

# ESTUDIO SOBRE MAQUINARIA IDÓNEA PARA LAS LABORES DE COMPOSTAJE DE ALPEORUJOS

**Equipo redactor:** Álvaro Sánchez Romero. Ingeniero Técnico Agrícola  
Francisco Hidalgo Muñiz. Ldo. Ciencias Ambientales

## INDICE

<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1
<b><u>2. MARCO LEGISLATIVO APLICABLE A LA PRODUCCIÓN DE COMPOST</u></b> .....	7
<b><u>3. SISTEMAS Y TÉCNICAS DE COMPOSTAJE</u></b> .....	20
3.1 SISTEMAS ABIERTOS.....	21
3.1.1 Pilas estáticas.....	21
3.1.1.1 Pilas estáticas con aireación pasiva.....	21
3.1.1.2 Pilas estáticas con aireación forzada.....	23
3.1.2 Pilas con volteo.....	24
3.2 SISTEMAS CERRADOS.....	26
<b><u>4. EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA EL COMPOSTAJE DE ALPEORUJOS</u></b> .....	27
4.1 PODA Y RECOGIDA DE RAMAS Y HOJÍN.....	27
4.1.1 Trituración en campo.....	27
4.1.1.1 Trituración sobre el suelo.....	27
4.1.1.2 Trituración en campo con recogida automática.....	34
4.1.2 Trituración en planta.....	41
4.1.2.1 Pre-trituradoras de madera de dos ejes.....	41
4.1.2.2 Desfibradoras de fracción vegetal.....	49
4.2 MEZCLADO DEL ALPEORUJO CON LOS RESTOS DE PODA Y HOJÍN.....	60
4.3 VOLTEO DE LAS PILAS DE COMPOST.....	66
4.3.1 Volteadoras de compost.....	66
4.3.1.1 Volteadoras a la toma de fuerza del tractor.....	67
4.3.1.2 Volteadoras autopropulsadas.....	74
4.3.1.2.1 Volteadoras de meseta.....	74
4.3.1.2.2 Volteadoras triangulares.....	78
4.3.1.2.3 Volteadoras de túnel o de compostaje linear.....	83
4.3.2 Volteo mediante pala cargadora.....	89
4.4 DESCOMPACTADO DEL COMPOST.....	93
4.5 CRIBADO DEL COMPOST.....	95
4.5.1 Cribas de estrellas.....	95
4.5.2 Cribas de trómel.....	100
4.5.3 Criba mediante cuchara separadora.....	105

4.6 ENSACADO DEL COMPOST.....	108
4.7 DISTRIBUCIÓN DEL COMPOST.....	110

## ANEXOS

LISTADO DE EMPRESAS ESPECIALIZADAS DISTRIBUIDORAS DE MAQUINARIA DE COMPOST.....	113
---	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	114
-------------------	-----

## **1. INTRODUCCIÓN**

El olivar en Andalucía, con sus 1.400.000 hectáreas de extensión ocupa el 16% de la superficie de la región y el 32% de la superficie agrícola. Destaca la provincia de Jaén, donde el olivar se ha convertido en un monocultivo, ocupando el 85% de la superficie agrícola. Mayoritariamente, el olivar está dedicado a la producción de aceituna para la obtención de aceite y en menor medida para la aceituna de mesa.

**Tabla 1.1** Productos obtenidos en el olivar andaluz (SODEAN, 2002)

<b><u>Productos obtenidos</u></b>	
Aceituna de mesa	260.000 t/año
Aceituna de almazara	4.000.000 t/año
Aceite de oliva	80.000 t/año
Aceite de orujo	75.000 t/año

El aceite de oliva virgen es el zumo oleoso de las aceitunas separado de los demás componentes, cuando se obtiene por sistemas de extracción adecuados y procede de frutos frescos y de buena calidad, sin defectos ni alteraciones y con la adecuada madurez. El aceite de oliva posee excepcionales características de aspecto, fragancia y sabor, siendo prácticamente el único de los aceites vegetales que puede consumirse crudo y conserva íntegro su contenido en vitaminas y ácidos grasos esenciales.

Las características específicas del aceite de oliva le hacen ser considerado un auténtico zumo de fruta, y como tal tiene que ser tratado en su recolección, limpieza, elaboración y conservación, debiendo ser obtenido con el máximo esmero. Es por esto que en el proceso de obtención del aceite de oliva, todos los eslabones desde el agricultor al maestro de almazara o al envasador, son de gran importancia y del cuidado de su trabajo dependerá la calidad final del producto resultante.

Los subproductos obtenidos se describen en el siguiente cuadro:

**Tabla 1.2** Subproductos obtenidos de la explotación de olivar en Andalucía (SODEAN, 2002)

<b><u>Subproductos</u></b>	
<b>Poda de olivar</b>	382.880 Tm/año
Leña	4.000.000 Tm /año
Ramón	905.000 Tm /año
Hoja	452.485 Tm /año
<b>Hueso aceituna almazara</b>	
Hueso	6.800 Tm
<b>Orujo de aceituna</b>	
Orujillo	925.000 Tm
Orujo desgrasado 40%	300.000 Tm
Orujo graso húmedo	100.000 Tm
Orujo desgrasado húmedo	290.000 Tm
Hueso	50.000 Tm

### **¿Qué es y cuál es la problemática del Alpeorujo?**

En el proceso tradicional de extracción del aceite de oliva en una almazara, se obtienen tres fases:

- 1) Aceite (20%).
- 2) Residuo sólido (30%).
- 3) Licor acuoso (50%).

El residuo sólido está constituido por la pulpa y los huesos del fruto, aceite y agua, y es lo que se conoce con el nombre de orujo.

El licor acuoso, compuesto por el agua de vegetación y los tejidos blandos de la aceituna, más el agua usada en las diferentes etapas de la elaboración del aceite, constituye el alpechín, que se produce en una relación  $0,5/1,5 \text{ L Kg}^{-1}$  de aceituna molturada.

El orujo, tradicionalmente se usa como materia prima de otra industria, la orujera, en la que, después de secado se extrae el aceite (aceite de orujo), resultando otro subproducto sólido, el orujo extractado u orujillo que se usa como biocombustible con aplicaciones energéticas para la misma u otra industria.

El alpechín es un líquido oscuro, compuesto por 86-94% de agua, 4-16% de materia orgánica y un 0,4-2,5% de sales, el cual tiene un alto poder contaminante. Su contenido en compuestos fenólicos le confieren parte de sus propiedades contaminantes:

- Efecto bactericida.
- Efecto fitotóxico.
- Color.

El alpechín recién producido tiene un olor parecido al aceite, si bien cuando fermenta, adquiere un olor desagradable.

Más recientemente, el sistema de extracción de aceite de tres fases ha pasado a ser de dos fases, generándose aceite y una sustancia con unas propiedades intermedias entre el alpechín y el orujo, el cual recibe el nombre de alpechín en dos fases o alpeorujo, con una textura más pastosa que el alpechín y mayor contenido en humedad que el orujo. Si bien también se destina normalmente a industrias orujeras, el aprovechamiento del alpeorujo presenta dificultades añadidas por la mayor dificultad para su secado y su alto contenido en azúcares, que cuando se exponen a temperaturas altas, producen un efecto de "caramelización". Las dificultades en el manejo del alpeorujo se traducen en un mayor coste de gestión, que repercute normalmente en la almazara la cual, en muchos casos, asume el coste de transporte hasta la industria orujera.

La situación actual es que las soluciones hasta ahora adoptadas para los subproductos de la almazara (orujo y alpechín) no son válidas por lo que se apuntan dos posibles soluciones:

- Valorización energética mediante la cogeneración para la obtención de energía térmica de proceso y energía eléctrica.
- Aprovechamiento del poder fertilizante del residuo, previo proceso de compostaje

**Figura 1.1** Balsa de almacenamiento de alpeorujos

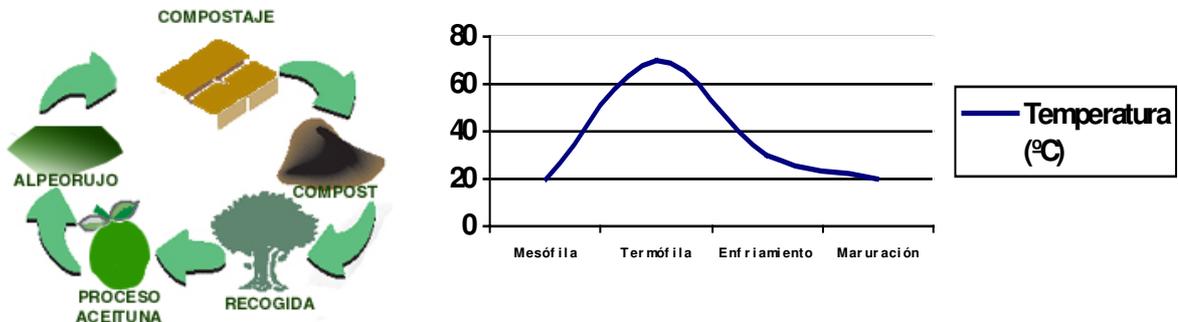


### ¿En qué consiste el proceso de compostaje?

El compostaje no es una técnica moderna, sino que se trata de un proceso conocido desde antiguo.

La manera tradicional de compostar consiste en la mezcla en presencia de humedad de estiércol con restos de cosecha, de forma que se produce calor y se obtiene un producto diferente (compost) con excelentes propiedades como abono orgánico.

**Figura 1.2** Fases del proceso de compostaje y evolución de la temperatura



El compostaje consiste en un proceso biológico de fermentación en presencia de oxígeno. Durante este proceso tiene lugar una sucesión de actividad por parte de distintos microorganismos que van cambiando las condiciones de pH, temperatura y composición del pre-compost. Así al principio del proceso, la masa se encuentra a temperatura ambiente, momento en el que comienza una actividad frenética por parte de los microorganismos que hacen que la temperatura aumente hasta valores mayores de 40°C en el interior del compost, a la que sigue una fase de enfriamiento, donde actúan sobre todo hongos, para terminar en la fase de maduración donde la masa vuelve a la temperatura ambiente apareciendo otro tipo de organismos como lombrices, cochinillas, insectos, etc.

Los objetivos de la agricultura ecológica incluyen el mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante la utilización de materia orgánica, aprovechando de forma sostenible los propios recursos que se originan en el olivar para cubrir las necesidades de nutrientes, de forma que se cierren y aprovechen de forma óptima los ciclos de materia y energía utilizando recursos de forma local.

Con una periodicidad bienal, el olivo deba ser podado para mejorar el estado de las plantaciones. Hoy en día, una vez depositadas las podas en el suelo, éstas son generalmente apiladas y quemadas directamente en los campos de cultivo. Tanto los restos de poda como el hojín del olivo se pueden adicionar al alpeorujo como elemento estructurante que permite una mejor maduración del compost.

**Figura 1.3** Compost maduro



### **¿Por qué optar por el compostaje de alpeorujo?**

Desde el punto de vista económico, cada vez es más costosa y menos rentable la entrega del alpeorujo a las orujeras. Además se busca utilizar el compost producido como abono orgánico en las explotaciones ecológicas de olivar para mantener la mayor calidad posible del producto, y obtener una rentabilidad económica.

Desde el punto de vista social, se pretende aportar una nueva y adecuada solución técnica para la utilización de los subproductos de las almazaras, de difícil asimilación por el medio y con cierto rechazo social. Por otra parte se fomenta la creación de empleo el desarrollo comarcal y la estabilidad en el sector.

Desde el punto de vista ambiental se eliminan una considerable cantidad de los impactos ambientales que conlleva la gestión del subproducto en orujeras, como los derivados de su transporte, emisiones, vertidos contaminantes etc, y se fomenta la gestión sostenible de la actividad. Se fomenta la agricultura ecológica y se obtiene de un residuo con propiedades contaminantes, un producto con unas excelentes propiedades como fertilizante. El compost obtenido, una vez maduro, pierde las propiedades contaminantes que conserva el alpeorujo (pierde las grasas y los compuestos tóxicos) y si comparamos

sus cualidades con las que exige la normativa respecto al uso de compost, comprobaremos que se garantizan dichos requisitos, y es apropiado para un tipo de cultivo como el olivo (sobre todo en cuanto a pH).

## **2. MARCO LEGISLATIVO APLICABLE A LA PRODUCCIÓN DE COMPOST**

Las Confederaciones Hidrográficas están actualmente interpretando el texto de la Ley de Aguas (Ley de aguas. RD Leg 1/2001 de 20 de Julio BOE 176/01 de 24 Jul 200 ) en el sentido que se requiere autorización expresa para verter directamente alpeorujos en suelo y en principio, prohíben dicha aplicación por el potencial peligro de contaminación de acuíferos.

En los casos excepcionales que se obtuviera la autorización correspondiente, los alpeorujos aplicados directamente se regularían por RD 1310/1999 uso de lodos de depuración en agricultura que transpone la Directiva UE 86/278/EE.

Actualmente no existe una normativa específica en cuanto a la aplicación de compost, se encuentra en debate y elaboración en la UE y a la espera que tras su publicación se traslade a la normativa estatal y autonómica. Por ello, y hasta entonces se regula por el Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes.

### **2.1 Normativa Europea**

**Directiva 1999/31/CE de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. Consejo de la Unión Europea.**

Normativa de referencia: Directiva 75/442/CEE, Directiva 96/61/CE.

Objetivo general: establecer, mediante rigurosos requisitos técnicos y operativos sobre residuos y vertidos, medidas, procedimientos y orientaciones para impedir o reducir, en la medida de lo posible, los efectos negativos en el medio ambiente del vertido de residuos, en particular la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo y el aire, y del medio ambiente mundial, incluido el efecto invernadero, así como cualquier riesgo derivado para la salud humana, durante todo el ciclo de vida del vertedero.

Persigue fomentar la prevención, el reciclado y el aprovechamiento de los residuos, así como la utilización de los materiales y de la energía recuperados, así como reducir el vertido de residuos biodegradables e impulsar la recogida selectiva de los mismos.

Promueve el estudio de la incineración de residuos municipales no peligrosos, y el compostaje.

Plantea la necesidad de evitar el abandono, el vertido o la eliminación incontrolada de residuos, y reducir la cantidad y la peligrosidad de los residuos destinados al vertedero.

Los Estados miembros deben implantar una red integrada y adecuada de instalaciones de eliminación de sus residuos, cumpliendo unos requisitos en cuanto a localización, acondicionamiento, gestión, control, cierre y medidas de prevención y de protección. Los vertederos existentes trazarán un plan de acondicionamiento de la instalación.

Define las clases de vertederos y los tipos de residuos aceptables en los mismos.

Establece los procedimientos de autorización y de inspección para todas las clases de vertederos, el procedimiento de aceptación de residuos, y los procedimientos de control durante las fases de explotación y de gestión posterior al cierre de un vertedero.

