta de rendering son altas. Entre estos factores podemos mencionar los siguientes:

- Tipo de ganado faenado
- Hábitos de consumo de los productos cárnicos,
- Sistemas de comercialización de la carne y derivados,
- Tipo de matadero y técnicas de matanza,
- Técnicas de transformación industrial de los desechos de matadero,
- Legislación sanitaria.

Con los desechos descritos en la Tabla 18 es posible fabricar harinas, las cuales son empleadas como suplemento proteico en alimentación animal, o como componente en la fabricación de pelet en base a vegetales (alfalfa, maíz, avena y otros granos), harinas de pescado y harinas de sangre, sin embargo, existe prohibición por parte del SAG⁸ del uso de harinas de rumiantes en la alimentación de los mismos, por lo que estas podrían ser utilizadas en alimentos para perros, gatos, peces o aves.

6.1 Caracterización del Residuo

Los residuos de matadero no deben ser dispuestos en suelo, ya que son una materia prima importante para aumentar el rendimiento nutricional en la alimentación animal (como suplemento), en especial, por los altos contenidos proteicos presentes en algunos de ellos.

Se ha considerado como residuos a ser dispuestos en suelo sólo los contenidos estomacales, el guano y los lodos de las plantas de tratamiento de riles y opcionalmente se puede agregar restos de sangre ya que su contenido de materia orgánica volátil es alta, como también su contenido de nitrógeno. Los restos de sangre, que en general son volúmenes menores, pueden ser mezclados con los guanos y los contenidos estomacales previos a la disposición en suelo.

Los lodos de plantas de tratamiento de riles de mataderos, tienen un importante contenido de materia grasa, por lo que antes de su disposición deben ser tratados con cal.

Alternativamente, una mezcla de residuos de matadero y residuos vegetales o forestales puede ser compostada o humificada, en tal caso, se sugiere atender las recomendaciones de la Norma Chilena de Compost.

⁸ Resolución SAG 3.124 de Diciembre de 2000 Prohíbe la formulación, elaboración, distribución, venta y uso de proteínas de origen de rumiantes en alimentación de rumiantes
P 4150 INF N°1 SAG Guía de Aplicación EMI B.doc

Tabla 19: Caracterización de Desechos de Producción en los Mataderos.

Parámetro	Unidad	Vacuno			Cerdo		
		Estiércol	Rumen	Sangre	Estiércol	Rumen	Sangre
pH		7,10	6,10	7,40	9,15	7,25	5,95
Sólidos Totales	%	14,14	13,42	23,03	37,88	13,52	22,28
Sólidos Volátiles	% ST	77,45	88,55	96,93	67,77	85,53	96,56
Humedad	%	85,86	86,58	76,97	62,12	86,46	77,72
M. Orgánica	%	74,00	90,00	96,00	67,77	85,53	95,56
Nitrógeno Total	%	1,90	2,20	15,0	2,47	1,85	8,32
Fósforo Total	g/k	9.20	6.60	0.87	21.65	4.51	0.49
Potasio Total	g/k	15.00	8.80	2.90	10.61	8.80	10.68
Sodio Total	g/k	1.10	20.00	12.00	2.77	19.89	10.68
Calcio Total	g/k	23.00	2.10	0.13	13.89	1.92	0.09

Fuente: Producción Anaeróbica de Biogas Aprovechamiento de Residuos de Matadero y Mercado. Proyecto 09 IIDEPROQ (Universidad Mayor de San Andrés Bolivia, Facultad de Química Ing. Victor Riera) Modificado por IASA 2007

6.2 Procesos de pre-tratamiento

Los deshechos de matadero son procesados para la fabricación de las distintas harinas. La posible presencia de priones hace inviable la utilización de este tipo de residuos en la preparación de compostaje y menos en la aplicación directa de los residuos al suelo. Además la aplicación directa de estos residuos atraerá vectores como moscas, aves y ratones. Los priones son degradados solamente con fenoles o a altas presiones y temperaturas.

