



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# Caracterización y Manejo de los Residuos Generados de los Procesos Productivos Agrícolas en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota



Editores:  
Fabiola Sepúlveda S.  
Francisco Tapia F.

INIA Ururi, 2012

ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA - Nº 311

**Autores de capítulos:**

Fabiola Sepúlveda S., Ing. Agrónomo.

Fernando Choquehuanca H., Ing. Químico Ambiental.

Francisco Tapia F., Ing. Agrónomo, M.Sc.

Sergio González M., Ing. Agrónomo, M.Sc.

**Director Responsable:**

Manuel Pinto C., Ing. Agrónomo, Ph.D.

Director Regional INIA La Platina.

**Boletín INIA N° 311**

**Cita bibliográfica correcta:**

Sepúlveda F. y Tapia, F. 2012. Caracterización y manejo de los residuos generados de los procesos productivos agrícolas en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota. Proyecto manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos derivados de la actividad agropecuaria en el Valle de Azapa. Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 311. 71p.

© 2012. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Centro de Investigación Especializado en Agricultura del Desierto y Altiplano, CIE. INIA Ururi. Magallanes 1865, Arica. Teléfono (56-58) 313676.

ISSN 0717 – 4829.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

Corrección y edición de textos: Fabiola Sepúlveda S. y Marjorie Allende C.  
Corrección técnica: Comité técnico del proyecto.

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V., Diseñador Gráfico.  
Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 300

Santiago, Chile, 2012.

## Personal Técnico y Profesional Participante en el Proyecto

**Fabiola Sepúlveda Santibáñez.**

Ing. Agrónomo, INIA-Ururi.

**Francisco Tapia Flores.**

Ing. Agrónomo, M.Sc., INIA-La Platina.

**MaríaCecilia Céspedes León.**

Ing. Agrónomo, M. Sc., INIA-Quilamapu.

**Valeska González Fernández-Niño.**

Ing. Agrónomo, INIA-Ururi.

**Sergio Ardiles Rivera.**

Ing. Ejecución Agrícola, INIA-Ururi.

**Juan Roa Sáez.**

Ayudante de Investigación, INIA-La Platina.

**Bolívar Vega Orellana.**

Técnico Agrícola, INIA La Platina.

**Fernando Choquehuanca Humire.**

Ing. Químico Ambiental, Tesista de la Universidad de Tarapacá.



# ÍNDICE

## Capítulo 1.

<b>Residuos: aspectos conceptuales</b> .....	9
1.1. Conceptos generales .....	9
1.2. Clasificación de los residuos sólidos .....	11
1.3. Ciclo de vida de un residuo .....	12
1.4. Marco regulatorio del manejo de los residuos sólidos .....	13
1.4.1 Jerarquía de las normas ambientales .....	14
Bibliografía .....	20

## Capítulo 2.

### **Caracterización y dimensión de los residuos generados por la actividad agropecuaria**

<b>en el Valle de Azapa</b> .....	23
2.1. Estimación de los residuos sólidos biodegradables generados anualmente en el Valle de Azapa .....	24
2.1.1 Caracterización de los residuos sólidos biodegradables .....	28
2.2. Estimación de los residuos sólidos no biodegradables generados anualmente en el Valle de Azapa .....	30
Bibliografía .....	34

### Capítulo 3.

#### Manejo de residuos sólidos biodegradables

Manejo de residuos sólidos biodegradables	35
3.1. Residuos sólidos biodegradables	35
3.1.1. Compostaje (compost)	35
3.1.2. Incorporación al suelo de residuos de cosecha, poda o rastrojos	42
3.1.3. Elaboración de compost con rastrojos de cultivos en el Valle de Azapa	43
3.1.4. Efecto de la agregación de material orgánico al suelo, en la dinámica del nitrógeno y propiedades físicas y químicas del suelo	46
3.1.5. Producción de plantines utilizando diferentes sustratos: compost y turba	55
3.1.6. Efecto de la aplicación de compost sobre el suelo y el comportamiento de un cultivo de tomate en el Valle de Azapa	57
3.2. Residuos sólidos no biodegradables	66
3.2.1. Centro de acopio	66
4. Bibliografía	71

# INTRODUCCIÓN

**E**n los últimos años, en Chile se ha alcanzado un nivel de disposición de residuos domiciliarios en rellenos sanitarios con garantías sanitarias y ambientales cercano al 60% (Conama, 2010). Esta cifra involucra un importante avance en la materia. Sin embargo, es fundamental que como país se deje de ver los residuos sólo como basura, como un tema de vertederos y rellenos sanitarios. Los residuos son más que eso, son materia prima; fuente de energía; y lo más importante: los residuos son elementos que se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

El Valle de Azapa, ubicado en la Región de Arica y Parinacota, desarrolla una actividad relacionada principalmente con la agricultura. Azapa cuenta con alrededor de 1.200 productores agrícolas, donde uno de los principales rubros corresponde a la olivicultura. Sin embargo, dado excepcionales condiciones climáticas, el Valle de Azapa se constituye en la principal área productiva de hortalizas para el abastecimiento de la zona central del país, resultando una actividad relevante para la economía regional.

Durante las últimas tres décadas, el Valle de Azapa multiplicó por 20 la productividad de cada una de sus 3.000 hectáreas y se convirtió en el abastecedor invernal de hortalizas del centro de nuestro país, siendo su mercado potencial cerca de dos millones de personas y las especies hortícolas más representativas, tomate, poroto verde, maíz dulce y pimiento, en una época donde prácticamente la única zona productora del país es el Valle de Azapa.