Considera importante una formación adecuada de las entidades explotadoras y del personal de los vertederos.

### **Tercer borrador del documento de trabajo de Biosólidos.**

Comisión Europea (Environment DG) 27 de abril de 2000.

Normativa de referencia: Directiva 86/278/CEE.

La Comisión Europea revisa en este documento de trabajo los requisitos recogidos en la Directiva 86/278/CEE. Responde sobre todo a la preocupación de la Comisión Europea por la contaminación del suelo a largo plazo, y se elabora a la luz de las investigaciones científicas llevadas a cabo desde la adopción de la Directiva 86/278/CEE.

Propone nuevos valores límite de metales pesados y compuestos orgánicos en los biosólidos, valores límite de concentración de metales pesados en suelo y de cantidades anuales aportadas al mismo. Detalla los parámetros agronómicos y la frecuencia de análisis a realizar a los biosólidos.

Describe los tratamientos admisibles aplicados a los biosólidos, y establece condiciones para su utilización. Prevé la necesidad de que el productor garantice y se responsabilice de la calidad del biosólido tratado, y la certifique en el momento de la entrega al usuario final. Éste a su vez debe comprometerse a facilitar detalles sobre el destino del biosólido, Invita a ambos a cumplir con un código de buenas prácticas.

Anima a los gobiernos a desarrollar planes a medio y largo plazo para reducir la contaminación por metales en las aguas residuales. Les encomienda la tarea de

transmitir a la Comisión Europea la información que los productores de biosólidos tratados registrarían a cerca de su calidad y su destino final.

### **Segundo borrador del documento de trabajo en manejo de Residuos Biodegradables.**

Normativa de referencia: Directiva 1999/31/CE. Directiva 75/442/CEE. Directiva 86/278/CEE.

La Comisión Europea elabora este documento de trabajo en línea con la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos, con objeto de mejorar la gestión de los residuos biodegradables y reducir el impacto ambiental de los mismos. El vertido de los residuos urbanos biodegradables deberá reducirse progresivamente, de manera que en el año 2016 la cantidad depositada en vertedero sea inferior al 35% de la generada en 1995. Para alcanzar este objetivo, la Directiva da indicaciones para el tratamiento de residuos biodegradables mediante procesos biológicos tales como el compostaje y la digestión anaerobia.

El documento se encuentra en fase de consulta y discusión con expertos de los gobiernos de los Estados Miembros, de las ONGs de medio ambiente, de la industria y de otros colectivos involucrados.

Objetivos: promover el tratamiento biológico de los residuos biodegradables, proteger el suelo y asegurar que la utilización de estos residuos beneficia a la agricultura o produce una mejora ecológica y no afecta a la salud de las personas, los animales y las plantas. Así mismo se pretende conseguir un buen funcionamiento del mercado interior y salvar obstáculos comerciales y distorsiones y restricciones a la competitividad dentro de la Comunidad Europea.

Alcance: la recogida y tratamiento de los residuos biodegradables definidos en el anexo I, así como la producción, el comercio y el envío de los residuos biodegradables tratados. Principios generales: reducir la producción y mejorar la calidad de los residuos biodegradables, reutilizarlos, reciclarlos, compostarlos, digerirlos anaeróbicamente, tratarlos mecánicamente, o valorizarlos energéticamente.

Invita a los Estados Miembros a promover el compostaje doméstico y comunitario, el compostaje y la digestión anaerobia "in situ" y la recogida selectiva de residuos biodegradables, así como el uso del compost en las actuaciones recogidas en contratos de iniciativa pública.

Establece que la cantidad y la carga contaminante de la basura urbana residual deben minimizarse, y fija las condiciones de su tratamiento previo al vertido.

Dicta las precauciones a tomar en los procesos de tratamiento, así como las clases de calidad ambiental (anexo III) y requisitos sanitarios (anexo II) a cumplir por el residuo biodegradable compostado o digerido anaeróbicamente. Así mismo propone condiciones y restricciones de utilización, según la clase a la que pertenece y el uso al que va destinado. Recoge los requisitos que han de cumplir las plantas de tratamiento biológico (anexo V) para obtener autorización administrativa. Asigna a los productores la responsabilidad de garantizar la calidad del residuo tratado. Éste debe comercializarse etiquetado con información referente a su calidad y composición (anexo IV), lugar de producción, recomendaciones y limitaciones de uso, etc.

## **2.2 Normativa estatal**

### **Ley 10/1998 de 21 de abril, de residuos.**

Normativa de referencia: Directiva 75/442/CEE, Directiva 91/156/CEE, Reglamento 259/93 del Consejo.

La Unión Europea persigue establecer una norma común tanto para los residuos clasificados en la modalidad general como en la modalidad de peligrosos, y completarla con una regulación específica.

Pretende incentivar la reducción de residuos en origen y dar prioridad a la reutilización, reciclado y valorización de los residuos sobre otras técnicas de gestión.

Esta Ley es aplicable a todo tipo de residuos, con excepción de las emisiones a la atmósfera, los residuos radiactivos y los vertidos a las aguas. Respecto a los residuos mineros, la eliminación de animales muertos y otros desperdicios de origen animal, los residuos producidos en las explotaciones agrícolas y ganaderas que no sean peligrosos y se utilicen exclusivamente en el marco de dichas explotaciones y los explosivos desclasificados, la Ley sólo será de aplicación en los aspectos no regulados expresamente por su normativa específica.

En cuanto al ejercicio efectivo de las competencias sobre residuos, la Ley respeta el reparto constitucional entre el Estado y las Comunidades Autónomas, al tiempo que garantiza las competencias que tradicionalmente han venido ejerciendo las Entidades Locales en materia de residuos sólidos urbanos.

La Ley prevé la elaboración de planes nacionales de residuos, que resultarán de la integración de los respectivos planes autonómicos de gestión, y admite la posibilidad de que las Entidades Locales puedan elaborar sus propios planes de gestión de residuos urbanos.

Contempla los residuos en la fase previa a su generación, regulando las actividades de toda persona que ponga en el mercado productos generadores de residuos. Con la finalidad de lograr una estricta aplicación del principio de "quien contamina paga", la Ley hace recaer sobre el bien mismo, en el momento de su puesta en el mercado, los costos de la gestión adecuada de los residuos que genera dicho bien y sus accesorios, tales como el envasado o embalaje.

Fomenta la colaboración entre la Administración y los responsables de la puesta en el mercado de productos que con su uso se transforman en residuos, mediante la creación de un marco jurídico adecuado, con la suficiente operatividad, para la suscripción de acuerdos voluntarios y de convenios de colaboración.

Con carácter general, se establece el régimen al que habrá de adecuarse la producción, la posesión y la gestión de residuos, manteniéndose un mínimo nivel de intervencionismo administrativo en los supuestos de eliminación y valorización de los residuos dentro del propio proceso productivo, cuando ello permita al gestor beneficiarse de las medidas de incentivación de mercados de valorización.

La Ley regula también la forma en que habrá de hacerse la recogida de los residuos urbanos por las Entidades Locales, el traslado interno y externo de los residuos y los supuestos en los que las Comunidades Autónomas pueden limitar su movimiento dentro del territorio nacional.

Para la consecución de los objetivos de reducción, reutilización, reciclado y valorización, así como para promover las tecnologías menos contaminantes en la eliminación de residuos, la Ley prevé que las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, puedan establecer instrumentos de carácter económico y medidas de incentivación.

Asimismo, se dictan normas sobre la declaración de suelos contaminados y se regula la responsabilidad administrativa derivada del incumplimiento de lo establecido en esta Ley, tipificándose tanto las conductas que constituyen infracción como las sanciones que procede imponer como consecuencia de ello.

Atribuye como servicio obligatorio a las Entidades Locales, la recogida, el transporte y la eliminación de los residuos urbanos. Igualmente, se obliga a los municipios de más de cinco mil habitantes a implantar sistemas de recogida selectiva de residuos, a partir del año 2001.

### **Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes.**

La Unión Europea ha aprobado recientemente el Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos, y el Reglamento (CE) nº 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano, que obligan a los Estados miembros a modificar su normativa sobre productos fertilizantes.

La primera de las disposiciones comunitarias citadas, referida exclusivamente a los abonos CE, refunde en una sola norma la legislación anterior y deroga determinadas directivas que la contenían. Así mismo, declara la libre circulación de los abonos CE y fija una serie de disposiciones comunes sobre su composición, identificación, etiquetado y envasado.

Asimismo, el Reglamento (CE) nº 2003/2003 prevé que sean los Estados miembros quienes complementen su desarrollo en determinados aspectos, tales como la expresión de los contenidos en nutrientes principales y secundarios; la posibilidad de prohibir la circulación y venta de abonos potencialmente peligrosos para la salud y el medio ambiente; la adopción de medidas de control para evaluar la calidad de los abonos; la autorización de laboratorios de control; la posibilidad de imponer tasas y la determinación de un régimen sancionador. Estos aspectos han de regularse en unos casos mediante ley y en otros, mediante normas de rango reglamentario.

El Reglamento (CE) nº 1774/2002 ha fijado restricciones para los materiales de origen animal que se utilicen para elaborar abonos o enmiendas orgánicas, así como una serie de medidas que obligan a los Estados miembros a garantizar que dichos materiales no contribuyan a la difusión de enfermedades.

Por otra parte, los productos fertilizantes que no están considerados como abonos CE, vienen siendo regulados por disposiciones de cada Estado miembro. Así, en nuestro ordenamiento jurídico, esta materia queda recogida en el Real Decreto 72/1988, de 5 de febrero, sobre fertilizantes y afines, modificado por el Real Decreto 877/1991, de 31 de

mayo, y en la Orden de 28 de mayo de 1998, sobre fertilizantes y afines, modificada por la Orden de 2 de noviembre de 1999, que introdujo una serie de garantías medioambientales y de salud pública en relación con dichos productos.

Con el tiempo, ha quedado demostrada la necesidad de modificar este conjunto de normas en una serie de puntos; las innovaciones más importantes que deben introducirse son la aplicación a los fertilizantes nacionales de disposiciones análogas a las recogidas en el Reglamento (CE) nº 2003/2003 para los abonos CE, la actualización de las especificaciones exigibles a los demás abonos y otros productos fertilizantes, el establecimiento de una regulación de los procedimientos de autorización de nuevos tipos de productos fertilizantes, sin olvidar la evaluación del posible impacto ambiental, de los residuos y sustancias diversos utilizados como ingredientes en la fabricación de los productos fertilizantes, para garantizar el cumplimiento de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

En consecuencia, con este real decreto se pretende, en primer lugar, concretar algunas de las disposiciones del Reglamento (CE) nº 2003/2003, respecto de las que dicha norma establece que deben ser desarrolladas y completadas por los Estados miembros, y en segundo lugar, refundir y actualizar la normativa nacional existente relativa al resto de los abonos y a todo tipo de enmiendas, adaptándola, en su caso, a las exigencias del Reglamento (CE) 1774/2002.

Se presta una especial atención a determinados fertilizantes, particularmente a los que utilizan materias primas de origen orgánico, que están sometidas a reglamentaciones específicas, a los efectos de su conocimiento por parte de las autoridades competentes en materia de vigilancia y control y por todos los interesados en general, y se establece la obligatoriedad de su inscripción en el Registro de productos fertilizantes que, a tal efecto, se crea en sustitución del anterior Registro de fertilizantes y afines.

#### **Resolución de 13 de enero de 2000. Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006. Ministerio de Medio Ambiente.**

Normativa de referencia: Directiva 75/442/CEE. Directiva 91/156/CEE. Directiva 94/62/CE. Directiva 96/61/CE. Resolución del Consejo Europeo de 24 de febrero de 1997. Directiva 99/31/CE. Ley 11/1997. Ley 10/1998. Real Decreto 782/1998.

El Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) se constituye como un plan integrador de los planes de las distintas Comunidades Autónomas. Cuenta con la participación de las Administraciones Central, Autonómica y Local, según las competencias atribuidas a cada una por la legislación vigente.

El PNRU tiene por objeto prevenir su producción, establecer sus sistemas de gestión, promover, por este orden, su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, y minimizar su eliminación en vertedero.

Ámbito: residuos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, y aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Objetivos específicos: estabilizar la producción nacional; implantar la recogida selectiva; reducir, recuperar, reutilizar y reciclar los residuos de envases; valorizar la materia orgánica, en particular mediante su compostaje, y eliminar de forma segura las fracciones no recuperables o valorizables de los mismos. En concreto, en el año 2006 se espera depositar en vertederos controlados y autorizados tan solo el 33,1 % de los residuos urbanos totales, se espera reciclar mediante compostaje al menos el 50% de la materia orgánica y se espera aprovechar energéticamente en torno al 17,7 % de los residuos urbanos.

El PNRU se desarrolla mediante seis programas específicos: prevención, recuperación y reciclaje, residuos de envases y envases usados, compostaje, valorización energética, y eliminación. Evalúa el coste de las inversiones necesarias y su forma de financiación. Obliga a que todos los agentes económicos carguen con su parte de responsabilidad en la gestión. Cuenta con líneas de ayuda de carácter económico para aquellos programas que contribuyan a abrir mercados a los productos reciclados, en especial para el plástico y el compost.

El PNRU obliga a las instalaciones de tratamiento de los residuos, y en particular a las incineradoras, a cumplir las normas comunitarias y españolas sobre emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo. Establece que el tratamiento de los residuos debe hacerse en la instalación más próxima a los centros de generación, para evitar riesgos medioambientales durante el transporte.

El programa de eliminación incluye el sellado de unos 3.700 vertederos incontrolados y la creación de una red de 150 vertederos que cumplirían los requisitos exigidos por la nueva Directiva 99/31/CE.

El PNRU plantea la creación de un sistema de información en materia de generación y gestión con vistas a dar seguimiento a su desarrollo, al que podrán tener libre acceso los ciudadanos. También pretende desarrollar actuaciones de concienciación ciudadana y formación.

## **2.3 Normativa Autonómica**

Ley 7/1994 de 18 de mayo, de Protección Ambiental. Consejería de Presidencia. Junta de Andalucía. (Archivo: L7\_180594.rtf)

Normativa de referencia: Directiva 85/337/CEE, Real Decreto Legislativo 1302/1986, Real Decreto 1131/1988, Ley 38/1972, Ley 42/1975, Ley 20/1986, Ley 22/1988, Ámbito de aplicación : detalle de actividades, residuos y vertidos incluidos y excluidos.

Instrumento de Prevención Ambiental: complementa la Directiva 85/337/CE, de 27 de junio; el RDL 1302/1986 del MOPU, de 28 de junio; y el RD 1131/1988 del MOPU, de 30 de septiembre.