Otra alternativa de uso de estos residuos es la elaboración de suplemento alimenticio mediante fermentación o ensilaje, en tal caso el residuo podría ser usado para preparar alimento para perros, gatos, aves o peces.

Los residuos considerados para el caso de los mataderos son el contenido estomacal o rumen, los guanos y los lodos de plantas de tratamiento. Los cuales podrían ser aplicados directamente al suelo o compostados con residuos agrícolas o forestales (chip de madera o lampazo).

Tabla 20: Alternativas de pretratamiento para residuos de matadero.

	Actividad Productiva	Mataderos			
Tratamiento	Residuos	Rumen	Sangre	Guano	Lodos
Químico	Aplicación de Cal				X
Mecánico	Trituración				
	Prensado	X			
Térmico	Secado	X		X	
	Solarización				
	Pasteurización	X			
Biológico⁹	Compostaje	X	X	X	X
	Fermentación	X	X	X	
	Ensilado	X		X	
	Lombricultura	X	X	X	X
Otros Usos	Alimento Animal	X	X	X	
	Combustible				
	Aceites				
	Otros		X		X

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

6.3 Parámetros críticos y potenciales impactos

La utilización de los residuos de matadero en suelo atraerá irremediablemente vectores sanitarios como moscas, aves y ratas, y generará olores desagradables, a menos que sean enterrados a más de 30 cm de profundidad, práctica que no se recomienda en suelos agrícolas.

La presencia de priones hace que se deba evitar el uso de este tipo de residuos en suelos con uso agrícola y ganaderos; dado que estas proteínas son las responsables de enfermedades neurodegenerativas espongiformes, tales como el mal de Creutzfeldt – Jakob, el Insomnio Familiar Fatal y otras encefalopatías espongiformes humanas y animales.

El contenido estomacal, restos de sangre, los lodos y guanos podrían ser dispuestos en suelo y los parámetros a vigilar serían el contenido de nitrógeno, grasas y aceites, y materia orgánica. Si estos son compostados o aplicados a sistemas de lombricultura deben seguir las recomendaciones de la Norma Chilena de Compost (NCh. 2880).

6.4 Ámbitos, métodos y tasas de aplicación.

Se recomienda la no utilización de los decomisos para la aplicación en suelos agrícolas y ganaderos (praderas).

⁹ Recomendable sólo si se tiene certeza de ausencia de EEB u otras similares.

La aplicación al suelo de mezclas de guanos, sangres, contenido estomacal y lodos, puede ser usada en suelo verificando los parámetros señalados en el punto anterior, mediante aradura al menos 20 cm de profundidad.

6.5 Parámetros de monitoreo.

Se recomienda monitorear el pH y la conductividad del suelo una vez aplicados los residuos y verificar cada 6 meses los cambios en el pH del suelo.

Se debe controlar la proliferación de vectores de acuerdo a lo señalado en el manual de aplicación de guanos al suelo.

Los contenidos de grasas y aceites deben ser monitoreados, si no se hace pretratamiento con cal viva a los lodos de las plantas de tratamiento de riles.

6.6 Resumen

Tabla 21: Resumen Residuos de Mataderos

Residuo	Rumen	Sangre	Guanos	Lodos
Impactos	Contenido de nitrógeno y MO	Potasio, MO y Nitrógeno	Contenido de nitrógeno y MO	Aceites y grasas
Pre-tratamiento	Aplicación directa, compostaje o lombricultura	Siempre mezclados con los otros residuos.	Aplicación directa, compostaje o lombricultura	Aplicación directa, compostaje o lombricultura
Parámetros Críticos	Contenido de nitrógeno y MO	Potasio y Nitrógeno	Contenido de nitrógeno y MO	Aceites y grasas
Tipo de suelo (aplicación)	Pobres en MO	Pobres en MO	Pobres en MO	Pobres en MO
Método de aplicación	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura
Tasa de Aplicación	Hasta 60 toneladas por hectárea-año	en mezclas con otros residuos	De acuerdo a Pauta Aplicación de Guanos u otra referencia	Hasta 60 toneladas por hectárea-año
Monitoreo	pH y Conductividad	Aceites y Grasas	Los señalados en la Pauta Aplicación de Guanos u otras referencias	Aceites y Grasas