No obstante, este crecimiento ha traído consigo un aumento en la generación de residuos agrícolas, generando inadecuadas prácticas de eliminación. Esto último, es de gran importancia debido a que el mal manejo de los residuos generados de los procesos productivos, como es la disposición a orilla de camino o en el lecho del Río San José, o bien quemados en el propio predio, perjudica el entorno turístico del valle y la salud humana.

Frente a este escenario, INIA Ururi a través del proyecto “Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos derivados de la actividad agropecuaria en el Valle de Azapa”, financiado por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, levantó la información necesaria para dilucidar la importancia del tema.

El presente boletín entrega los resultados del proyecto y es una contribución para los agricultores, técnicos y profesionales del agro, sobre el manejo de los residuos generados de los procesos productivos agrícolas en la Región de Arica y Parinacota.

Los Editores.



# RESIDUOS: ASPECTOS CONCEPTUALES

**Fabiola Sepúlveda S.**

*Ing. Agrónomo*

**Fernando Choquehuanca H.**

*Ing. Químico Ambiental*

## 1.1. CONCEPTOS GENERALES

A través del tiempo la generación de residuos en las diversas actividades productivas se han ido transformando en un problema latente para el país y los mismos generadores.

**En Chile, el reglamento N° 189 de 18 de agosto de 2005 que Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios señala en su Título I, numeral 4, que se entenderá por “Residuo sólido, basura, desecho o desperdicio: sustancias, elementos u objetos cuyo generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar” y a Residuos sólidos asimilables como “ residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en procesos industriales u otras actividades, que no son considerados residuos peligrosos de acuerdo a la reglamentación sanitaria vigente y que, además, por su cantidad composición y características físicas, químicas y bacteriológicas pueden ser dispuestos en un Relleno Sanitario sin interferir con su normal operación”.**

De acuerdo al primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile, basado en el estudio "Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile", Conama 2010, se define:

**Residuo:** sustancia u objeto que: (I) se elimina o valoriza, (II) está destinado a ser eliminado o valorizado, o (III) debe, por las disposiciones de la legislación nacional, ser eliminado o valorizado.

**Residuo Inerte:** residuo o mezcla de residuo que no genera, ni puede generar ninguna reacción física, química o biológica.

**Residuo Peligroso:** residuo o mezcla de residuos que presenta un riesgo para la salud humana y/o al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar alguna característica de peligrosidad.

**Residuo no Peligroso:** residuo o mezcla de residuos que no presentan ninguna característica de peligrosidad y genera o puede generar alguna reacción física, química y/o biológica.

**Residuo Sólidos Domiciliarios:** residuos generados en los hogares.

**Residuos Sólidos Municipales:** residuos generados en los hogares y sus asimilables, como los residuos generados en vías públicas, el comercio, oficinas, edificios e instituciones tales como escuelas entre otros. Estos residuos son considerados residuos no peligrosos.

**Eliminación:** cualquier acción asociada al tratamiento final cuyo objetivo es tratar o disponer un residuo sin aprovechar sus materiales y/o valor energético.

**Valorización:** conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar un producto, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos.

En este contexto, un residuo sólido es un derivado de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuyo poseedor lo destina al abandono o del cual el productor tenga necesidad de desprenderse por no ser objeto directo de sus procesos productivos. Dado que en esta categoría es posible incluir a los rastrojos o restos de cultivos que constituyen la mayor problemática en el Valle de Azapa, en este Boletín nos referiremos al manejo de los residuos sólidos.

## 1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como una forma de estandarizar los requerimientos, análisis y comparación de información respecto a residuos sólidos a nivel internacional, recomienda una clasificación detallada de las fuentes de generación de residuos la cual se encuentra en sintonía con las clasificaciones utilizadas en estudios relacionados con residuos sólidos en Chile. De acuerdo a la estructura principal de información disponible en nuestro país y a la segregación del origen de los residuos sólidos, estos se clasifican en residuos sólidos industriales y residuos sólidos municipales. Para los residuos sólidos industriales el origen de los sectores considerados corresponde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU- de todas las actividades económicas, y se clasifican en: sector agrícola y silvícola, sector minero y cantera, sector manufacturero, sector producción de energía, sector distribución y purificación de agua, y sector construcción. En el caso de los residuos sólidos municipales el origen corresponde a los provenientes de los hogares o residuos sólidos domiciliarios; los asimilables provenientes del comercio, oficinas, y entidades como escuelas y edificios públicos; y finalmente servicios municipales como podas, limpieza de calles y otras.

Otra de las clasificaciones de residuos más utilizadas a nivel mundial, es la relacionada con el grado de peligrosidad y potencial impacto al medio ambiente que éstos presentan, considerando dos clases o categorías de residuos (Manual de Manejo de Residuos Sólidos Industriales, 1996).

### a) Residuo sólidos peligrosos:

Definido como residuo o mezcla de residuos que presentan riesgos para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto. Para la identificación de los residuos peligrosos, es posible referirse a listados en que éstos vienen descritos, o a las características de peligrosidad que presentan los compuestos de los residuos (toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad y corrosividad)

**b) Residuos sólidos no peligrosos o inertes:**

Por otro lado, un residuo es considerado no peligroso o inerte cuando es un compuesto estable, no sufre descomposición ni degradación de sus partes, y no requiere mayores cuidados en su disposición aparte del aspecto estético y de la estabilidad estructural del material dispuesto.