Establece tres medidas para prevenir efectos sobre el medio ambiente generados en la realización de planes, programas y proyectos públicos o privados, y sus tramitaciones: Evaluación de Impacto Ambiental (actuaciones del anexo I), Informe Ambiental (actuaciones del anexo II) y Calificación Ambiental (actuaciones del anexo III). Mantenimiento del Registro de Actuaciones sometidas a Prevención Ambiental en colaboración con los municipios. La Administración cederá información para la elaboración del estudio de impacto ambiental, lo someterá a información pública, y hará pública su resolución (Declaración de Impacto Ambiental).

Instrumento de Calidad Ambiental: complementa la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico; la Ley 42/1975, de 19 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos; la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos; y la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

Define el marco normativo en materia de protección atmosférica, residuos en general y calidad de las aguas. Establece la figura del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos en el que se integran los Planes Directores Provinciales.

Instrumento de Disciplina Ambiental: régimen de infracciones y sanciones.

### **Decreto 283/1995 de 21 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Residuos.**

Normativa de referencia: Ley 7/1994, Ley 1/1994, Ley 20/1986, Ley 39/1988.

El Reglamento se desarrolla en el marco de la Ley 7/1994, de Protección Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, en cuanto a la gestión de residuos. Su propósito es promover la reducción de la producción de residuos y su peligrosidad, fomentar su recogida selectiva, valorizarlos e incentivar cuanto sea posible su reciclaje y reutilización, y eliminar los depósitos incontrolados asegurando el tratamiento adecuado de los residuos.

En el título preliminar se recopilan definiciones y se describen los tipos de residuos a los que se aplica el Reglamento. Quedan excluidos del mismo los residuos mineros, las emisiones atmosféricas, los residuos radiactivos, los vertidos a las aguas litorales y a las aguas continentales, y los residuos orgánicos agrarios producidos en fase de explotación depositados en suelo no urbanizable.

El título I se centra en los residuos sólidos urbanos, reafirma la responsabilidad de los Ayuntamientos en la gestión, y reconoce la posibilidad tanto de constituir Mancomunidades de Municipios y Consorcios con las Diputaciones Provinciales como de recibir ayudas de la Comunidad Autónoma. Ésta ha de fomentar las Plantas de tratamiento y reciclaje, la investigación sobre técnicas de recuperación, la comercialización del residuo reciclado, y su aprovechamiento energético.

Los productores, gestores y poseedores de los residuos están obligados a entregarlos en las condiciones que establezcan las Ordenanzas Municipales, y a facilitar información sobre su origen, cantidad, características y emplazamiento. La planificación de la gestión se concreta con la elaboración y aprobación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos, integrado por Planes Directores Provinciales. El Reglamento fija el contenido y procedimiento de los mismos, así como el de las Ordenanzas Municipales en la materia, y asigna un papel fundamental a las instalaciones de gestión. Incorpora el principio de compatibilidad de los residuos en vertedero.

El título II asigna a la Consejería de Medio Ambiente la competencia en materia de residuos tóxicos y peligrosos, obliga a los productores y gestores a facilitar información en la materia, y define el contenido y procedimiento de elaboración de los Planes de Gestión. Finalmente, detalla la estructura y funcionamiento que han de tener los Registros Públicos de Productores, Gestores y Pequeños Productores, que posibilitará la aportación de datos de indudable utilidad funcional.

Tanto para los residuos sólidos urbanos como para los tóxicos y peligrosos, exige que los contenidos de los Planes de Gestión se adecuen a lo establecido en la Ley de Ordenación del Territorio.

## **Decreto 218/1999 de 26 de octubre por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía.**

Normativa de referencia: Directiva 75/442/CEE, Resolución 90/C122/02, Directiva 91/156/CE, Directiva 94/62/CE, Directiva 1999/31/CEE, Resolución 97/C76/01, Ley 11/1997, Real Decreto 782/1998, Ley 10/1998, Ley 7/1994, Decreto 283/1995, Ley 7/85.

El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía (PDTGRU), elaborado en el marco del Reglamento de Residuos y de la Ley de Residuos, integra los Planes Directores Provinciales y tiene por objeto la planificación de la gestión de los desechos y residuos sólidos urbanos definidos en dicha normativa. El Plan se desarrollará hasta el año 2008.

El camino hasta su elaboración ha sido largo y la participación social elevada, ajustándose al procedimiento dictado por el Reglamento de Residuos. Uno de los documentos previos de consenso más destacados es el Acuerdo General sobre Residuos Sólidos Urbanos, firmado por Organizaciones Ecologistas (CEPA y FAADN), Sindicatos (UGT y CC.OO.), la Confederación de Asociaciones de Vecinos (CAVA), la Unión de Consumidores de España (UCE), la Federación Andaluza de Municipios y Provincias (FAMP) y la Consejería de Medio Ambiente.

El PDTGRU sigue el principio jerárquico de reducir la producción y peligrosidad de residuos, de fomentar la reutilización, el reciclaje y la valorización, y de eliminar los depósitos incontrolados, asegurando un tratamiento adecuado a los residuos. Otro principio que rige en el Plan es el de la responsabilidad del productor, que debe participar en los costes de gestión. Es directriz básica del Plan la recogida selectiva de los residuos en origen, y garantizar el libre acceso de los ciudadanos a la información sobre la gestión de los Residuos Urbanos en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Tras el análisis de la situación actual en cuanto a producción, composición y gestión actual de los residuos urbanos, el PDTGRU se marca los siguientes metas: estabilizar la producción de residuos, recuperar al menos el 45 % en peso de los residuos de envase para el año 2008, valorizar al menos el 70% de la fracción orgánica para el año 2005 (40% mediante compostaje), recuperar el 25% en peso del papel-cartón y el 45 % en peso del vidrio para el año 2008, y reducir al menos al 35% los materiales no recuperables para el año 2008. El documento dedica un apartado específico al plan de recuperación y reciclaje de envases y residuos de envases.

En la recuperación de la materia orgánica de los residuos, el PDTGRU se marca como objetivo la obtención de compost u otro sistema de valorización (biometanización), para lo cual la Consejería de Medio Ambiente promoverá convenios con otras Administraciones o Entes para el uso del compost, preferentemente en restauración de suelos degradados, aplicando las conclusiones del estudio de calidad y utilización del compost realizado mediante el Convenio AMA- IRNAS.

El modelo de gestión considera dos grupos de residuos: los residuos domiciliarios y los residuos específicos. Entre las actuaciones de gestión se encuentran: distribución de contenedores específicos para cada fracción recuperable, implantación de puntos limpios, construcción de estaciones de transferencia, de plantas de recuperación de envases y de plantas de reciclaje y compostaje, implantación de centros de acopio, acondicionamiento y tratamiento de residuos específicos (vehículos, enseres, escombros, biológicos, industriales, lodos y fangos, agrícolas, neumáticos), y clausura y vigilancia de vertederos.

El PDTGRU prevé actuaciones complementarias de apoyo que persiguen la colaboración ciudadana y la consecución eficaz de los objetivos, como son: campañas de información y sensibilización social, programas educacionales escolares, seminarios de medio ambiente en Asociaciones de Vecinos, programas I+D universidad-empresa, estudios de mercado de los productos recuperados, y acuerdos con los sectores económicos para la reducción de residuos. Finalmente, el Plan recoge el conjunto de prescripciones técnicas que la normativa vigente exige a las instalaciones de gestión y el programa de vigilancia ambiental a aplicar durante su explotación.

La inversión prevista realizar es de 417.000.282,48 euros (69.383.009.000 ptas), de los que el 67,7% será aportado por los Entes Locales.

### **3. SISTEMAS Y TÉCNICAS PARA EL COMPOSTAJE**

Hay numerosos sistemas para llevar a cabo el proceso de maduración. Así y para realizar una primera clasificación somera, se pueden establecer dos categorías principales: sistemas abiertos y sistemas cerrados.

**Tabla 3.1** Clasificación general de sistemas de compostaje. (De Bertoldi et al. ,1985)

<u>Sistemas abiertos</u>	
Pilas con volteo	
Pilas estáticas	con succión de aire aire insuflado ventilación alternada (succión e insuflado) insuflado vinculado a control de temperatura
<u>Sistemas cerrados</u>	
Reactores verticales	continuos discontinuos
Reactores horizontales	estáticos con movimiento del material

**Tabla 3.2** Comparación entre sistemas de maduración de compostaje (Haug, 1993)

Criterios	Sistemas abiertos		Sistemas cerrados	
	Pilas con volteo	Pilas con aireación forzada	Reactor sin agitación del producto	Reactor con retorno a la agitación del producto
Coste de inversión (del material, sin contar las superficies)	Bajo	Bajo a pequeña escala	Elevado	Elevado
Coste de funcionamiento	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Superficie requerida	Importante	Media	Pequeña, salvo en la maduración	Pequeña, salvo en la maduración
Control de la aireación	Inexistente	Total	Total	Total
Factores que pueden ser controlados	Frecuencia de volteos, reciclaje y aporte de material estructurante	Aireación y aporte de agente estructurante	Aireación, reciclaje y aporte de agente estructurante	Aireación, reciclaje, aporte de agente estructurante y tiempo de agitación
Sensibilidad a una mayor o menor deshidratación del material	Muy sensible	Menos sensible	Menos sensible	Menos sensible
Necesidad de maduración complementaria	Depende del clima	Necesaria	Generalmente necesaria	A veces necesaria
Sensibilidad al clima	Sensible	Poco sensible	Poco sensible	Poco sensible
Posibilidad de reciclaje	A considerar en cada caso	Bueno	Bueno	Bueno
Control de olores	Difícil, los olores pueden llegar lejos en determinados casos	Difícil, sobre todo con materiales con humedad alta	Bueno, con funcionamiento normal	Bueno, con funcionamiento normal
Dificultades constatadas	Olor, disminución de la temperatura con mal tiempo	Malas mezclas, zonas frías anaerobias	Problemas de compactación, caminos preferenciales de aireación	Sistemas un poco complejos
Adaptaciones a las variaciones de producción y la sequedad de los materiales	Buena adaptabilidad	Buena adaptabilidad	Baja adaptabilidad	Baja adaptabilidad
Capacidad de tratamiento	0,5 – 5 t/día	0,5 – 100 t/día	> 3 t/día	> 3 t/día

Dependiendo del clima del lugar en que se realice el proceso, del tipo de material que estemos tratando, de la disponibilidad de terreno o de la necesidad de abreviar el proceso, se manejan unos u otros sistemas.

Los sistemas abiertos comportan un menor coste y tienen un manejo e instalación más sencillo, mientras que los sistemas cerrados conllevan una infraestructura más complicada y costosa, al tener que realizar una instalación cerrada y emplear una maquinaria quizá más compleja.

### **3.1 Sistemas abiertos**

#### **3.1.1 Pilas estáticas.**

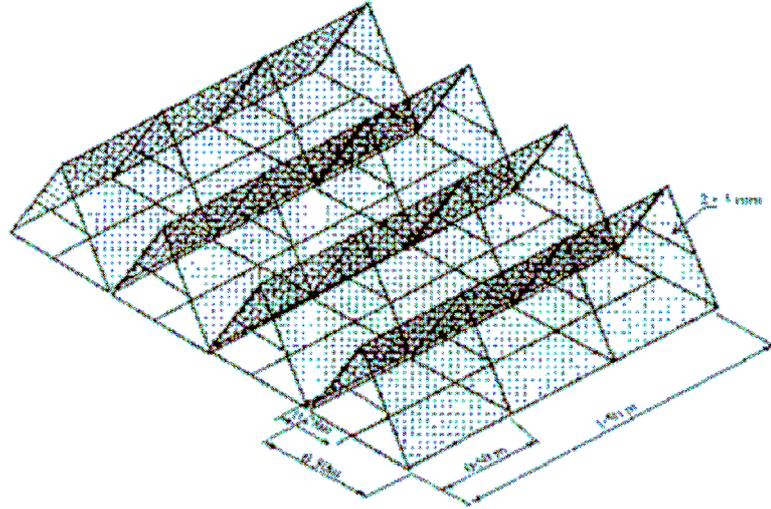
La tecnología para el compostaje en pilas es relativamente simple, y es el sistema más económico y el más utilizado. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

##### **3.1.1.1 Pilas estáticas con aireación pasiva.**

Se considera que este sistema es muy apropiado realizando un análisis coste/eficacia de dicho sistema comparado con otros como aireación forzada o pilas con volteo. Para favorecer la ventilación natural de la pila, se emplean estructuras como la que se puede observar en la figura que permiten un mejor flujo de la masa de aire desde la parte inferior hacia la zona superior de la pila. Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos y residuos sólidos urbanos. El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se ralentizan como resultado del frío.

**Figura 3.1.** Estructura para la construcción de pilas estáticas con aireación pasiva. (Solano y Col. 2001).



**Figura 3.2.** Detalle de pilas estáticas con aireación pasiva.



### 3.1.1.2. Pilas estáticas con aireación forzada

Estos sistemas permiten tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15-20 %) para favorecer la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que desarrollan el proceso.

El aporte de oxígeno se realiza por varias vías, succión o insuflado así como las variantes que incluyen a los dos tipos. El aporte de oxígeno puede realizarse de forma continua, a intervalos o ligados a un termostato que, llegada una determinada temperatura (aprox. 60°C) acciona el mecanismo de inyección de aire hasta que la temperatura desciende hasta el valor deseado.

Una vez que se constituye la pila, no se toca, en general, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.

**Figura 3.3** Detalle de pilas estáticas con aireación activa



### **3.1.2 Pilas con volteo.**

Es uno de los sistemas más sencillos y más económicos. Esta técnica de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y

aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.

La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días.

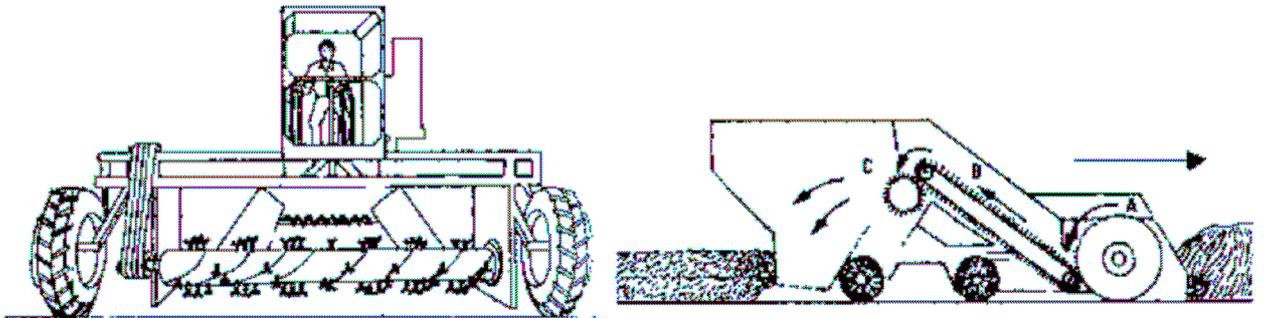
Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.