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

7 CULTIVOS Y PROCESAMIENTO DE ESPECIES ACUÁTICAS

En el sector productivo de cultivo de especies acuáticas se consideran los siguientes desechos: Lodos que contienen restos de alimento, fecas y materia orgánica, fouling¹⁰, además de restos de mortalidad de peces. Para el procesamiento de especies acuáticas los residuos son principalmente cabezas, colas, espinas, cueros y vísceras, sin embargo, estos residuos están siendo utilizados para la elaboración de harinas y aceites de pescado.

Los residuos considerados para este sector productivo y que pueden ser aplicados en suelo son los siguientes: caparazones, conchas y valvas, fouling, fecas y lodos de plantas de tratamiento.

7.1 Caracterización del Residuo

Los residuos de la piscicultura corresponden fundamentalmente a mortalidades, alimento residual y fecas, los cuales finalmente se presentan como lodos de las plantas de tratamiento en los casos de pisciculturas en tierra y lodos de fondo marino en el caso de cultivos en balsas jaulas.

Si bien la mortalidad de peces en piscicultura son el más importante de los residuos sólidos generados, su alto contenido de humedad al poco tiempo los transforma en un residuo pastoso que hace difícil su manejo en rellenos sanitarios, a modo de ejemplo, la humedad intrínseca de salmones es de un 73% y en el caso de la carpa este valor sube al 78,5%. Por tanto no se recomienda la aplicación de este residuo en suelo.

La Tabla 22 muestra algunas de las características químicas de lodos provenientes de la piscicultura en tierra.

Tabla 22: Caracterización de Lodos de Pisciculturas

Parámetros	Unidad	Lodo
Carbono orgánico	% base seca	33,3
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	% base seca	5,3
Densidad	kg/m ³	1.090,0
Proteínas	% base seca	58,1
Humedad	%	90,0
Sólidos volátiles	% base seca	78,3
Fósforo total	mg/kg base seca	3.714,0
Coliformes fecales	NMP/g base seca	< 10

Fuente: ROSSI, S. Uso de lombrices para tratamiento de lodo primario de efluentes de pisciculturas, IX región de La Araucanía. 2003; Universidad de La Frontera

¹⁰ Residuos acompañantes del lavado de redes de cultivo de peces compuestos por algas, algunos cirrípedos, moluscos bivalvos y otros.

Como se puede ver, los residuos de las plantas de tratamiento de riles producto de la crianza de peces presentan importantes contenidos de nitrógeno, llegando a ser cerca del 5% en los lodos. Si bien la cantidad de fósforo es menor, no deja de ser una posible fuente fósforo para el suelo.

Los erizos están dotados de un esqueleto externo (también llamado teca o exoesqueleto), el cual está recubierto por una fina capa de piel y numerosas espinas. Los niveles de nutrientes presentes en caparazones, son bajos y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23: Niveles de Nutrientes de caparazones de erizos expresados como % p/p

Elemento	Unidad	Valor
Calcio	%	42,20
Nitrógeno	%	1,10
Fósforo	%	< 0,10
Potasio	%	< 0,01
Azufre	%	0,95
Magnesio	%	2,60

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).
En base a datos de DIA AGROCAL Ltda.

El contenido de proteínas es de un 7% p/p; el porcentaje de carbonato de calcio del caparazón es de un 78.9 % (basado en un cálculo estequiométrico).

En la Tabla 24 se presenta una comparación de la composición de caparazones de camarones, erizos y langostinos.

Tabla 24: Comparación de la composición química de caparazones de invertebrados

Componentes	Camarones (%)	Erizos (%)	Langostinos (%)
Sales inorgánicas	33,6	45,76*	36,1
Calcio	8,45	30,29**	13,4
P ₂ O ₅	1,75	0,2	2,94
Lípidos	8,9	-	7,5
Proteínas	40,63	6,9	42,28
Quitina	16,87	-	14,12

* Valor obtenido de la sumatoria de los compuestos minerales analizados por la empresa CESMEC.