### 1.3. CICLO DE VIDA DE UN RESIDUO

Para poder analizar y controlar los residuos surgió un concepto llamado “ciclo de vida del residuo”, que incorpora todas las etapas por las que pasa un determinado residuo. Este ciclo depende del tipo de residuo que se trate; sin embargo, en términos generales, las actividades son similares, existiendo una manipulación por el generador, una recolección y transporte, y un destinatario final.

A continuación se analiza cada etapa del ciclo de vida de los residuos:

#### 1. Manejo en el Origen (por parte del Generador)

Se refiere a la manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en el origen, donde la manipulación y la separación de los residuos involucran las actividades asociadas con el manejo que se les da a los residuos hasta que éstos, en general, son colocados en recipientes o contenedores. El almacenamiento en el origen se relaciona con los lugares donde los residuos se disponen para su retiro posterior.

#### 2. Recolección y Transporte (recogida)

Es la actividad de retirar los residuos y transportarlos a una estación de transferencia, una planta de eliminación u otro tratamiento, centro de comercialización de residuos, o lugar de disposición final.

#### 3. Transferencia (acopio)

Corresponde a una estación o patio de acopio de residuos, que permite optimizar el uso del transporte posterior, ya sea para su envío a eliminación u otro tratamiento, a centros de comercialización, o a su disposición final.

#### 4. Comercialización (valorización)

Se entenderá por esta actividad a aquellas alternativas que están dirigidas a valorizar los residuos.

Las alternativas que se consideran dentro de esta actividad, se definen como reciclaje y recuperación:

- **Reciclaje:**  
Es el proceso de reintroducir en el ciclo de producción a los residuos o determinados componentes contenidos en éste, para la obtención de productos en procesos productivos distintos al que los generó.
- **Valorización:**  
Es el proceso aplicado a un material de modo de hacer de él un producto utilizable, que puede ser para uso directo (reutilización), para la obtención de materiales de valor, o para aprovechar su energía.

#### 5. Tratamiento (en el caso de que se trate de un residuo peligroso)

Es todo mecanismo o proceso ingenieril empleado para reducir la cantidad, el volumen o las características de peligrosidad de los residuos. Se incluye la eliminación, que está asociada principalmente a la incineración.

#### 6. Disposición Final

Corresponde a toda instalación que, producto de un estudio de ingeniería, es utilizada para el confinamiento de los residuos por un tiempo indefinido, que puede ser en el suelo o en excavaciones, sin crear incomodidades o peligros para la seguridad o la salud pública y provocando el menor impacto posible hacia el medio ambiente.

### 1.4. MARCO REGULATORIO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En Chile la legislación referida a residuos y/o desechos no se encuentra restringida a un sólo cuerpo legal ni a leyes de índole ambiental. Si bien existen decretos referidos a la temática de los desechos, una parte

importante de la legislación se encuentra constituida por artículos disseminados en leyes o reglamentos referidos a diferentes ámbitos, como el comercio, transporte o la seguridad.

### **1.4.1 Jerarquía de las Normas Ambientales**

La normativa chilena referente a residuos sólidos, atendiendo a su jerarquía se puede clasificar en:

- **Constitución y Tratados Internacionales**
- **Constitución Política Nacional (1981)**

La Constitución Política, vigente desde el 11 de marzo de 1981, garantiza el derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. Como resultado de lo anterior, el artículo 19, número 8, “asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación”, derecho cuya vigencia efectiva se garantiza de dos maneras, a saber:

- a) Mandando al Estado velar porque no sea afectado; y,
- b) Haciendo procedente un Recurso de Protección cuando sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o persona determinada.

### **Tratados Internacionales**

#### **a) Convenio de Basilea (1989)**

El Convenio de Basilea es un tratado ambiental global que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.

Este Convenio fue adoptado el 22 de marzo de 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. El Convenio es la respuesta de la comunidad internacional a los problemas causados por la producción mundial anual de 400 millones de toneladas de desechos considerados peligrosos para el ser humano o para el medio ambiente, habida cuenta de

sus características tóxicas, venenosas, explosivas, reactivas, corrosivas, inflamables o infecciosas.

Cabe destacar que el Convenio establece un principio y pilar fundamental en la gestión de los residuos y es que la forma más efectiva de proteger la salud humana y el medio ambiente de potenciales daños producidos por los desechos peligrosos, se basa en la máxima reducción de su generación en cantidad y/o en peligrosidad.

Así, los principios básicos del Convenio de Basilea son:

- El tránsito transfronterizo de desechos peligrosos debe ser reducido al mínimo, de forma consistente con su manejo ambientalmente apropiado;
- Los desechos peligrosos deben ser tratados y dispuestos lo más cerca posible de la fuente de su generación;
- Los desechos peligrosos deben ser reducidos y minimizados en su fuente.

#### **b) Convenio de Estocolmo (1972)**

El Convenio de Estocolmo es el instrumento internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este Convenio ha sido el resultado de largos años de negociación para obtener compromisos legales de los países que obligue de manera urgente la eliminación de todos los COPs (Compuestos Orgánicos Persistentes).

El Convenio determina a una docena de compuestos sobre los cuales es preciso emprender acciones de forma prioritaria, es la conocida como "docena sucia", que incluye productos químicos producidos intencionalmente, tales como: plaguicidas, PCBs; dioxinas y furanos.