Es muy usual que los volteos se lleven a cabo con una simple pala cargadora, recogiendo y soltando del material para posteriormente reconstruir la pila, tal y como se muestra en la figura. Sin embargo, para materializar esta técnica de compostaje, existe maquinaria específicamente diseñada para conseguir un mezclado del compost de máxima eficiencia, la cual se muestra a lo largo de este informe (ver como ejemplo la figura).

**Figura 3.4** Pala cargadora volteando pila de compost

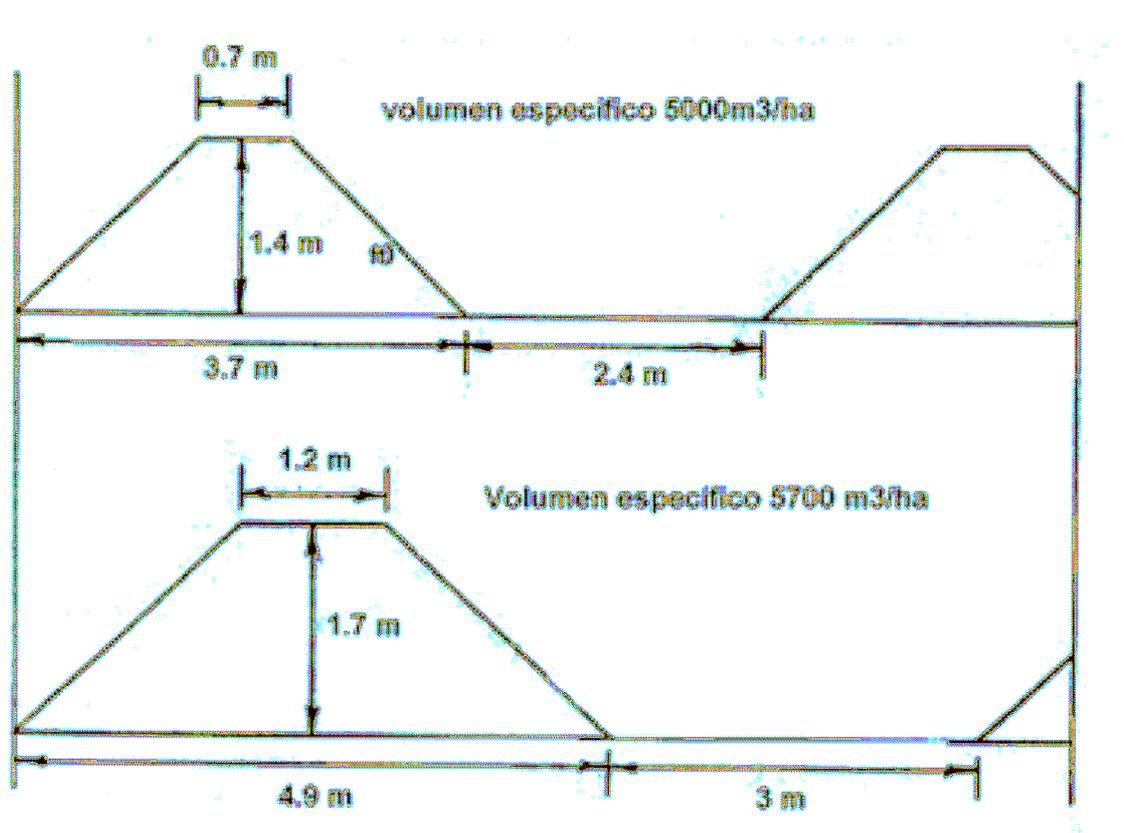


**Figura 3.5** Pila con volteo (Haug, 1993)



En las pilas estáticas, ya sea con volteos o sin ellos cobra gran importancia el tamaño de las pilas, por un lado para permitir una correcta aireación y por otro para que no haya excesivas pérdidas de calor.

**Figura 3.6** Dimensiones características para sistemas de pilas estáticas (Haug, 1993)



Haug, 1993, establece una ecuación para calcular la altura crítica de una pila, teniendo en cuenta un contenido mínimo de la fracción de poros rellenos de aire de un 30%.

$$z_{crt} = \frac{E \cdot d_s}{g} \ln \left( \frac{\gamma \gamma_l \cdot (1 - \theta_{g \min})}{\{d_s \gamma_l + (1 - d_s) \gamma_s\} \rho_u} \right)$$

$E \equiv$  resistencia a la deformación [ $L^2 T^{-2}$ ];  $\rho_u \equiv$  densidad aparente inicial [ $M L^{-3}$ ];

$d_s \equiv$  contenido gravimétrico de materia seca [ $M M^{-1}$ ];  $\theta_{g \min} \equiv$  fracción mínima de poros

rellenos de aire [ $L^3 L^{-3}$ ];  $\gamma_s, \gamma_l \equiv$  densidad real de las fracciones sólida y líquida [ $M L^{-3}$ ]

### 3.2 Sistemas cerrados

Estos sistemas permiten un mejor control de los distintos parámetros del proceso en la mayor parte de los casos, así como un menor tiempo de residencia y la posibilidad de realizar un proceso continuo. Se caracterizan por llevar a cabo el compostaje en reactores cerrados, siendo el principal inconveniente que generan el elevado coste de inversión de las instalaciones.

Su principal división se da entre reactores de flujo horizontal y vertical.

Los reactores de flujo vertical suelen tener alturas superiores a los 4 m. Y pueden ser continuos o discontinuos. Los reactores discontinuos contienen, a diferentes alturas pilas de 2-3 m con un sistema de aireación forzada o volteo hacia pisos inferiores. Su principal inconveniente es el elevado coste de construcción, no obstante aunque la inversión inicial es más elevada que en el sistema de pilas estáticas, tiene una baja relación coste por unidad de volumen de trabajo.

Los reactores de flujo horizontal se dividen entre aquellos que poseen un depósito rotatorio, los que poseen un depósito de geometría variable con un dispositivo de agitación o los que no poseen un sistema de agitación y permanecen estáticos.

## **4. EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA EL COMPOSTAJE DE ALPEORUJOS**

El sistema más extendido para realizar el compostaje de los alpeorujos procedentes de las almazaras, es el sistema de pilas con volteo, por su **sencillez, bajo coste** y buena **calidad** del producto final.

El proceso seguiría los siguientes pasos:

#### **4.1 Poda y recogida de ramas y hojín.**

Una salida para la correcta gestión de los alpeorujos producidos en almazaras, es su compostaje. Para ello es necesario mezclar el alpeorujo, de una textura pastosa, con un elemento estructurante que facilite la manipulación de este residuo, a la vez que le aporte permeabilidad al oxígeno del aire necesario para completar el proceso de maduración del compost. Elementos estructurantes comúnmente disponibles para las almazaras suelen ser paja, estiércol y el hojín recogido durante el proceso de lavado de la aceituna. Sin embargo, es usual que exista un déficit de material estructurante, en cuyo caso se puede aprovechar la poda del olivar, previamente tratada para tal efecto.

Normalmente el sistema de recogida de las podas del olivar consiste en un trazado con motosierra y carga manual de la leña.

A continuación las podas son dispuestas de forma alineada en el olivar mediante máquinas hileradoras.

##### **4.1.1 Trituración en campo.**

###### **4.1.1.1 Trituración sobre el suelo.**

El triturado se realiza normalmente en el olivar a través de trituradoras de podas. Estos equipos basan su funcionamiento en el giro un rotor de eje horizontal a gran velocidad (normalmente a más de 7 m/s) en el interior de una cámara blindada. El rotor está formado por una serie de discos que montan en su periferia ejes sobre los cuales se articulan cuchillas o bien masas de choque autónomas o martillos pueden ser de diferente forma según su cometido. Al ponerse en marcha en rotor, los martillos toman una posición radial y golpean a los materiales que entran en la trituradora.

La ventaja de este tipo de trituradoras es que poseen una gran capacidad de reducción que permite alcanzar ratios de 20-30/1. Su principal inconveniente es el elevado desgaste de sus piezas sobre todo si se introducen en la misma materiales duros o abrasivos, como arena o piedras.

Es aconsejable en este tipo de maquinaria, trabajar con materiales secos.

Normalmente, las trituradoras agrícolas funcionan a la toma de fuerza del tractor, para lo cual se recomienda una potencia de al menos 100 CV, y cuentan con una parrilla que permite la salida del material una vez ha alcanzado la medida de los

orificios de ésta, consiguiendo unos altos rendimientos. Los nuevos modelos incorporan la posibilidad de desplazamiento lateral mediante un sistema hidráulico, de forma que la trituradora puede adaptarse a las características de terreno y distribución de la poda.

Tradicionalmente estos equipos se han utilizado para crear una cubierta vegetal sobre el campo tratado, que evita la erosión y produce una maduración progresiva en el suelo. Entre los efectos positivos destaca el incremento del contenido en materia orgánica, así como un efecto de acolchado si son depositados en la superficie, aunque pueden causar una inmovilización del nitrógeno.



**Figura 4.1** Trituradoras de poda de olivar



Los restos excedentes normalmente se apilan y queman, sin embargo, a raíz de la aplicación de los restos de poda para compostaje, comienzan a aparecer trituradoras que recogen de forma automática las astillas la hoja en tolvas receptoras de diferente capacidad para su posterior uso para su valorización energética o producción de compost.

La principal desventaja de usar un equipo de triturado sobre suelo, a pesar de ser una opción más económica, es la necesidad del hilerado del material para su posterior recogida, lo cual supone un coste extra.

**Tabla 4.1** Rendimientos de acciones de trituración de poda de olivar (Sodean, 2002)

	RENDIMIENTOS EXPERIENCIA	
	HOMBRE (kg/hora*hombre)	Máquina (kg/hora * máquina)
FASE A: TROCEADO DE LA LEÑA	300	-
FASE A: SACAR RAMÓN	1600	-
FASE A: HILERADO DEL RAMÓN	-	2660
FASE B: CARGA DE LA LEÑA O ASTILLADO	510	2400
FASE C: TRANSPORTE (Capacidad)	-	5400

## FICHA 1

### TRITURADORA MODELO ANDUJAR



Trituradora para olivar autoalimentada con sistema de trituración a martillos sobre tolva. Acondicionada con una parrilla que permite la salida del material una vez ha alcanzado la medida de los orificios de ésta consiguiendo unos altos rendimientos y una cubierta vegetal sobre el campo tratado, evitando así la erosión y las pérdidas de agua. La máquina va equipada con DOBLE PICK-UP recogedor, siendo uno de ellos hidráulico. El sistema de enganche a los tres puntos y las ruedas traseras intercambiables por rodillo nivelan la máquina en trabajo. El modelo ANDUJAR puede emplearse igualmente sobre sarmientos de viña con el kit de púas recogedoras de sarmientos

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

ANCHO LABOR: 180 cm.

POTENCIA TRACTOR: 75-100 CV

REVOLUCIONES POR MINUTO: 1.000

Nº DE MARTILLOS: 14

PESO: 1100 kg

Su precio oscila en torno a los 7.700 €

## FICHA 2

### TRITURADORA MODELO TR 200



Trituradora especialmente recomendada para olivar. Incluye la posibilidad de desplazamiento lateral hidráulico y enganche simple o doble.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

ANCHO LABOR: 200 cm.

POTENCIA TRACTOR: 80-120 CV

REVOLUCIONES POR MINUTO: 1.000

Nº DE MARTILLOS: 48

PESO: 820 kg

Su precio oscila en torno a los 6.500 €

### FICHA 3

#### TRITURADORA MODELO ALUMINIUM



INNOVACIÓN

El modelo ALUMINIUM es una de las trituradoras más innovadoras del sector, pues combina un buen triturado con un peso muy inferior al resto de las trituradoras existentes en el mercado, permitiendo un transporte y maniobrabilidad mayor, y gracias a lo cual puede ser accionada mediante tractores de menor potencia.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

ANCHO LABOR: 200 cm

POTENCIA TRACTOR: 65 CV

REVOLUCIONES POR MINUTO: 540-100

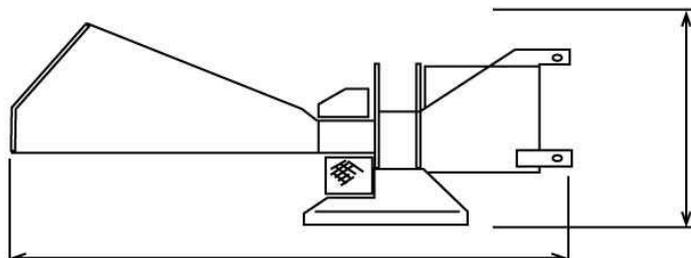
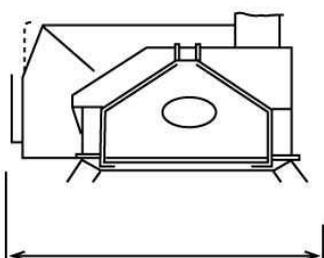
Nº DE MARTILLOS: 16

PESO: 500 kg

Precio en torno a los 9.000 €.

### FICHA 4

#### TRITURADORA MODELO CAMPO (Marca Berken)



<b><u>DATOS TÉCNICOS</u></b>	<b>BERKEN CAMPO LATERAL</b>	<b>BERKEN CAMPO CENTRAL</b>
------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Altura	1600 mm	1600 mm
Ancho B	2000 mm	1600 mm
Longitud L	2000 mm	2400 mm

**TOLVA DIMENSIONES:**

Alto Apertura Boca	1100 mm	1100 mm
Ancho Apertura Boca	1450 mm	1450 mm
Alto Apertura Cuchillas	260 mm	260 mm
Ancho Apertura Cuchillas	600 mm	600 mm

**ROTOR:**

Revoluciones	540 r.p.m.	540 r.p.m.
Potencia requerida	A partir de 65 C.V.	A partir de 65 C.V.
Diámetro máximo	150 mm	150 mm
Anclaje	Tres puntos	Tres puntos

#### 4.1.1.2 Triturado en campo con recogida automática

Este tipo de trituradora un nuevo concepto de picadora en el mercado. Consiste en un primer rotor frontal recogedor, que levanta las ramas y la broza del suelo y lo lleva al segundo rotor en la cámara de picado, que es el encargado de picar el material muy fino para finalmente impulsarlo al innovador contenedor, que puede tener diferente capacidad según el modelo, con descarga hidráulica.

Las nuevas máquinas están diseñadas para trabajar en todas las condiciones posibles de terreno, incluso en terrenos pedregosos donde las picadoras y desbrozadoras ordinarias no son capaces de hacerlo. Gracias a su diseño, la operación de picado se efectúa en posición alta sobre el nivel del terreno y sin presencia de piedras o rocas peligrosas.