** Valor obtenido a partir de pesos moleculares Ref: Peñailillo L., Castillo H., 1989.

Comparando los caparazones de equinodermos y crustáceos, los primeros tienen niveles más elevados de calcio. Esto se debe a que los caparazones de camarones y langostinos están constituidos principalmente por quitina y compuestos proteicos, y no por calcio como es la creencia común.

En la Tabla 25 se presentan los análisis químicos realizados para muestras de valvas de ostras y caparazones de erizos.

Tabla 25: Comparación análisis fluorescencia rayos x de caparazón ostra con caparazón de erizo (en % p/p)

Elementos		Ostra	Erizo
CaCO ₃	Carbonato Calcio	96,00	78,9
Na ₂ O	Sodio	0,98	0,01
SO ₃	Azufre	0,72	0,93
SiO ₂	Silicio	0,69	<0,01
MgO	Magnesio	0,65	2,60
Al ₂ O ₃	Aluminio	0,42	<0,01
P ₂ O ₅	Fósforo	0,20	0,20
Fe ₂ O ₃	Hierro	-	<0,01
TiO ₂	Titanio	-	<0,01
K ₂ O	Potasio	-	<0,01
*PPC	Pérdida por calcinación 1000°C	-	51,20

Fuente: Gil-Lim Yoon, Octubre 2002

En la tabla se puede ver la importante proporción del carbonato cálcico por sobre el resto de los compuestos, de esta manera se puede determinar que los residuos poseen un pH neutro o alcalino.

7.2 Procesos de pre-tratamiento

Los desechos provenientes de la acuicultura y los derivados del procesamiento de pescado, especialmente la mortandad, en una primera alternativa deben ser destinados a la producción de harina de pescado o a ensilaje para producción de alimento semi sólido para cerdos o aves de corral. Los elevados niveles de materia orgánica putrescible y sin estabilizar, pueden generar contaminación de napas, atracción de vectores, generación de olores, etc., lo que no hace recomendable su aplicación directa al suelo

Una alternativa es que estos residuos sean comportados en sistemas cerrados con aportes de residuos orgánicos vegetales y/o forestales, a fin de ajustar la relación C/N, alternativamente pueden ser aplicados en lombricultura manteniendo una relación C/N adecuada a fin de evitar la proliferación de vectores y emanación de olores. Una vez tratados por esta vía se encuentran aptos para su aplicación a suelos agrícolas y de praderas, de acuerdo a la norma de compost.

Para el caso de las caparazones y conchas se recomienda su trituración y posterior secado antes de la aplicación al suelo. A pesar de los bajos contenidos de nutrientes NPK de los caparazones y conchas, pueden ser aprovechados como enmienda o mejorador de suelos (debido a su alto nivel de carbonato de calcio). Para las valvas y caparazones, estas deberían ser trituradas mediante molino hasta alcanzar el tamaño de arenas gruesas (2 mm.) antes de su aplicación en suelos. Los desechos ricos en quitina (crustáceos) pueden ser compostados

o aplicados directamente a los suelos. Sin perjuicio de lo anterior, las caparazones deben ser reducidas en tamaño, mediante chancado o molienda. Ambos residuos deben ser secados para prevenir la generación de olores posteriores a su aplicación

En la Tabla 26 se resumen los procesos de pretratamiento para los residuos antes mencionados.

Tabla 26: Procesos de pretratamiento recomendados para las actividades de cultivo de especies hidrobiológicas y conservas de las mismas, además de la actividad relacionada de lavado de redes.