El Convenio de Estocolmo ha sido firmado por 151 países y en la actualidad 34 ya lo han ratificado. Es necesaria la ratificación de 50 países para que el Convenio entre en vigor 90 días después y se comiencen aplicar políticas de eliminación de estos compuestos. Chile firmó el Convenio el 23 de mayo del 2001, y lo ratificó en julio de 2004 por parte del Congreso de la República. Así nuestro país se incluye entre los que se comprometen a implementar dichos acuerdos.

## Normas Legales

Las principales normas legales que regulan el manejo de los residuos se describen a continuación.

- **Ley N° 18.695 sobre Orgánica Constitucional de Municipalidades (2001)**

La Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (modificada por las Leyes 18.702, 19.388 y 19.452) entrega a los municipios la responsabilidad por la recolección y disposición de los residuos. En tanto, el principal ente fiscalizador es el Servicio de Salud del Ministerio de Salud.

En su artículo 3, establece que corresponde a las municipalidades como función privativa, entre otras, la de aseo y ornato de la misma comuna, así como también de la planificación y regulación urbana de la misma.

- **Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994)**

La creación de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, permitió entregar una serie de instrumentos legales que llenan un vacío importante en el ordenamiento jurídico chileno, al estructurar por primera vez un sistema normativo ambiental para el país.

Lo importante de esta ley, es su capacidad de organizar el tema, ya que como su nombre lo indica, dicta normas generales que permiten ordenar la normativa ambiental existente y futura.

La ley N° 19.300 creó además, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), un importante instrumento de gestión al cual deben someterse los proyectos de inversión y/o actividades productivas, con el fin de determinar los efectos reales que tendrán sobre el medio ambiente. De este modo, se intenta evitar mas daño ecológico y establecer los responsables cuando se produzca un perjuicio al ambiente.

- **Decreto con Fuerza de Ley N° 725 sobre Código Sanitario (1968)**

El Código Sanitario rige todo lo relacionado con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de la República, salvo aquellos sometidos a otras leyes.



Corresponde al Servicio Nacional de Salud, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Salud Pública, atender todas las materias relacionadas con la salud pública y el bienestar higiénico del país, de conformidad con lo dispuesto en el inciso final del N° 14 del Artículo N° 10 de la Constitución Política del Estado, este Código y su Ley Orgánica.

### **Decretos Supremos (DS)**

- **DS N° 95 sobre Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (1995)**

El presente Reglamento establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la participación de la comunidad, de conformidad con los preceptos de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de proyectos y actividades que se realicen en Chile. A través de él, se intenta asegurar que las iniciativas, tanto del sector público como privado, sean ambientalmente sustentables y que cumplan con todos los requisitos ambientales que le sean aplicables.

- **DS N° 148 Reglamento Sanitario Sobre Manejos de Residuos Peligrosos (2005)**

El Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos, define cuales son los residuos peligrosos y establece responsabilidades para los generadores, transportistas y destinatarios de éstos.

El reglamento establece los procedimientos analíticos para la identificación y clasificación de los residuos peligrosos y los estándares para su almacenamiento, transporte, reutilización y reciclaje, incineración y disposición final.

- **DS N° 594 Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajos (2000)**

El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte, para aquellas faenas que requieren condiciones especiales.

Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

- **DS N° 298 Reglamento de Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos (1994). Modificado por el DS N° 198 (2000)**

El presente reglamento establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga, por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente.

Las disposiciones del presente decreto son ajustables, sin perjuicio de la reglamentación especial que sea aplicable a cada producto peligroso en particular.

### **Norma Chilena (NCh)**

- **NCh 382 Of. 1989 Sustancias Peligrosas – Terminología y Clasificación General**

Esta norma establece una terminología y una clasificación general de las sustancias peligrosas; incluye, además, un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo que presenta, según su clase.

Esta misma norma define en su capítulo 5 las sustancias peligrosas a las cuales es aplicable, clasificándolas y atendiendo al tipo de riesgo más significativo que presentan, fundamentalmente en su transporte, manipulación y almacenamiento.

- **NCh 2.190 Of. 1993 Transporte de Sustancias Peligrosas – Distintivos para Identificación de Riesgos**

Esta norma establece los requisitos de los distintivos de seguridad con que se deben identificar los riesgos que presentan las sustancias peligrosas.

Los distintivos de seguridad (marcas, etiquetas, rótulos) que se establecen en esta norma están destinados para ser colocados en la superficie externa de los envases, embalajes o bultos que contienen estas sustancias y en las unidades de transporte en que se trasladan estas sustancias.

- **NCh 2.880 Of. 2004 Compost – Clasificación y requisitos**

Esta norma busca promover la gestión adecuada y valorización de los subproductos y residuos sólidos orgánicos generados en el territorio nacional, evitar la diseminación de plagas, enfermedades y malezas que puedan venir incorporadas en el producto, junto con promover y fomentar el desarrollo de la industria nacional del compost.

El objetivo de esta norma es establecer la clasificación y requisitos de calidad del compost producido a partir de residuos orgánicos y de otros materiales orgánicos generados en la actividad humana, tales como agroindustria, agricultura, forestería, ganadería, pescas, así como mercados y ferias libres en que se comercializan productos vegetales; de la mantención de parques y jardines; de residuos orgánicos domiciliarios; y de lodos provenientes de plantas de tratamiento tanto de aguas servidas, como de residuos industriales líquidos.