Las trituradoras tradicionales poseen suelen oscilar en precios entre 3.000 y 9.000 €, dependiendo de sus características y prestaciones, si bien los nuevos modelos adaptados para la recogida de residuos de poda, aumentan su precio en un ratio que se sitúa entre los 15.000 y 30.000 €.

Los rendimientos de podas a partir de la cual se pueden obtener materiales aptos para su compostaje varían entre 1.470 y 5.550 kg/ha en Andalucía (52% ramón, 26% hoja y 22% leña).

**Figura 4.2** Detalle de equipos de triturado en campo con recogida automática



Algunos datos orientativos sobre las características de algunos de los modelos más representativos se adjuntan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2** Características trituradoras con recogida automática

<b>MODELO</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>ANCHO DE TRABAJO (cm)</b>	<b>POTENCIA TRACTOR (CV)</b>	<b>CAPACIDAD (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PRECIO APROXIMADO (Transporte, IVA y extras no incluidos)</b>
<b>Picker C/100</b>	895	100	45-55	0,85	13.000 €
<b>Picker C/180</b>	1.295	180	65-75	1,6	16.300 €
<b>Vortex 2300</b>	1.520	230	100-140	2,48	18.000 €
<b>Oli Pack</b>	3.600	180	70	6	30.000 €

## FICHA 5

### TRITURADORA DE PICADO EN ALTO PICKER C (Marca BERTI)



INNOVACIÓN

La finalidad de la PICKER/C es recoger, después de un buen picado, la madera resultante de la poda de viñedos, huertas, olivos y similares.

la máquina no recoge piedras ni hierbas del terreno. El contenedor de acero está equipado con doble cubierta: la primera permite la inspección técnica, y la segunda permite al material deslizarse durante la operación de descarga.

La descarga se hace a una altura de 2,2 m permitiendo que el material sea depositado, en la caja de un camión o un remolque para ser transportado posteriormente a la planta de procesado. El contenedor, gracias a su innovador chasis independiente, se acciona hidráulicamente con un simple distribuidor de doble efecto desde el tractor.

está equipada de base con:

- Enganche normal de tres puntos Cat II.
- Pick up de alimentación con transmisión independiente.
- Limitador de par automático en el pick up.
- Rotor reforzado.
- Chapa de blindaje.
- Martillos forjados.
- Contramartillos.
- Ruedas pivotantes ajustables hidráulicamente.
- Rueda libre en la caja de transmisión.
- Contenedor con descarga hidráulica a 2.20 m. de altura

Esta máquina es un nuevo concepto de picadora en el mercado internacional. Consiste en un primer rotor frontal recogedor, con un régimen de giro de 120 rpm, que levanta las ramas y la broza del suelo y lo lleva al segundo rotor en la cámara de picado, que gira a 2290 rpm, que es el encargado de picar el material muy fino para finalmente impulsarlo al innovador contenedor ,patentado por BERTI, con descarga hidráulica.

Esta máquina puede trabajar en todas las condiciones posibles de terreno, incluso en terrenos pedregosos donde las picadoras y desbrozadoras ordinarias no son capaces de hacerlo. Con la PICKER/C la operación de picado se efectúa en posición alta sobre el nivel del terreno y sin presencia de piedras o rocas peligrosas.

Está disponible en diferentes anchuras de trabajo: 100,120,140,160 y 180cm; puede ser manejada con tractores de 50 a 120 CV.

La capacidad del contenedor varia, según modelos, de 0,85 a 1,66 m<sup>3</sup>.

Mod.	Ancho de trabajo	Potencia CV	Potencia kW	Peso (Kg)	Altura cm	Ancho cm	Longitud cm	Altura de descarga cm	Capacidad (m <sup>3</sup> )
PICKER/C 100	100	45 ÷ 55	33 ÷ 40	895	158	123	172	200	0,85
PICKER/C 120	120	50 ÷ 60	37 ÷ 44	995	158	143	172	200	1,03
PICKER/C 140	140	55 ÷ 65	40 ÷ 48	1095	158	163	172	200	1,22
PICKER/C 160	160	60 ÷ 70	44 ÷ 51	1195	158	183	172	200	1,41
PICKER/C 180	180	65 ÷ 75	48 ÷ 55	1295	158	203	172	200	1,60

Desde los 14.280 € del modelo C 120 hasta los 16.300 € del modelo C 180.

## FICHA 6

### TRITURADORA VORTEX



INNOVACIÓN

Vortex es una trituradora particularmente robusta ideada para triturar sarmientos de poda de olivares, frutales, viñedos y de material leñoso en general, así como hierbas, arbustos zarzas etc, con recolección y descarga hidráulica (hasta 2 metros de altura) en remolques o vehículos de transporte.

Mod.	Ancho de trabajo (cm)	Potencia CV	Peso (Kg)	Ancho cm	Altura de descarga cm	No martillos	Capacidad (m <sup>3</sup> )
1400	140	70 -140	1050	173	200	14	1,52
1600	160	70 -140	1150	191	200	16	1,73
1800	180	80 - 140	1250	209	200	18	1,93
2100	210	90 -140	1400	245	200	22	2,33
2300	230	100 - 140	1520	254	200	24	2,48

## FICHA 7

### TRITURADORA OLI PACK



INNOVACIÓN

Se trata de una trituradora versátil en la recogida de material de podas o ramas en general. Aplicable a la jardinería industrial en ciudades, urbanizaciones, y también para la recogida de podas en agricultura y sector forestal.

Permite trabajar con todo tipo de ramas y condiciones climáticas. Posee una tolva receptora de 6 m<sup>3</sup> con un peso del material triturado entre 250-400Kg/m<sup>3</sup>.

#### CARACTERÍSTICAS:

- Capacidad De la tolva 6 m<sup>3</sup>.
- Tolva basculante hidráulicamente.
- Altura de descarga de hasta 2,10 m
- Restos de hasta 10 cm de diámetro.
- Ancho de alimentación: 1,80 m
- Control de altura de trabajo con rodillo.
- Potencia mínima 70 CV
- Chasis de chapa antidesgaste
- Motor hidráulico del alimentados de alto par.
- Cadena del alimentador triple.
- Modelo construido según la normativa CE.
- Indicadores de seguridad visibles al personal.

Mod.	Ancho de trabajo (mm)	Potencia CV	Peso (Kg)	Altura cm	Ancho cm	Longitud cm	Altura de descarga cm	Capacidad (m <sup>3</sup> )
------	-----------------------	-------------	-----------	-----------	----------	-------------	-----------------------	-----------------------------

---

T-1800	1800	70	3600	294	231	5576	200	6
--------	------	----	------	-----	-----	------	-----	---

---

Su precio se encuentra en torno a los 30.000 €.

#### **4.1.2 Trituración en planta.**

Dependiendo de las características del proyecto en concreto, ya sea por la orografía del terreno, o bien por cuestiones económicas o de otra índole, puede ser conveniente transportar los restos de la poda directamente a la planta de compostaje, donde se realizará el triturado de la poda.

Para este tipo de proceso existe maquinaria especializada. Se suelen utilizar pre-trituradoras de cilindros realizan la fragmentación de los materiales por compresión, para el caso de trozos de madera voluminosos, siendo la opción más común para los restos de podas de olivar el uso de post-trituradoras de martillos que reducen el material de tamaño intermedio, a un tamaño de astilla que permite su utilización como elemento estructurante para los residuos de alpeorujos.

Los modelos más comunes son los siguientes:

##### **4.1.2.1 Pre-trituradoras de madera de dos ejes**

- Equipos que trituran el material recibido en la tolva de carga, mediante dos ejes portacuchillas en rotación inversa lenta. Las cuchillas de material altamente resistente al desgaste están fuertemente soldadas y alcanzan una larga duración. La durabilidad de los componentes de los equipos es una característica importante de calidad. El material puede ser triturado a su tamaño deseado mediante las diversas barras retritradoras. Normalmente la cinta transportadora en forma de L facilita la descarga sin problemas del material triturado. Se trata de trituradores de alto rendimiento, con cilindros de baja velocidad para madera usada y fracción vegetal, que trituran este tipo de material de manera silenciosa y efectiva. Este tipo de máquinas se suele utilizar sobre todo para reducir el volumen de residuos voluminosos, en caso de requerirse para el compostaje, como por ejemplo palés enteros, raíces, troncos, etc. Es tamaño de salida suele oscilar entre 100 y 500 mm, por lo que suelen utilizarse como triturador primario. Para determinados modelos existe un accesorio post-quebrantador que asegura un tamaño de salida del material de 120-200 mm.

**Figura 4.3** Mecanismo de trituradora de madera de dos ejes



**Dispositivo de corte para fracción orgánica**



<b>Efecto</b>
Gracias al diseño de la contracuchilla con filos transversales, con cada revolución del tambor se produce una multitud de cortes.
<b>Utilización</b>
Biomasa leñosa Palets Madera usada no tratada

Los materiales se pican de manera eficiente gracias al cilindro de baja velocidad.

**Dispositivo de corte universal**



<b>Efecto</b>
El listón dentado posee un efecto de trituración muy eficaz y una alta resistencia al desgaste ante materiales no deseados.
<b>Utilización</b>
Madera usada tratada Tocones de raíz Fracción vegetal para el compostaje

Algunos datos orientativos sobre las características de algunos de los modelos que se consideran mejor adaptados para el tratamiento de los restos orgánicos voluminosos para la producción de compost a partir de los residuos de alpeorujos procedentes de almazaras andaluzas se exponen en la siguiente tabla:

**Tabla 4.3** Características generales de algunos modelos de pretrituradoras

<b>MODELO</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>RENDIMI- ENTO (Tm/hora)</b>	<b>POTENCIA (CV)</b>	<b>MOTOR</b>	<b>PRECIO APROXIMA DO (Transporte, IVA y extras no incluidos)</b>
<b>VB 450 (Hammel)</b>	9.000	8-15	140	Diesel	Fija: 139.000 € Móvil con ruedas: 145.000 € <sup>(1)</sup>
<b>VB 750 (Hammel)</b>	21.000	40-50	350	Diesel	Fija: 234.000 € Móvil con ruedas: 237.300 € <sup>(2)</sup>

**(1)** El modelo móvil a través de orugas tiene un coste aproximado de 168.000 €, la tolva de alimentación tiene un coste de 1.500 € y el dispositivo post-quebrantador 2.500 €

**(2)** El modelo móvil a través de orugas tiene un coste aproximado de 260.000 €, y el dispositivo post triturador 3.700 €

En el caso excepcional de necesitar pretriturar una gran cantidad de material voluminoso con el objeto de obtener material estructurante para procesar un importante volumen de alpeorujos, existen modelos de potencia mayor a los 700 CV, con un peso de 44 Tm y un rendimiento superior a las 100 Tm/h, si bien su precio supera los 350.000 €.

## FICHA 8

### TRITURADORA HDWV 700-2000 (Marca Haas)



El triturador primario de dos ejes Haas HDWV está diseñado para triturar madera, colchones, voluminosos, traviesas, RSU, RSI, raíces, tambores de cables, etc.

La máquina está disponible en diferentes versiones: motor diesel/ eléctrico, sistema multi-lift, con orugas o estática. Asimismo, el número de herramientas y sus formas también se adaptan al material a triturar. Esta diversificación también se aplica a los ejes disponibles en longitudes y diámetros varios.

Motores Diesel		
HDWV-D	700	900
1500	180 kW	
2000	250 kW	300 kW
2500	250 kW	300 kW

Motores Eléctricos		
HDWV-E	700	900
1500	2x 75 kW	
2000	2x 90 kW	2x 110 kW
	2x 110 kW	2x 132 kW
2500	2x 132 kW	2x 160 kW
	2x 160 kW	

La velocidad de giro de los ejes es de 0-40 rpm y se puede regular de forma continua. El control de ambos ejes se realiza por separado e incluso pueden girar a una velocidad diferente.

Como elemento opcional incorpora una programación diferente que se adecua a los diferentes tipos de residuos.

### **Características técnicas**

Motor Caterpillar Diesel

Potencia 249 kW / 340 CV

rpm de ejes de herram. 13-28. max 33(40)

Diámetro x longitud ejes 700 x 2000

Banda de evacuación (mm) 1400 (1200 usados)

Altura de descarga (mm) 3000

### **Accesorios opcionales**

Herramientas de 5 elementos, con 10/10 discos

Unidad de inversión automática

Viga final de rotura.

Tolva vibrante con una capacidad de 7 m<sup>3</sup>

Radiocontrol de 6 canales

Sistemas de seguridad según normativa alemana

### **Capacidades de trituración**

Madera (Tm/h) 50

Palés (Tm/h) 45

Rollo de papel (Tm/h) 15

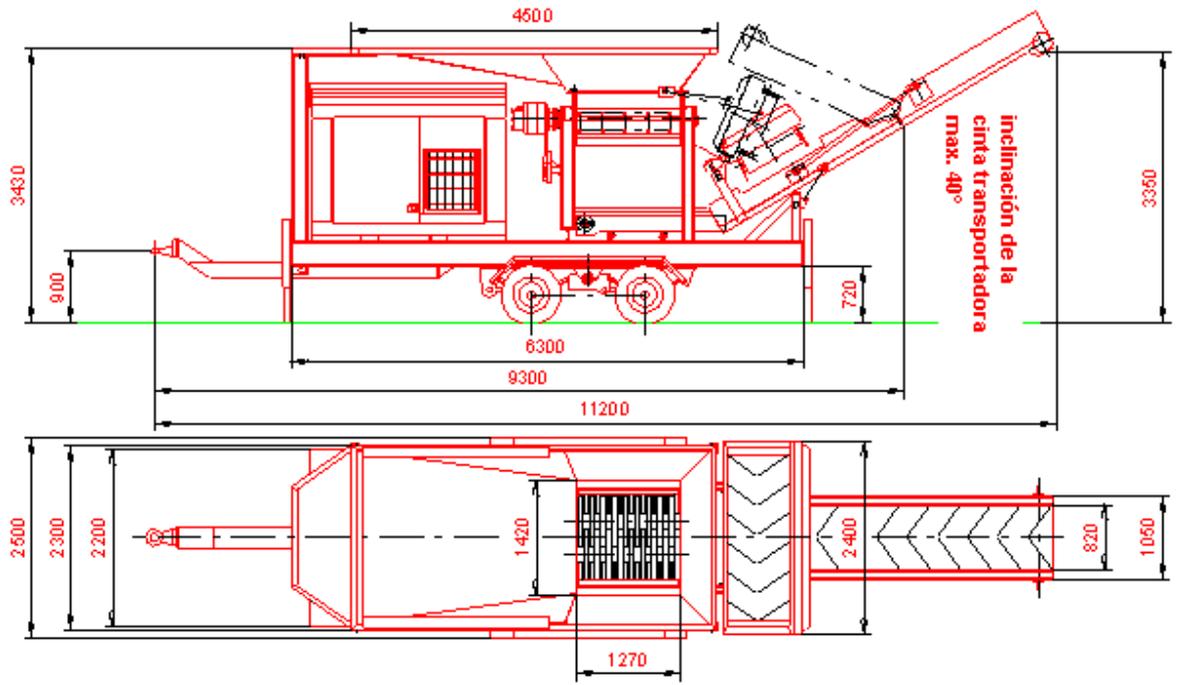
Madera verde (Tm/h) 50

Resíduos domésticos (Tm/h) 50

Grandes voluminosos (Tm/h) 35

Desechos industriales (Tm/h) 40

Su precio aproximado es de 165.000 €, para el modelo montado sobre orugas.