Tratamiento	Residuos	Cultivo de Especies Hidrobiológicas Enfriado, Congelados y Enlatado de Pescados, Crustáceos y Mariscos				
		Caparazones	Conchas	Fecas	Fouling	Lodos
Químico	Aplicación de Cal			X	X	X
Mecánico	Trituración	X	X			
	Prensado	X	X	X	X	X
Térmico	Secado	X	X	X	X	X
	Solarización	X	X	X	X	X
	Pasteurización					
Biológico	Compostaje			X	X	X
	Fermentación					
	Ensilado					
	Lombricultura			X	X	X
Otros Usos	Alimento Animal	X	X			
	Combustible					
	Aceites					
	Otros					

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

7.3 Parámetros críticos y potenciales impactos

Los parámetros críticos son distintos para los peces que para los crustáceos y mariscos. En el caso de los residuos derivados de la mortalidad de la crianza de peces atraerá vectores sanitarios tales como moscas, ratas, aves, etc, por lo que no se recomienda su aplicación en suelo.

En el caso de los cultivos de bivalvos o el procesamiento de estos, los residuos a considerar son las conchas o valvas, en ellos un parámetro importante a considerar, son los restos de materia orgánica en las conchas, las valvas tienen un alto contenido de calcio en comparación con otros residuos por lo que uno de los parámetros críticos es el pH, especialmente cuando el residuo se aplica en suelos alcalinos (para los cuales no se recomienda). Para crustáceos, los parámetros críticos son la cantidad de materia orgánica contenida en los caparazones y en menor medida el pH y contenido de calcio.

Dentro de los impactos que se podrían generar por una mala aplicación se encuentra la modificación del pH de los suelos, aumentos de la carga de materia orgánica de las aguas sub superficiales, la presencia de vectores sanitarios y olores.

En el caso de las fecas, lodos y fouling, estos pueden ser aplicados mediante aradura o pueden ser compostados con otros residuos vegetales o forestales o aplicados a sistemas de lombricultura.

7.4 Ámbitos, métodos y tasas de aplicación.

Dado el alto contenido de materia orgánica y de humedad de los residuos de conchas y caparazones, éstos deben ser secados y triturados antes de ser dispuestos en suelo. La tasa de aplicación de conchas o caparazones molidos y secos, depende de la capacidad tampón del suelo y su relación con los residuos a aplicar.

Al igual que en el caso de los residuos ácidos, se debe considerar que, agronómicamente no es beneficioso para el suelo modificar en más 0,5 puntos de pH en un plazo de 2 años, ya que:

- Se acelera excesivamente la transformación de la materia orgánica del suelo.
- Se modifica demasiado rápidamente la vida microbiana del suelo.
- Se insolubilizan determinados elementos del suelo

En el caso de las fecas, lodos y fouling, estos pueden ser aplicados mediante aradura o pueden ser compostados con otros residuos vegetales o forestales, otra alternativa es ser aplicados a sistemas de lombricultura.

Los residuos del procesamiento de pescados resultan ser buenos abonos por el alto contenido de nitrógeno, potasio y fósforo; siempre y cuando éstos hayan sido compostados. La aplicación final, entonces, será condicionada por los requerimientos orgánicos del suelo.

En el caso de las valvas, una vez obtenido el tamaño deseado estas pueden ser incorporadas a compost o ser aplicadas directamente al suelo como manera de encalado. Los encalados buscan neutralizar pH demasiado ácidos, pero debe considerarse evitando cambios de pH mayores a 0,5 unidades en menos de 2 años.

Los caparazones de crustáceos con alto contenido de quitina contribuyen a la estabilidad estructural de los suelos, el incremento de la materia orgánica y la formación de ácidos húmicos, los cuales influyen directamente en una alta fertilidad de los suelos. Además, la adición de quitina al suelo estimula la actividad microbiana y enriquece en número a aquellos microorganismos capaces de degradar el polímero y parasitar los huevos de los nematodos fitoparásitos; existe una correlación entre la actividad quitinolítica de ciertos microorganismos y la habilidad de parasitar los huevos.

Los microorganismos quitinolíticos han cobrado gran importancia e interés ya que ofrece una posibilidad potencial de aplicación en procesos de biorremediación, en ambientes donde la sobre explotación de los recursos naturales ha llevado a la acumulación de residuos hasta límites que exceden la capacidad de degradación propia de la naturaleza, así como la posible aplicación de estos microorganismos como biocontroladores de plagas agrícolas causadas principalmente por hongos e insectos debido a que llevan quitina en sus estructuras (Skujins et al., 1965; Boyer, 1994; Chernin et al. 1995; Leger et al. 1996).