- **NCh 2.979 Of. 2006 Sustancias Peligrosas – Segregación y Embalaje/ Envases en el Transporte Terrestre**

Esta norma establece disposiciones relativas a la segregación, al embalaje/envase y tanques de las sustancias peligrosas en las operaciones de transporte terrestre.

Esta norma no establece disposiciones relativas a la construcción y el ensayo de embalajes/envases, recipientes intermedios para graneles (RIG), grandes embalajes/envases tanques portátiles y contenedores de gas de elementos múltiples (CGEM). Mientras no se cuente con una norma chilena referida a este tema, se debe tener en consideración el capítulo 6 de las Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, de las Naciones Unidas vigente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alliende C., F. 1996. Manual de Manejo de Residuos Sólidos Industriales. CONAMA. 314p.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. 2010. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Basado en el Estudio "Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile". 60 p.
- Ministerio del Interior. 2001. Ley N° 18.695, "Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades". Chile.
- Ministerio de Salud. 1967. Decreto con Fuerza de Ley N° 725, "Código Sanitario". Chile.
- Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia de la Republica. 1994. Ley N° 19.300, "Bases Generales del Medio Ambiente". Chile.
- Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia de la República. 1995. Decreto Supremo N° 95, "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental". Chile.
- Ministerio de Salud. 2003. Decreto Supremo N° 148 "Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos". Chile.
- Ministerio del Trabajo. 1968. Ley N° 16.744, "Normas sobre Accidentes de Trabajo y enfermedades Profesionales". Chile.
- Ministerio de Salud. 1999. D.S. N° 594, "Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales". Chile.
- Ministerio del Transporte y Telecomunicaciones. 2000. Decreto Supremo N° 298, "Reglamento de Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos". Chile.

INN. 1993. Nch. N° 2190, "Establece las etiquetas de información de riesgo de las sustancias peligrosas". Chile.

INN. 1993. NCh. N° 2245, "Sustancias peligrosas. Hojas de datos de seguridad".

INN. 1989. NCh. N° 382, "Sustancias Peligrosas – Terminología y Clasificación General".

INN. 2006. NCh N° 2.979, "Sustancias Peligrosas – Segregación y Embalaje/Envases en el Transporte Terrestre".



# CARACTERIZACIÓN Y DIMENSIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA EN EL VALLE DE AZAPA

**Fabiola Sepúlveda S.**

*Ing. Agrónomo.*

**Francisco Tapia F.**

*Ing. Agrónomo, M.Sc.*

**E**l Valle de Azapa, en la Región de Arica y Parinacota, presenta un complejo escenario debido a la inadecuada disposición de los residuos orgánicos e inorgánicos generados por la producción agrícola (**Foto 1**). Los residuos orgánicos que no son incorporados directamente al suelo, normalmente se acumulan en bordes de caminos o se depositan en el lecho del río San José. Estas inadecuadas prácticas de eliminación se convierten en un foco de plagas y vectores que perju-



**Foto 1.** Panorama de los residuos biodegradables y no biodegradables eliminados en el Valle de Azapa. 2009.

dican la sanidad vegetal y la salud humana, debido a que el proceso de descomposición se realiza anaeróbicamente. Tampoco se aprovecha el potencial orgánico de los residuos, un beneficio que se puede obtener a través de la apropiada descomposición y estabilización de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y bajo condiciones controladas de aireación, temperatura y humedad. Adicionalmente, se observa una gran cantidad de envases vacíos de plaguicidas, así como restos de plásticos y cintas de riego, que contaminan el campo y el paisaje del valle.

De esta forma se realizó una estimación y caracterización de los residuos sólidos generados de los procesos productivos agrícolas en el Valle de Azapa, clasificándolos en:

**Residuos sólidos biodegradables (orgánicos):** aquellos residuos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica.

**Residuos sólidos no biodegradables (inorgánicos):** son residuos que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta.

## 2.1. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES GENERADOS ANUALMENTE EN EL VALLE DE AZAPA

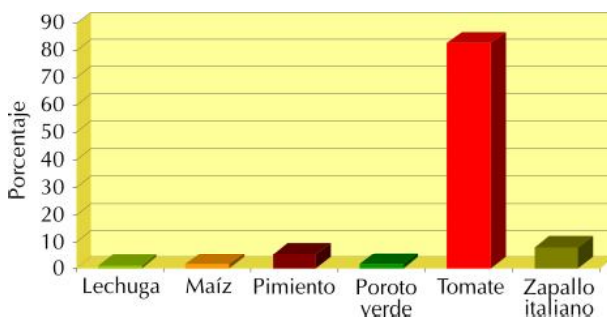
A través del proyecto “Manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos, derivados de la actividad agropecuaria en el Valle de Azapa”, que realizó INIA, entre los años 2009 y 2012, con financiamiento del Gobierno Regional de Arica y Parinacota, se caracterizó y dimensionó la cantidad de residuos generados en el Valle por la actividad agropecuaria. Así, aquellos de carácter orgánico o biodegradable se estimaron en a lo menos 230.682 toneladas (ton) de materia verde al año, lo cual equivale a aproximadamente 70.000 ton de materia seca, considerando para este cálculo sólo los derivados de los cultivos de lechuga, maíz, pimiento, poroto verde, tomate y zapallo italiano (**Cuadro 1**).