## FICHA 9

### TRITURADORA PRIMARIA 450-950 (Marca Hammel)



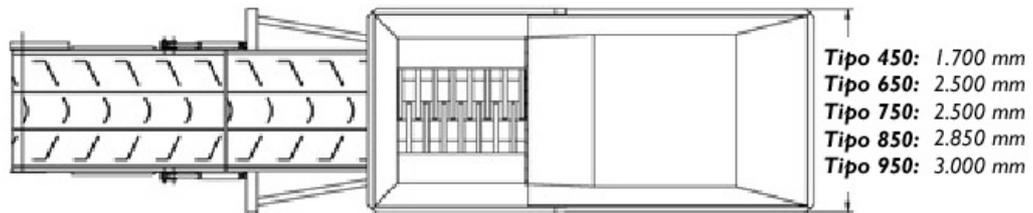
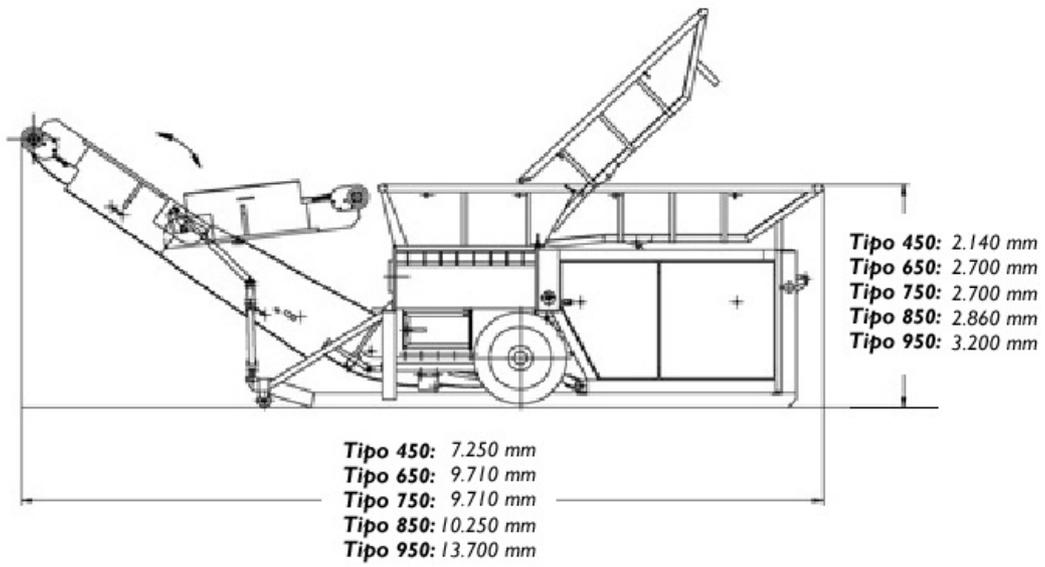
Este pre- triturador sirve para reducir de tamaño materiales extremadamente difíciles, como madera de desecho, tocones, residuos verdes, etc. Trabaja con dos rotores (ejes) de velocidad lenta.

El grano final alcanzado depende de la cantidad de cuchillas y discos de los ejes. Generalmente el tamaño de la granulometría final está entre 150 y 400 mm.

<b>Pesos</b>		<b>Tipo de trituradora HAMMEL</b>				
		<b>Pretriturador*</b>				
		<b>450 D/E</b>	<b>650 D/E</b>	<b>750 D/E</b>	<b>850 D/E</b>	<b>950 D/E</b>
<b>450 D/E</b>	9 t					
<b>450 DK</b>	11 t					
<b>650 D/E</b>	15 t					
<b>650 DK</b>	19 t					
<b>750 D/E</b>	17 t					
<b>750 DK</b>	21 t					
<b>850 E</b>	25 t					
<b>850 DK</b>	34 t					
<b>950 E</b>	28 t					
<b>950 DK</b>	44 t					
<b>Material de reciclaje</b>						
Basura doméstica		15 t/h	30 t/h	50 t/h	100 t/h	200 t/h
Basura industrial / artesanal				45 t/h	80 t/h	150 t/h
Desechos voluminosos				30 t/h	60 t/h	110 t/h
Residuos mixtos de construcción				35 t/h	80 t/h	150 t/h
Papel			10 t/h	20 t/h	45 t/h	70 t/h
Bobinas para papel			10 t/h	15 t/h	30 t/h	60 t/h
Neumaticos usados				20 t/h	30 t/h	50 t/h
Coches de desguace						40 - 60 t/h
Energías alternativas y renovables 150 mm				15 - 25 t/h	20 - 35 t/h	60 - 80 t/h

\* rendimiento hasta aprox.

Según la cantidad de cuchillas se alcanza con nuestro triturador una granulometria final de entre aprox. 150 mm y 400 mm.



#### 4.1.2.2 Desfibradoras de fracción vegetal

- Modelos que incluyen un rotor formado por dientes o martillos, pendientes en su periferia, que pasan por la contracuchilla fijada en el montante de la máquina, y que trituran el material. El rodillo de alimentación sobre cojinetes oscilantes presenta un orificio que lleva el material a triturar continuamente hacia el rotor. El rotor triturador está equipado con martillos que oscilan libremente de forma que al rotar con velocidad rompen el material. Los martillos tienen puntas atornilladas que pueden cambiarse rápidamente y suelen tener una duración media de 100 hasta 300 horas de trabajo. El material triturado resulta finamente desfibrado y es adecuado para compostaje, incineración o esparcimiento en parques. La calidad del material tratado es ajustable mediante la velocidad de entrada. Detrás del rotor se suele montar una cesta cribadora. El material insuficientemente desmenuzado, demasiado grueso para su siguiente uso, se recogerá y se desmenuzará otra vez. Se suelen obtener productos de salida de 1-100 mm, si bien esto depende del modelo. Esta tecnología es la más indicada para la reducción a astilla de la poda de olivar para compostar, debido a su reducido tamaño de salida, y a que la madera es convenientemente desfibrada por este sistema, lo cual facilita su utilización para compostaje. Estas máquinas consiguen rendimientos de más de 20 Tm a la hora.

El rotor puede estar equipado con cuchillas fijas o martillos móviles:

- Ventajas del rotor con cuchillas fijas: muy alto rendimiento, extremadamente bajo consumo de energía, cambio de utillajes rápido y sencillo (con tornillos), bajo costos de desgaste y tamaño uniforme de astilla, muy bajo contenido de finos.
- Ventajas del molino de martillos (con martillos oscilantes): grandes intervalos de mantenimiento, menos sensible hacia materiales dañinos, mayor rendimiento.

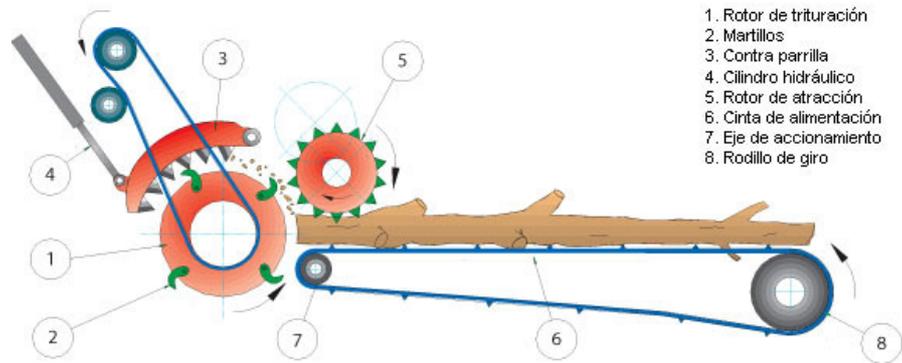
Algunos datos orientativos sobre las características de algunos de los modelos que se consideran mejor adaptados para el tratamiento de los restos orgánicos voluminosos para la producción de compost a partir de los residuos de alpeorujos procedentes de almazaras andaluzas se exponen en la siguiente tabla:

**Tabla 4.4** Características generales de algunos modelos de trituradoras secundarias

<b>MODELO</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>RENDIMI- ENTO (Tm/hora)</b>	<b>POTENCIA (CV)</b>	<b>MOTOR</b>	<b>PRECIO APROXIMA DO (Transporte, IVA y extras no incluidos)</b>
<b>MZA 2.200 (Willibald)</b>	13.000	20	240	Diesel	Móvil (Ruedas): 127.398 €
<b>NZS 700 Diesel (Hammel)</b>	14.000	30	350	Diesel	Fija: 163.500 €
<b>COMBIS- TAR (Hammel)</b>	21.000	20-30	350	Diesel	Móvil (Ruedas): 195.000 € <sup>(1)</sup>
<b>MZA 4.400 (Willibald)</b>	16.000	50	430	Diesel	Móvil (Ruedas): 165.036 €

**(1)** Esta máquina presenta la ventaja de que acepta tamaños de hasta 300 cm de diámetro de podas, y reduce el material hasta menos de 50 mm.

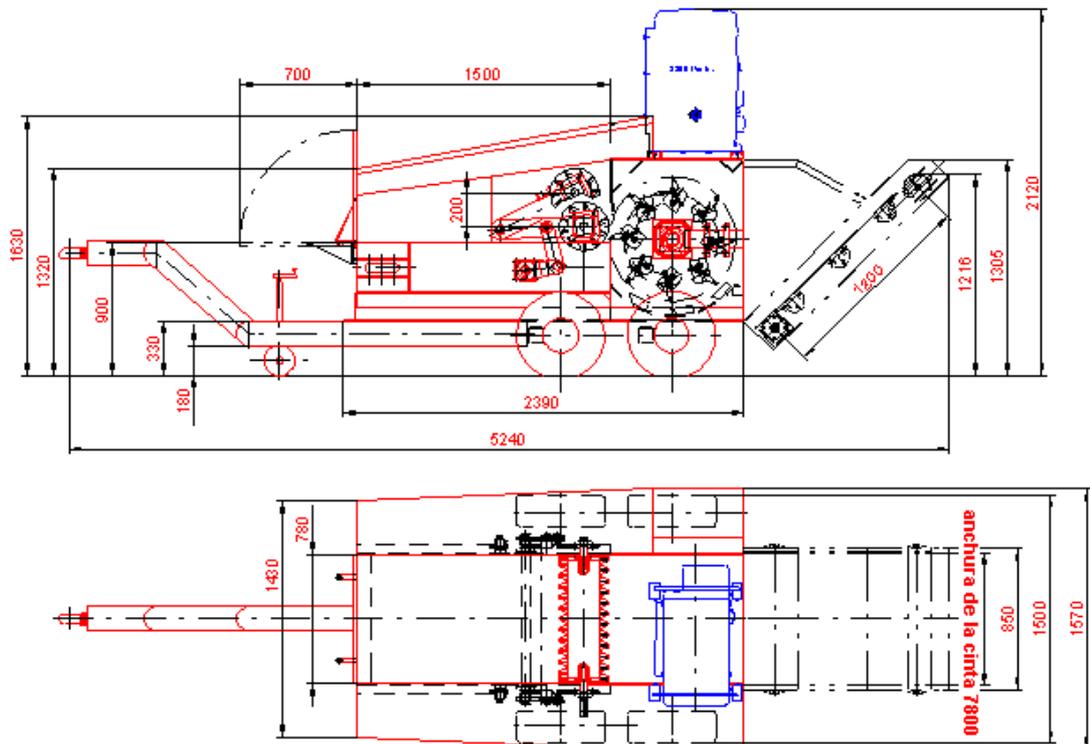
**Figura 4.4** Detalles de funcionamiento de una desfibradora de fracción vegetal



**Figura 4.5** Boca de entrada y martillos de una post-trituradora vegetal



**Figura 4.6** Plano de una post trituradora a martillos de podas



## FICHA 9

### TRITURADORA UZ 80 (Marca Willibald)



Trituradora estática universal, la más pequeña de la gama Willibald. Ideal para: materiales de poco volumen de madera, poda, cortezas de árbol, palés y madera industrial troceada, etc.

Características técnicas:

	UZ 80
Motor:	Eléctrico de 45 kW
Rendimiento:	aprox. 30 – 60 m <sup>3</sup> /h
Herramientas:	12 martillos
Ancho:	1.000 mm
Ancho de trabajo:	800 mm
Alto:	930 mm
Peso:	1.000 kg

## FICHA 10

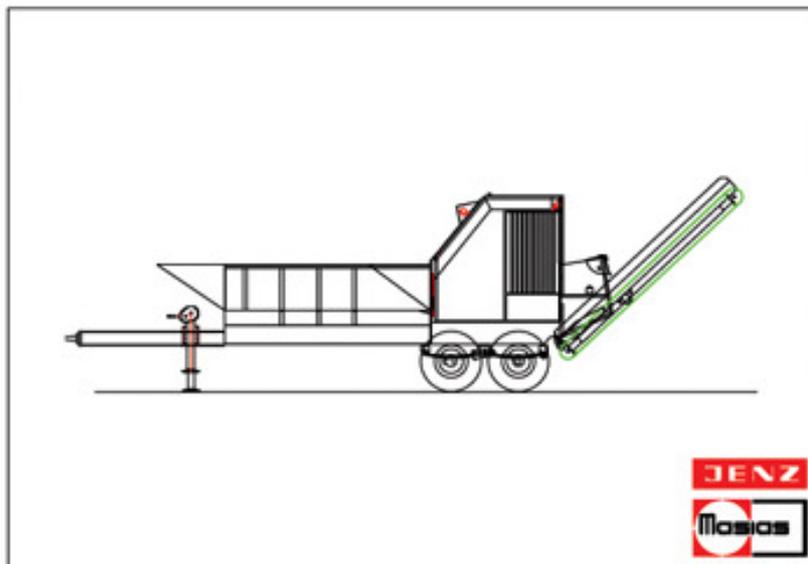
### TRITURADORA AZ 30-80 (Marca Jenz)



**Esta máquina está indicada para** triturar y reciclar residuos orgánicos en el ámbito de pequeñas plantas de compostaje.