7.5 Parámetros de monitoreo.

En el caso de los residuos de pescados y los residuos blandos de marisco y crustáceos se debe tener especial cuidado con lo referido a la atracción de vectores sanitarios. Otro elemento de monitoreo deben ser los olores que se generen, dada la descomposición de los residuos orgánicos.

Para el caso de los residuos de fouling estos en lo posible deben ser lavados a orillas de mar con agua dulce para bajar el contenido de sal presente en los residuos, esta acción no afectaría el medio ambiente si se realiza a orillas de mar ya que sólo se incorpora sales diluidas en el borde costero, lo contrario podría acarrear problemas de aumentos de conductancia en los suelos donde se depositen los residuos.

En lo referido a los residuos derivados de las valvas, se debe tener atención con el pH de los suelos y posibles olores que se generen, durante la aplicación o posterior a la aplicación. Las caparazones de los distintos crustáceos (quitina), se debería monitorear los olores que se pudiesen generar por un mal secado de los residuos y el pH de los suelos.

Se debe destacar que en cualquier caso, no puede haber una modificación en más de 0,5 puntos de pH cada 2 años.

7.6 Resumen

Tabla 27: Resumen Residuos de Crianza de Especies Acuáticas

Residuos	Caparazones	Conchas	Fecas	Fouling	Lodos
Impactos	pH, vectores, agua subterráneas.	pH, vectores, agua subterráneas.	pH, vectores, agua subterráneas.	pH, vectores, agua subterráneas.	pH, vectores, agua subterráneas.
Pre-tratamiento	Secado y triturado o Compostaje	Secado y triturado o Compostaje	Secado y/o Compostaje	Lavado con agua dulce a orillas de mar	Secado y/o Compostaje
Parámetros Críticos	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH
Tipo de suelo (aplicación)	Suelos ácidos	Suelos ácidos con déficit de Ca y P	Suelos con contenido bajo de MO	Suelos con contenido bajo de MO	Suelos con contenido bajo de MO
Método de aplicación	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura
Tasa de Aplicación	De acuerdo a capacidad tampón suelo residuo	De acuerdo a capacidad tampón suelo residuo			
Monitoreo	pH, presencia de vectores, materia orgánica.	pH, presencia de vectores.	pH, presencia de vectores, Nitrógeno y MO.	pH, presencia de vectores, materia orgánica en agua.	pH, presencia de vectores, materia orgánica en agua.

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).



8 BEBIDAS FERMENTADAS

Se consideró dentro de esta actividad la elaboración de piscos y aguardientes, vinos y maltas.

El proceso de elaboración de alcohol para pisco y aguardiente, abarca desde la recepción de la uva, molienda, maceración, prensado y filtrado, posteriormente la vinificación, hasta la destilación de alcohol.

Según los antecedentes recogidos, en un proceso típico de producción de pisco se produce, por cada 1.000 ton de uva procesada, 2,5 a 3,5 ton de escobajo, 10 a 12 ton de orujo y 2,5 a 3,5 ton de borra prensada. Estos valores son considerables teniendo en cuenta que se procesan promedio 200.000 ton/año.

El proceso productivo de una planta vinificadora, es muy similar a la fabricación de pisco y aguardiente, y en ella no se hace destilación de los mostos vinificados.

Dentro de las bebidas fermentadas también hemos considerado las bebidas malteadas, cervezas y maltas, éstas se caracterizan por estar preparadas con harina o extracto de malta, son sometidas a fermentación pero no a destilación.