**Cuadro 1.** Generación anual de residuos por cultivo en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.

Cultivo	Superficie (ha)	Residuos anuales (ton/año)
Lechuga	30	580
Maíz	200	960
Pimiento	140	3.780
Poroto verde	150	1.118
Tomate	800	57.600
Zapallo italiano	150	5.616
<b>Total</b>	<b>1.470</b>	<b>69.655</b>

Por otra parte, en la **Figura 1**, se representa la producción de residuos del Valle de Azapa, en términos porcentuales, respecto al aporte de cada uno de los principales cultivos.



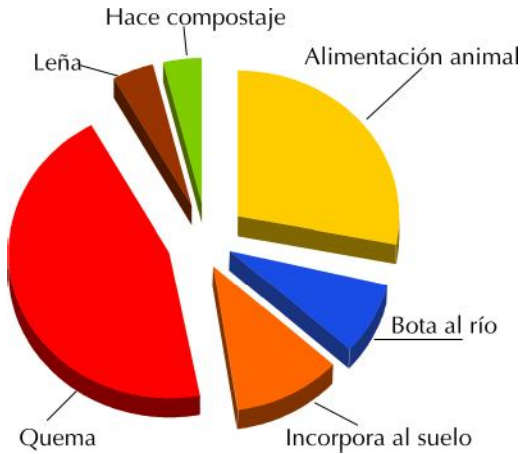
**Figura 1.** Generación anual de residuos por cultivo (%) en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.

Del Cuadro 1 y Figura 1, se puede observar que el tomate hace el mayor aporte de residuos, con 57.600 t/año, representando el 82,7% de los rastrojos generados anualmente en el Valle de Azapa, le siguen, zapallo italiano y pimiento, que en conjunto aportan del orden de 9.396 t/año de rastrojos con un 13% de los residuos vegetales.

El destino o posterior manejo que hacen los agricultores del Valle de Azapa de los residuos de cosecha generados va desde la quema, incorporación al suelo, alimentación animal, compostaje, disposición a

orillas de caminos o del río San José, entre otras. En la **Figura 2**, se grafica la situación actual del Valle de Azapa, a este respecto.

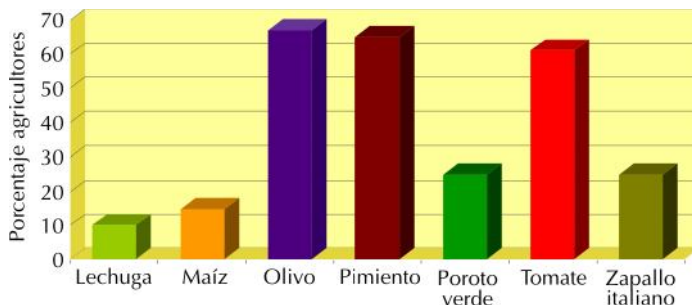
Como se observa en la Figura 2, en general, el manejo más utilizado por los productores del Valle de Azapa para sus residuos de cosecha, corresponde a la quema, pues, un 45% de los agricultores del Valle lo practica (**Foto 2**), seguido de un 28 % que los destinan a alimentación de sus animales y un 11% que los incorpora al suelo. Sin embargo, se aprecia, que estas modalidades para el tratamiento de los restos de cosecha varían según cultivo, tal como se observa en las **Figuras 3, 4 y 5**.



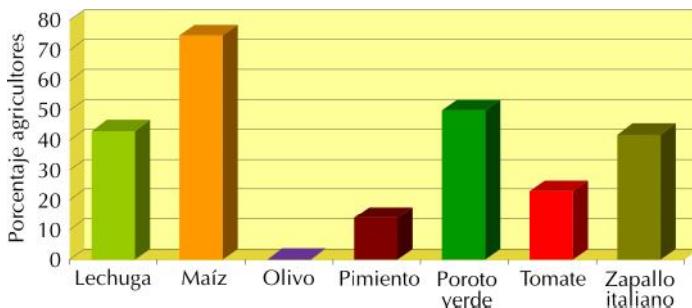
**Figura 2.** Destino de los residuos de cosecha (%) producidos en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.



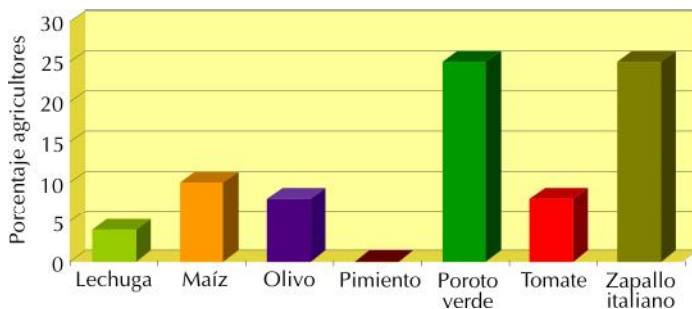
**Foto 2.** Quema de residuos biodegradables y no biodegradables en el Valle de Azapa. 2009.



**Figura 3.** Residuos de cosecha destinados a la quema (%) por cultivo. Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.



**Figura 4.** Residuos de cosecha destinados a la alimentación animal (%) por cultivo. Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.



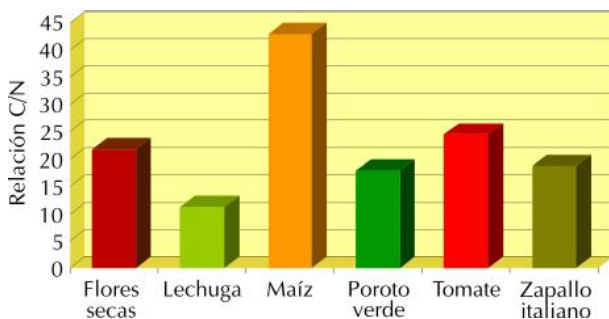
**Figura 5.** Residuos de cosecha destinados a la incorporación al suelo (%) por cultivo. Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.