El modelo AZ 30 trabaja con residuos verdes, poda, troncos de árboles hasta aprox. 15 cm, corteza y madera. La máquina alcanza un rendimiento de hasta 60 m<sup>3</sup>/h, dependiendo del material. La instalación también puede utilizarse como post-trituradora. Para conseguir la estructura deseada del material, están disponibles diversas cribas. El modelo AZ 30 era la primera máquina móvil JENZ para la trituración de residuos verdes para el compostaje. El producto final fino la hizo popular rápidamente entre los compostadores. La potencia del accionamiento y el diseño óptico corresponden al estándar moderno de hoy. El peso y las dimensiones posibilitan la autorización sin problemas para circular en carreteras en cualquier país del mundo. El modelo AZ 30 se suministra en la versión estacionaria o móvil, como remolque tándem estable. Es posible suministrar chasis especiales para el empleo sobre carriles. El motor de accionamiento nuevo de 99 CV proporciona un buen rendimiento. Para la alimentación óptima, se puede montar un pulpo de carga. También están disponibles los controles IBC y VARIO. El material triturado puede optimizarse a través de distintas cribas. La gama de productos se completa con transportadoras de varias longitudes con o sin mecanismo de abatimiento hidráulico, el dispositivo de avance hidráulico con mando a distancia, así como tolvas de carga con longitudes distintas.

Potencia de accionamiento:	Perkins 73 kW / 99 CV
Rendimiento:	Residuos verdes: hasta 25 m <sup>3</sup> /h Corteza: hasta 60 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones boca de entrada:	300 mm x 790 mm
Diámetro del rotor:	620 mm
Cantidad de martillos:	22
Dimensiones:	Longitud: aprox. 8,10 m sin transportadora Ancho: aprox. 2,13 m Altura: aprox. 2,84 m
Peso versión estándar:	7.500 kg



## FICHA 11

### TRITURADORA MZA 220 (Marca Willibalb)



Gama de trituradoras de alto rendimiento. Idónea para: residuos de madera (palés, poda, troncos hasta un diámetro de 30 mm, etc.) pero también para cristal, papel, etc.

Está disponible en varias versiones y montada sobre ruedas u orugas.

La industria del aglomerado y las plantas de biomasa avalan el buen resultado de estas trituradoras.

#### **Características técnicas**

Motor MAN

Potencia 162W / 220 CV

#### **Capacidades**

Hierba cortada hasta 50m<sup>3</sup>/h

Corteza hasta 70m<sup>3</sup>/h

Madera hasta 30m<sup>3</sup>/h

#### **Abertura de entrada**

Ancho x Alto (mm) 1450x520

Eje batidores/batidores 3/24

Diámetro del rotor (mm) 800

Alt. del borde de carga (mm) 1950

Al x An x Profundo 9400x2460x3400

Peso equipo completo 13.000 Kg

## FICHA 12

### TRITURADORA HFV V7 I (Marca Husmann)



Trituradora móvil para desechos orgánicos e inorgánicos.

Trata material de un diámetro de hasta aproximadamente 700 mm.

#### **Construcción:**

construcción soldada de perfil de acero con dispositivo de tracción según DIN Chasis:

Grupo propulsor tándem (aproximadamente 15 t)

comprobado por TÜV (ITV) para eje de 80 km/h

#### **Sistema de freno:**

Freno de aire comprimido con tubería doble y ABS

#### **Neumáticos:**

4 neumáticos del tamaño 385 / 65 R 22.5

#### **Alumbrado:**

Según StVZO (código de permiso de circulación)

#### **Motor:**

Diesel turbo de MAN con una potencia de  $P = 338$  kW

EURO-MOT 97/68/CE grado II

#### **Sistema hidráulico:**

Rodillo de entrada y cinta alimentadora tienen, cada uno, accionamiento y engranaje separados. La velocidad de la cinta alimentadora y del rodillo de entrada pueden ajustarse continuamente. Protección contra sobrecargas mediante control de

revoluciones y dispositivo de marcha inversa. Depósito hidráulico con una capacidad de aproximadamente 220 litros.

**Alimentación:**

El rodillo de entrada es accionado hidráulicamente, se halla sobre cojinetes oscilantes y es llevado por 2 cremalleras.

La abertura de alimentación presenta una altura de 700 mm y una anchura de 1.500 mm.

**Mecanismo triturador:**

42 martillos con una anchura de 80 mm

cada martillo puede cambiarse individualmente

anchura del mecanismo triturador: 1.500 mm

diámetro del rotor: 1.000 mm

**Cinta alimentadora:**

Cadena especial forjada, altamente resistente al desgaste

Anchura de la cinta: 1.500 mm

Longitud de la cinta: 4.000 mm

**Propulsión:**

Correas trapezoidales combinadas (con 8 ranuras) con tensor de correa

**Pesos:**

Peso sin carga: aproximadamente 15.000 kg

Peso de apoyo: 900 kg

**Pintura:**

Pintura especial – todos los colores RAL

Standard RAL 5010 / RAL 1021

**Accesorios:**

Mando telemático, criba abatible hidráulicamente, accionamiento de traslación hidráulico, cinta descargadora, separador magnético

**Dimensiones:**

Longitud total: aproximadamente 8.500 mm

Anchura: 2.500 mm

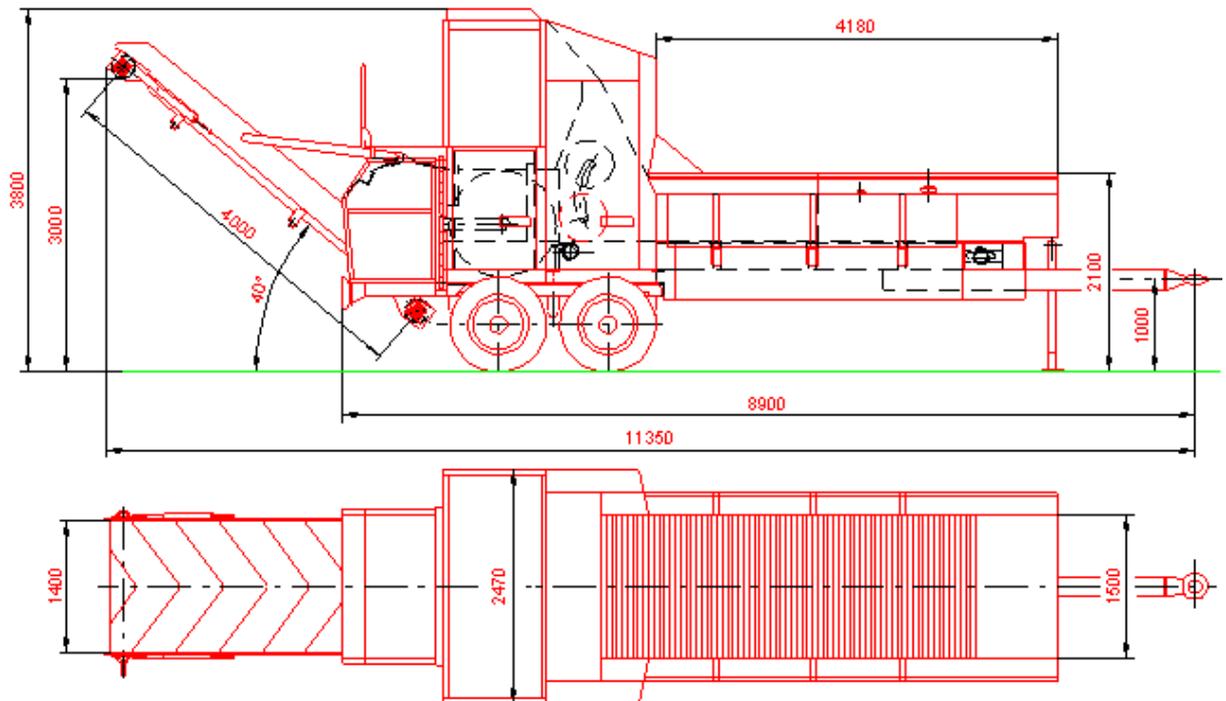
Altura: aproximadamente 3.800 mm

Altura de acoplamiento: 900 mm

Altura de llenado: 1.900 mm

Longitud del orificio de la tolva: 4.800 mm

Anchura del orificio de la tolva: 1.900 mm



## 4.2 Mezclado del alpeorujos con los restos de poda y hojín.

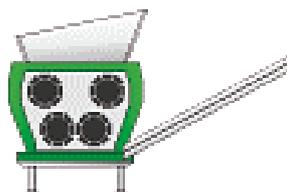
Existen homogeneizadores/trituradores universal móviles y estacionarios para preparar los residuos de alpeorujos con las podas estructurantes y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje. El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte

Están ideados para la homogeneización y mezcla de residuos orgánicos o lodos de depuradora o alpeorujos que desprenden malos olores con fracción vegetal, paja, virutas

de sierra, etc., así como mezcla de lodos de depuradora y rechazos para un compostaje optimizado.

Para la operación de trituración, mezclar y homogeneización una serie de "sin fines" mantienen el material en un movimiento circular intensivo. Es decir se trata de un equipo de trituración, mezcla y homogeneización todo en uno.

**Figura 4.7** Mecanismo de funcionamiento de mezcladoras de compost



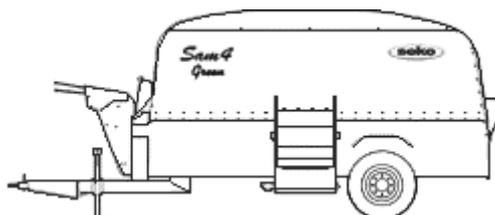
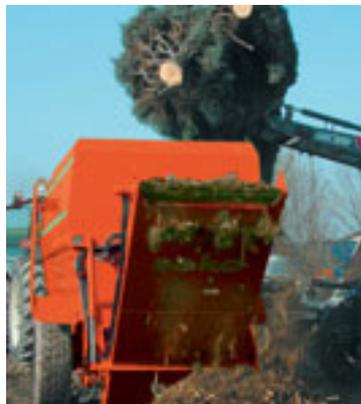
Al alimentar mediante una transportadora y una báscula electrónica, es posible una definición exacta de la proporción de mezcla y una automatización.

Se trata de una alternativa para un completo y correcto volteo del compost con la finalidad de airearlo y homogeneizarlo para obtener una rápida y óptima maduración.

Existen toda una gama también para este tipo de maquinaria, con versiones a la toma de fuerza del tractor, autopropulsados con motores eléctricos o de gasoil, remolcados, etc. y con un rendimiento que va desde los 10 hasta los 100 m<sup>3</sup>/h dependiendo del modelo.

### FICHA 13

SAM 4 400/50-G/T (Marca Seko)



Modelos	Longitud	Ancho	Altura	Capacidad carga	Peso	Potencia	Rendimiento
	mm	mm	mm	m <sup>3</sup>	kg	CV	m <sup>3</sup> /h
SAM 4 400/50-G/T	4570	1700	2070	5	2000	40	10/18
SAM 4 450/90-G/T	5370	2200	2540	9	3800	60	25/30
SAM 4 500/130-G/T	5670	2320	2920	13	4700	80	35/40
SAM 4 500/150-G/T	6270	2320	2920	15	5100	90	40/45
SAM 4 600/170-G/T	6270	2520	3050	17	5900	100	45/50
SAM 4 600/200-G/T	6870	2520	3050	20	6100	110	55/60

## FICHA 14

3425 SINGLE SCREW MIXER (Marca Jay lor)



Funciona directamente a la toma de fuerza del tractor

Capacidad	12 m3
Altura	2.642 m
Longitud	5.156 m
Anchura	2.451 m
Altura de descarga frontal	0.762 m
Altura de descarga lateral	0.813 m
Peso	3,640 kgs
Potencia mínima (CV)	70 CV
Velocidad rotor	41 RPM

## FICHA 15

### Mashmaster 1300 SE Station (Marca Komptech)



El modelo KOMPTECH MASHMASTER 1300 SE station es un homogeneizador triturador universal móvil y estacionario para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje.

Rendimiento: El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte. Un rendimiento máximo de hasta 55 m<sup>3</sup>/h es perfectamente posible.

Gran durabilidad gracias a las herramientas resistentes al desgaste y gracias al depósito con fondos intercambiables.

---

Accionamiento:	2 electromotores de 75 kW
Rendimiento:	hasta 55 m <sup>3</sup> /h
Capacidad del depósito:	15 m <sup>3</sup>
Unidad de mezcla:	4 vis-sin-fines / accionamiento eléctrico directamente a través del embrague hidráulico y el engranaje planetario, adelante/atrás. Tolva ajustable fija, fondos de desgaste intercambiables
	Longitud total: 6.740 mm
Equipamiento:	Ancho total: 2.200 mm
Dimensiones:	Altura total: 3.265 mm + altura de los pies Altura de carga: 2.720 mm + altura de los pies Ancho de carga: 4.000 mm

---

---

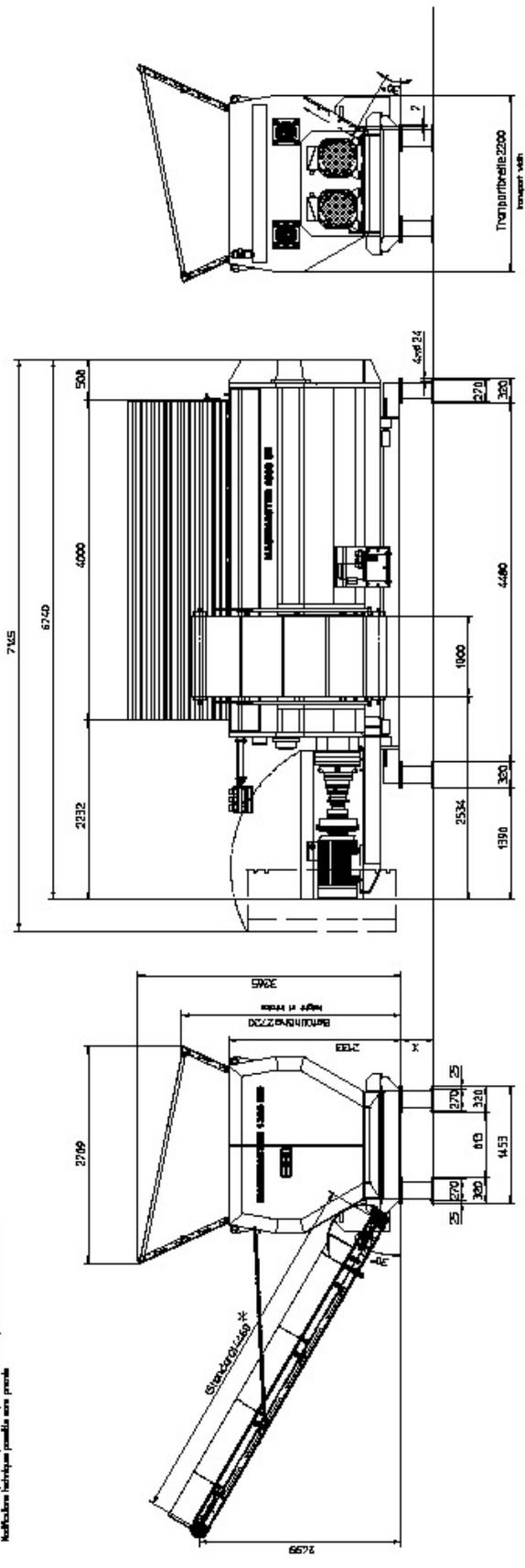
Profundidad de carga: 2.710 mm

Peso: aprox. 13.000 kg

---

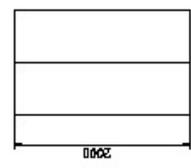
In Sinne der Weiterentwicklung behalten wir uns technische Änderungen vor.  
 In order to proceed development we reserve the right to technical modifications.  
 Modificazioni tecniche possibili senza preavviso.