En general las materias primas que intervienen en el proceso de elaboración de maltas y cervezas, son agua, lúpulo y cebada, suplida a veces por el maíz, el arroz o el azúcar. El proceso consiste en la germinación de los granos, su posterior tostado y molienda, la preparación de caldos a temperatura y tiempo controlados para la liberación de las azúcares y almidones, luego viene un proceso de cocción y posteriormente la fermentación y maduración del caldo. Una vez que el caldo ha fermentado procede a filtrarse y a embotellarse.

8.1 Caracterización del Residuo

Los principales residuos de la industria vitícola y pisquera, son uvas rechazadas, escobajo, orujo, borras y tartratos. En la Tabla 28 se indica la proporción de residuos generados respecto a 100 ton. de materia prima.

Tabla 28: Residuos y Producto para Elaboración de Vinos.

	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Final
Materia prima	Toneladas	100.0		
Escobajos	Toneladas		7.0	
Orujos	Toneladas		10.0	
Borras	Toneladas		2.0	
Pepas	Toneladas		2.0	
Pérdidas	Toneladas		2.0	
Vino	Litros			74.000
Producto Terminado		100.0	26.0	74.000

Fuente: Elaboración Propia (IASA-Viña Von Siebenthal 2007)

Los residuos generados en el proceso de elaboración de la cerveza son principalmente: residuos del cereal; restos de levadura de cerveza (responsable del proceso de fermentación y contiene gran cantidad de vitaminas, en especial de las pertenecientes al complejo B y que en general se venden como alimento); y las borras de filtrado

Tabla 29: Residuos y Producto para Elaboración de Cervezas.

Cervezas y Maltas	Unidad	Materia Prima	Residuos	Producto Terminado
Agua	Litros	1000.0		
Cebada	Kilos	50.0	40.0	
Maíz	Kilos	25.0	15.0	
Azúcar	Kilos	62.5		
Lúpulo	Kilos	1.3	0.6	
Levadura	Kilos	1.3	2.4	
Cerveza	Litros			900.0
Total			58.0	900.0

Fuente: Elaboración Propia

Los escobajos de uvas viníferas no han sido caracterizados desde la perspectiva de su aporte de nutrientes al suelo, por lo que debiera realizarse un estudio al respecto dado que en general las viñas aplican este residuo a los suelos en forma regular.

Tabla 30: Caracterización de los escobajos de uva vinífera

Parámetros	Unidad	Escobajo
Compuestos nitrogenados	% base seca	0,6-2,5%
Compuestos lipídicos	% base seca	0,1-0,9%
Minerales	% base seca	0,5-1,5%
Humedad	%	60,0%

Fuente: Irinet Dremont & Miguel Donate, Técnicas Modernas de Vinificación (Escuela de Enología de Argel) 1966 Editorial Monteso

Se dice que el orujo tiene un poco más de NPK que el estiércol, sin embargo, tampoco hay análisis para este residuo. El que contiene hasta un 40% de vino, que ninguna prensa saca y por ende el contenido alcohólico es alto, por lo que las alternativas más razonables son el destilado para la obtención de aguardientes. Según antecedentes entregados por enólogos una alternativa de uso de orujos en suelo, es un pre-tratamiento con la aplicación de cepas bacterianas o levaduras que consumen el alcohol presente en el orujo recién filtrado y la posterior aplicación de cal apagada al 2 a 3% o alternativamente se deja reposar por un período de seis meses a un año, hasta que el alcohol presente se evapora y en esta condición es aplicado al suelo.

8.2 Procesos de pre-tratamiento

En la REFCOMFORMATOTabla 31 se resumen los procesos de pre-tratamiento para los residuos antes mencionados.

Tabla 31: Procesos de pretratamiento recomendados para las actividades de elaboración de vinos, alcoholes y cervezas.