Como se puede observar de la Figura 3, la quema es la principal modalidad para eliminar los rastrojos. Así, el 67% de los restos de poda del olivo, el 65% de los rastrojos de pimentón y el 61% de los restos del cultivo del tomate son destinados a la quema. Esto se debe a que los restos de los cultivos mencionados no son utilizados para la alimentación animal y poseen un alto contenido de lignina, por lo cual su degradación en el suelo es mucho más lenta comparada a los otros cultivos, tal como se observa en la Figura 5.

### 2.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES

Con el objetivo de caracterizar los residuos orgánicos derivados de las actividades agrícolas en el Valle de Azapa, se analizó muestras de los residuos vegetales generados por los principales cultivos, así como del guano de ave empleado por la mayor parte de los productores como mejorador de sus suelos, para determinar su contenido de humedad, pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total, fósforo, potasio, carbono total y la relación C/N (**Cuadro 2**).

En la **Figura 6**, se observa la diferencia en la relación C/N, entre los distintos desechos de cultivos señalados en el Cuadro 2.



**Figura 6.** Relación C/N de diferentes desechos de cultivos presentes en el Valle de Azapa.

**Cuadro 2.** Caracterización de los residuos orgánicos presentes en el Valle de Azapa.

Cultivo	C %	N %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MO (%)	Humedad (%)	pH	CE (dS/m)
Flores secas	49,7	2,3	21,8	0,7	3,1	89,5	5,0	6,2	19,7
Flores verdes	40,8	1,4	28,9	1,0	3,5	73,5	13,0	5,4	15,6
Guano de Ave	26,3	2,2	11,9	-	-	47,4	6,3	6,7	0,7
Lechuga	34,0	3,0	11,3	-	-	61,2	95,9	5,5	8,0
Maíz	50,6	1,2	42,9	0,6	2,8	91,0	6,0	6,2	14,0
Poroto verde	50,1	2,8	17,9	-	-	90,2	83,5	5,9	1,5
Tomate	43,9	1,8	24,5	1,3	2,8	79,0	45,0	5,8	2,1
Zapallo italiano	36,9	2,0	18,7	1,3	4,2	66,5	67,0	8,5	11,0
Poda de Olivo	50,5	1,7	30,0	-	-	-	-	-	-

Nota: Los análisis se efectuaron en los laboratorios AGROLAB y AGRIMED de la Universidad de Chile, ambos localizados en la ciudad de Santiago.

Como se observa en la Figura 6, los residuos de flores, lechuga, poroto verde, tomate y zapallo italiano alcanzan una relación C/N inferior a 25/1. Esto se debe a que estas especies se cosechan en verde, antes de su madurez. Por este motivo, estos residuos vegetales presentan alto contenido de humedad y generalmente son fácilmente biodegradables, y con los mayores contenidos de N total. Por otro lado, el rastrojo de maíz, compuesto por un material bastante seco, generalmente suele presentar un bajo contenido de humedad (10-15%), un alto contenido de Carbono (mayor a 40%), un contenido de materia orgánica que fluctúa entre un 77 y un 85%, un bajo contenido de N (0,3-1,1%), y una alta relación C/N (mayor a 50) por consiguiente una lenta degradación, con un contenido de lignina en la paja de maíz, material difícilmente biodegradable, que varía entre el 10 y el 25%.

Al relacionar el destino de los residuos de cosecha (Figura 2), con la caracterización de los residuos orgánicos generados en el Valle (Cuadro 3), se puede derivar, como se mencionaba anteriormente, que el 53% de los residuos generados son dispuestos a orilla de caminos o en el lecho del río San José, o bien quemados en el propio predio. Esto representa un uso inadecuado de este recurso y una pérdida importante de materia orgánica y nutrientes. Considerando que por este concepto se elimina del orden de 37.100 ton de rastrojos al año en el Valle de Azapa, lo cual corresponde aproximadamente a 731 ton de N al año, Es decir, un equivalente a 497 kg de N/ha (1.080 kg de urea/ha. A un precio de \$24.400 los 50 kg de urea (cotización al 06 de junio del 2012), el valor económico de la pérdida puede estimarse, en alrededor de \$536.800/ha, (23,72 UF/ha al 6 de junio del 2012) solamente por este concepto.

## 2.2. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO BIODEGRADABLES GENERADOS ANUALMENTE EN EL VALLE DE AZAPA

Se estimó la cantidad de residuos inorgánicos que se producen en el Valle de Azapa en un año de producción, cuyos resultados se presentan en el **Cuadro 3**.

De los residuos sólidos no biodegradables derivados de la actividad agrícola encontrados en el Valle de Azapa, se identificó dos tipos de residuos: residuos peligrosos y no peligrosos. De acuerdo al Decreto

**Cuadro 3.** Estimación de la cantidad de residuos inorgánicos generados por actividades agrícolas en el Valle de Azapa (ton/año).

Residuos inorgánicos presentes en el Valle de Azapa	Cantidad de residuos sólidos no biodegradables producidos en el Valle de Azapa (ton/año)
Sacos de polipropileno	1,83
Envases de productos químicos (residuos peligrosos)	9,16
Plásticos de invernaderos	5,35
Cintas de riego	121,8

Supremo N° 148, comentado anteriormente, un residuo peligroso es aquel que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto y como consecuencia presentar algunas de las características señaladas: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, Inflamabilidad, reactividad y corrosividad.

Por consiguiente, de los residuos presentes en el Valle de Azapa, sólo se considera a los envases de plaguicidas como residuos peligrosos (**Foto 3**), a menos que sean sometidos al procedimiento de triple lavado y manejados conforme a un programa de eliminación.



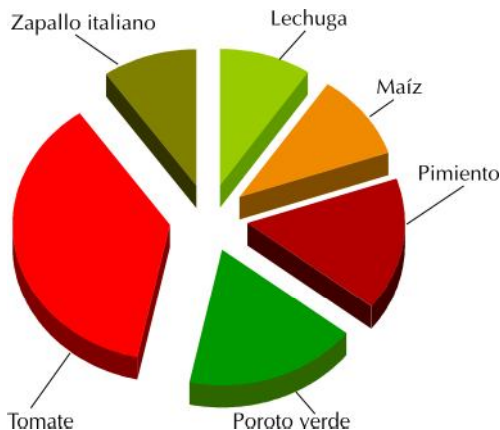
**Foto 3.** Residuos biodegradables y no biodegradables eliminados a orilla de camino. Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota. 2009.

La práctica del triple lavado a los envases de plaguicidas, aparte de ser un manejo necesario, para que éstos no sean considerados como residuos peligrosos y puedan ser reciclados, es un manejo que favorece al agricultor, pues retira todo el plaguicida que se encuentra dentro del envase, haciendo más eficiente su uso. Sin embrago, sólo un 44% de los productores del Valle de Azapa, declara realizar triple lavado a los envases vacíos de plaguicidas.

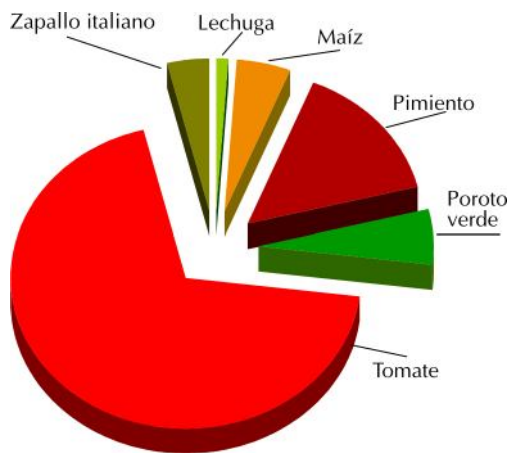
Como se señaló en el Cuadro 4, la cantidad de envases de plaguicidas utilizados anualmente en el Valle de Azapa equivale a 9,16 ton, de los cuales la producción de tomates es la que aporta la mayor cantidad de ellos (**Figuras 7 y 8**).

La Figura 7 evidencia que el cultivo que aporta la mayor cantidad de envases de plaguicidas por temporada y por unidad de superficie, es el tomate con 3,83 Kg/ha, pues es la especie de mayor importancia económica para el Valle y donde se hace la mayor cantidad de aplicaciones de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades. Le sigue el poroto verde junto con pimienta, en un rango de 1,83 a 1,66 kg/ha y en último término se pueden mencionar los cultivos de maíz, lechuga y zapallo italiano, que presentan

una menor incidencia de plagas y enfermedades, y por tanto los productores reducen la carga de agroquímicos empleadas, generando sólo, alrededor de 1 kg/ha de envases de plaguicidas, durante una temporada.



**Figura 7.** Envases de productos químicos utilizados en una hectárea de cultivo en una temporada (Kg), en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.



**Figura 8.** Aporte relativo de envases vacíos de plaguicidas (%), por cultivo y temporada en el Valle de Azapa.



Al integrar la cantidad de envases de plaguicidas empleados por unidad de superficie, con el área total cultivada en el Valle de Azapa en las especies señaladas (Figura 8), se aprecia que el tomate genera el 69% de los envases vacíos dispuestos en este Valle.

El destino de los envases de plaguicidas es variado (Figura 9), siendo la quema la práctica más utilizada por los agricultores del Valle de Azapa (59%). Este es seguido por el almacenamiento de los envases en los mismos predios, 16%, un 8% dispone en basureros, otro 8% los elimina disponiéndolos a orilla de río San José, un 6% los entierra en el suelo y un 3% los reutiliza como base para los soportes del cultivo del tomate o para acumular agua, entre otros.



Figura 9. Destino de los envases de producto químico desocupados (%), en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota.

Es importante destacar que la quema en los campos produce contaminación atmosférica. Las sustancias generadas en estas quemas son principalmente monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles COVs, en menor medida material particulado PM10 y óxidos de nitrógeno NOx, los que si bien en volumen no se pueden comparar con lo que producen las industrias o el transporte, no dejan de ser importantes (O’Ryan y Riffo, 2007). Además cualquiera de las formas antes mencionadas de disponer los residuos, resultan inadecuadas y contravienen las normas vigentes, lo cual implica potenciales sanciones y multas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- O’Ryan, J y Riffo, M. 2007. " El compostaje y su utilización en agricultura: para pequeños(as) productores(as) de la agricultura familiar campesina". Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Manual FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria. 36 p.
- Tapia, F. 2009. "Estudio Básico: Investigación Silvoagropecuaria de Innovación en la I Región". Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 197. 144 p.