Tratamiento	Actividad Productiva	Elaboración de Vinos y Alcoholes y Elaboración de Jugos Concentrados					Cervezas y Maltas				
		Borras	Torta prensa	Escobajos	Lodos	Orujos	Cereales	Levaduras	Torta prensa	Borras	Lodos
Químico	Aplicación de Cal				X						X
Mecánico	Trituración										
	Prensado	X			X	X	X	X		X	X
Térmico	Secado	X			X	X	X	X		X	X
	Solarización	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pasteurización										
Biológico	Compostaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fermentación										
	Ensilado										
	Lombricultura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Otros Usos	Alimento Animal	X	X	X		X	X	X	X	X	
	Combustible										
	Aceites										
	Otros	X				X					

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

En general todos los residuos pueden ser aplicados mediante aradura o pretratados mediante compostaje ajustando adecuadamente las relaciones carbono/nitrógeno con otros residuos vegetales o forestales y aplicación de guanos para aumentar los contenidos de nitrógeno de las mezclas o aplicados a sistemas de lombricultura.

8.3 Parámetros críticos y potenciales impactos

Los parámetros críticos son, los contenidos de materia orgánica aplicada, los potencialmente altos contenidos de alcohol en los orujos, borras y tortas de prensado.

8.4 Ámbitos, métodos y tasas de aplicación.

Los residuos de la industria de vinos y alcoholes, tienen un alto contenido de materia orgánica y de humedad, además de alcohol especialmente las borras y tortas de prensado. Deben ser secados al sol hasta que las concentraciones de alcohol se reduzcan. La materia orgánica es fácilmente degradable una vez que se ha evaporado el alcohol.

En el caso de los escobajos, han sido empleados y dispuestos en suelo de manera tradicional por los viñateros, estos también pueden ser aplicados directamente mediante aradura o

pueden ser compostados con los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de riles y con otros residuos vegetales o forestales.

8.5 Parámetros de monitoreo.

En el caso de los residuos de elaboración de vinos alcohólicos y cervezas se debe tener especial cuidado con lo referido los contenidos de alcohol presentes en las tortas de prensado y en los orujos post vinificación, también la atracción de vectores sanitarios (como moscas, especialmente la *Drosophila*). Otro elemento de monitoreo deben ser los olores que se generen, dada la descomposición de los residuos orgánicos.

8.6 Resumen

Tabla 32: Resumen Residuos de Crianza de Especies Acuáticas

Residuos	Borras	Torta prensa	Escobajos	Lodos	Orujos	Cereales
Impactos	pH, Alcohol, agua subterráneas.	pH, Alcohol, agua subterráneas.	pH, Alcohol, agua subterráneas.	pH, vectores, agua subterráneas.	pH, Alcohol, agua subterráneas.	Alcohol, pH
Pre-tratamiento	Secado o Compostaje	Secado o Compostaje	Aplicación directa y/o Compostaje	Secado y/o Compostaje	Secado y/o Compostaje	Secado y/o Compostaje
Parámetros Críticos	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Materia Orgánica, Vectores, pH	Alcohol, Materia Orgánica, pH
Tipo de suelo (aplicación)	Suelos Francos	Suelos Francos	Suelos con bajo contenido de MO	Suelos con bajo contenido de MO	Suelos con bajo contenido de MO	Suelos con bajo contenido de MO
Método de aplicación	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura	Aradura
Tasa de Aplicación	Hasta 60 T/Ha	Hasta 60 T/Ha	Hasta 60 T/Ha	Según Norma de Lodos	Según contenido de alcohol	Hasta 60 T/Ha
Monitoreo	pH, presencia de vectores, materia orgánica.	pH, presencia de vectores.	pH, presencia de vectores, Nitrógeno y MO.	pH, presencia de vectores, materia orgánica, conductividad	pH, presencia de vectores, materia orgánica, conductividad	pH, presencia de vectores, materia orgánica, conductividad

Fuente: Elaboración Propia (IASA 2007).

REFCOMFORMATOSECARÁBIGO
REFCOMFORMATOSECARÁBIGO

SECARÁBIGO

								HIPE
--	--	--	--	--	--	--	--	------

								RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO
								HIPE RVÍN CULO

REFCOMFORMATOSECARÁBIGO

SECARÁBIGO
SECARÁBIGO

REFCOMFORMATOSECARÁBIGO

REFCOMFORMATOSECARÁBIGO

REFCOMFORMATOSECARÁBIGO

SECARÁBIGO