MFB, Austria 03023842

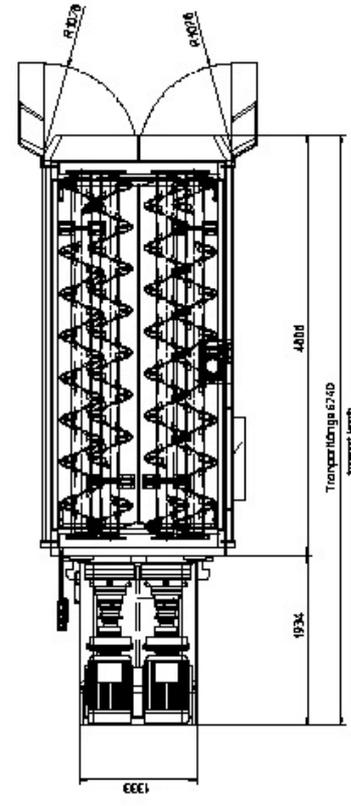
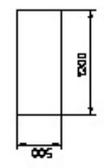


X...Fußhöhe nach Wunsch des Kunden  
 height of feet on customer demand

\*...Abweichungen möglich  
 differences possible

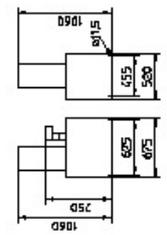


Schaltschrank  
 electrical switch box



abweichende Austragslagen auf Anfrage  
 different outlet positions on request

Hydraulikaggregat  
 hydraulic power unit



# Mashmaster 1300SE *station*

### **4.3 Volteo de las pilas de compost**

El método más común para compostar los alpeorujos de almazara, suele ser el sistema de pilas volteadas. En este sistema, los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila. El tamaño y la forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en la gama apropiada. Si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro, mientras que si son demasiado pequeñas no calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente.

Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días. Los volteos sirven para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.

Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos, alpeorujos y R. S. U. El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se ralentizan como resultado del frío.

Comúnmente se usan palas cargadoras para voltear el compost, si bien hay cada vez más maquinaria especializada en el volteo del compost con el objeto de obtener un producto de la máxima calidad.

El volteo debe hacerse evitando que las máquinas volteadoras pasen por encima de la pila y la compacten. Los lados de las pilas pueden ser tan verticales como lo permita el material acumulado, que normalmente conduce a pilas sobre dos veces más anchas que altas.

**Figura 4.8** Pala cargadora volteando compost



La maquinaria utilizada para realizar los volteos del compost se describe a continuación.

#### **4.3.1 Volteadoras de compost.**

Son máquinas que mediante diversos mecanismos remueven o trasladan el compost permitiendo su correcta aireación. Muchos de ellos se basan en un eje rotor acanalado o dentado, remueven a lo largo de la pila, sin destruir su estructura. Existen diversos modelos con diferentes diseños, adaptados a distintos tamaños de pilas, autopropulsados o bien acoplables a la toma de fuerza de un tractor para realizar su función. También hay máquinas equipadas con sistemas de aspersión, que impiden la generación de partículas en suspensión.

##### **4.3.1.1 Volteadoras a la toma de fuerza del tractor**

Las figuras que se muestran a continuación se basan en la tecnología anteriormente citada consistiendo en un brazo acoplable al tractor que puede controlarse mediante un sistema electrohidráulico, permitiendo remover el compost respetando la forma de la pila.

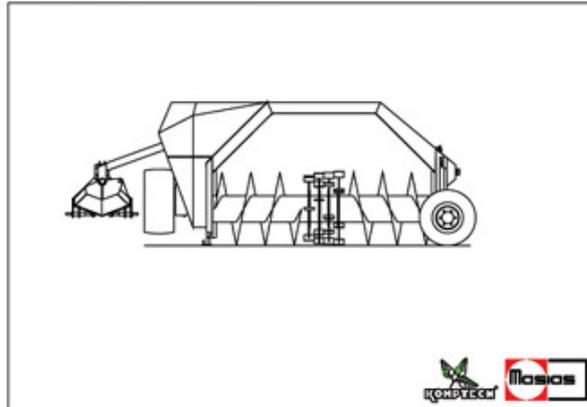
Este sistema es ideal para pequeñas explotaciones de compost con pilas de aproximadamente 3 m de ancho y 1,6 m de altura (según el modelo de volteadora escogido), estando muy indicadas para procesar los alpeorujos de la mayoría de las almazaras, ya que permiten volteos de calidad utilizando la fuerza de un tractor y su precio no es muy alto (en torno a los 50.000 €).

**Figura 4.9** Volteadora a la toma de fuerza del tractor



## FICHA 16

### Topturn 300 (Marca Komptech)



El modelo KOMPTECH TOPTURN 300 es una volteadora de compost acoplable a un tractor y con técnica profesional.

Es uno de los modelos más pequeños para voltear pilas triangulares en pequeñas plantas de compostaje. Voltear entre 300 y 400 m<sup>3</sup>/h es perfectamente posible, la máquina puede trabajar con un ancho máximo de trabajo de 3 m y una altura de la pila de hasta 1,6 m.

Óptima forma de las pilas triangulares y perfecta mezcla gracias a la agrupación de las herramientas en forma de espiral sobre el cilindro volteador.

Accionamiento progresivo del avance independiente del tractor - en condiciones difíciles de utilización, las ruedas exteriores de soporte se accionan a través de ruedas motrices hidráulicas (opción).

Control de todas las funciones importantes mediante el mando a distancia electrohidráulico.

Características óptimas de transporte - en pocos minutos, se puede cambiar de la posición de transporte a la posición de trabajo.

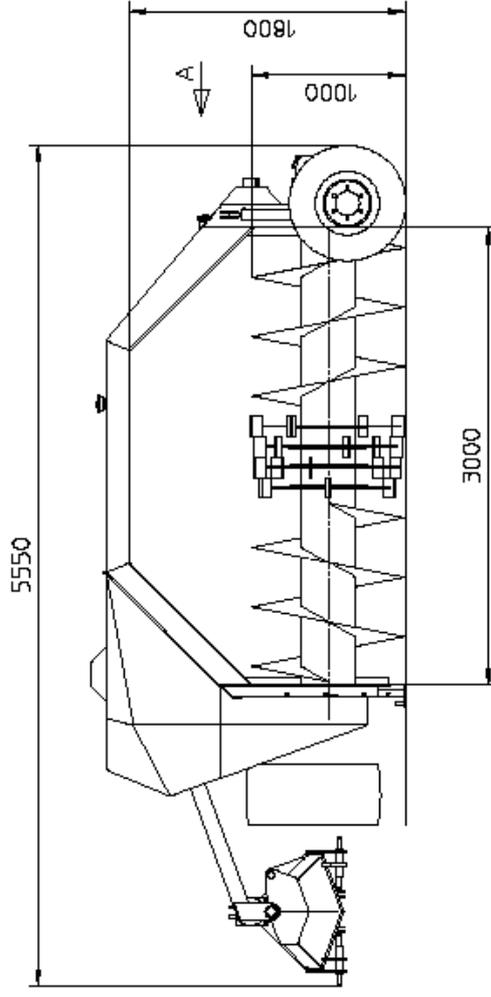
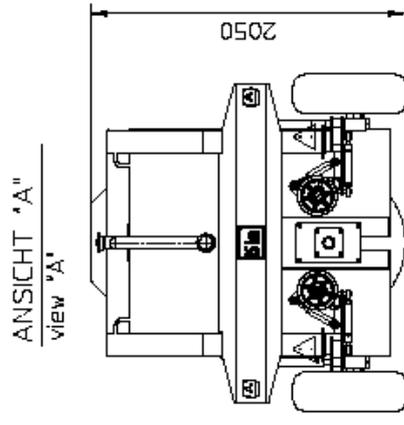
## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

---

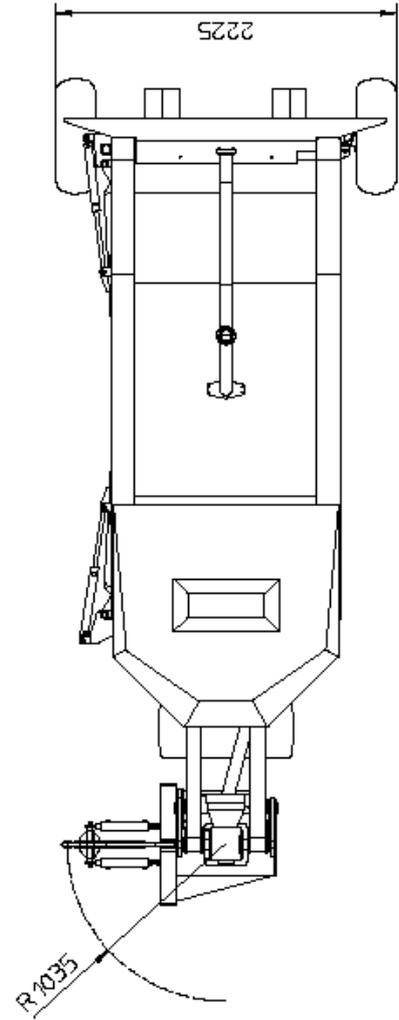
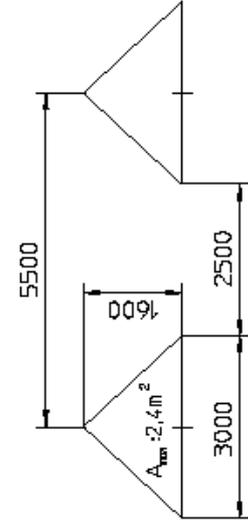
Accionamiento:	Mediante un tractor de 45 kW, 60 CV como mínimo
Rendimiento:	300-400 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones de trabajo:	Longitud: 2.250 mm Ancho: 5.500 mm Altura: 2.050 mm
Dimensiones de transporte:	Longitud: 5.550 mm Ancho: 2.225 mm Altura: 2.050 mm
Ancho máximo de trabajo:	3,0 m
Altura máxima de pila:	1,6 m
Sección máx. de la pila:	2,4 m <sup>2</sup>
Peso:	aprox. 3.100 kg

---

Esta máquina volteadora tiene un precio de 52.941 €.



max. Mietenquerschnitt  
max. winnow crosssection



Im Sinne der Weiterentwicklung behalten wir uns technische Änderungen vor.  
in interest to product improvement specification are subject to technical modifications  
Modifications techniques possible sans preavis

TT300 / 03.02.2004  
TOPELIT

# Topturn TT 300

Otra forma de airear las pilas es mediante volteadoras que desplazan lateralmente la columna mediante una cinta transportadora transversal, creando de esta forma una nueva pila paralela. De este tipo de volteadora, existen modelos que funcionan a la toma de fuerza del tractor.

**Figura 4.10** Volteadora lateral a la toma de fuerza del tractor



## FICHA 17

Volteadora TBU 3P (Marca Willibald)



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

<b>Modo de anclaje</b>	Anclaje de 3 puntos para tractor de 130 CV(min)
<b>Accionamiento</b>	Sistema hidráulico del tractor
<b>Rendimientos</b>	hasta 1200m <sup>3</sup> /h (según potencia)
<b>Manejo</b>	Radiocontrol
<b>Alto x Ancho x Profundo</b>	4850x2450x3450
<b>Peso</b>	3200 Kg
<b>Ancho de la cinta(mm)</b>	1000
<b>Capacidad de volteado</b>	hasta 500m <sup>3</sup> /h

El precio de esta máquina es de 60.180 €

#### 4.3.1.2 Volteadoras autopropulsadas

También son muy comunes volteadoras de compost que se autopropulsan mediante motores eléctricos o gasoil, a través de orugas o ruedas. Estos modelos son apropiados para instalaciones desde tamaño pequeño-medio o (gracias a sus medidas de transporte compactas), hasta grandes proyectos de compostaje con demanda de altos rendimientos.. Sus principales ventajas son:

- Control óptimo del proceso
- Rendimiento máximo de volteo
- Funcionalidad y ergonomía del puesto de trabajo
- Procedimiento de volteo cuidadoso para la estructura
- Herramientas resistentes al desgaste con sistema de cambio rápido
- Maniobrabilidad y fácil transporte

A su vez existen dos tipologías de máquinas volteadoras autopropulsadas.

##### 4.3.1.2.1 Volteadoras de meseta

Voltea la estructura gracias a la extracción del material mediante un transportador de cadena y la descarga del material descompactado a través de una transportadora. Cuentan con un al rascador y una pala para evitar atascos y construyen de forma controlada la meseta volteada a través de la velocidad de 2 escalones de la transportadora. Suelen ser máquinas que presentan un gran rendimiento, si bien es necesario más espacio para realizar el volteo, y su precio ronda los 100.000 €

**Figura 4.11** Volteadoras de meseta



## FICHA 18

Sideturn 2000 (Marca Komptech)



Actualmente, es la volteadora de compostaje en meseta con el rendimiento más alto - voltear entre 1000 y 1500 m<sup>3</sup>/h es perfectamente posible - puede trabajar con un ancho de extracción de 2 m y una altura de la meseta de 3,5 m.

Alta resistencia al desgaste de las herramientas de Hardox; dientes intercambiables en los listones de transporte.

Chasis de neumáticos anchos muy maniobrable, con dirección pivotante y accionamiento hidrostático de rueda de dos escalones: hasta 3 km/h durante el volteo, hasta 11 km/h para maniobras rápidas.

Posición del conductor con total visibilidad fuera de la zona de vapores con puesto de trabajo ergonómico: palanca multifunción, informador, de serie con aire acondicionado, filtro de polvo y radio, preparado para ventilación protectora.

Fácil multiuso en diversas instalaciones: medidas compactas de transporte gracias a la transportadora plegable y la cabina orientable.

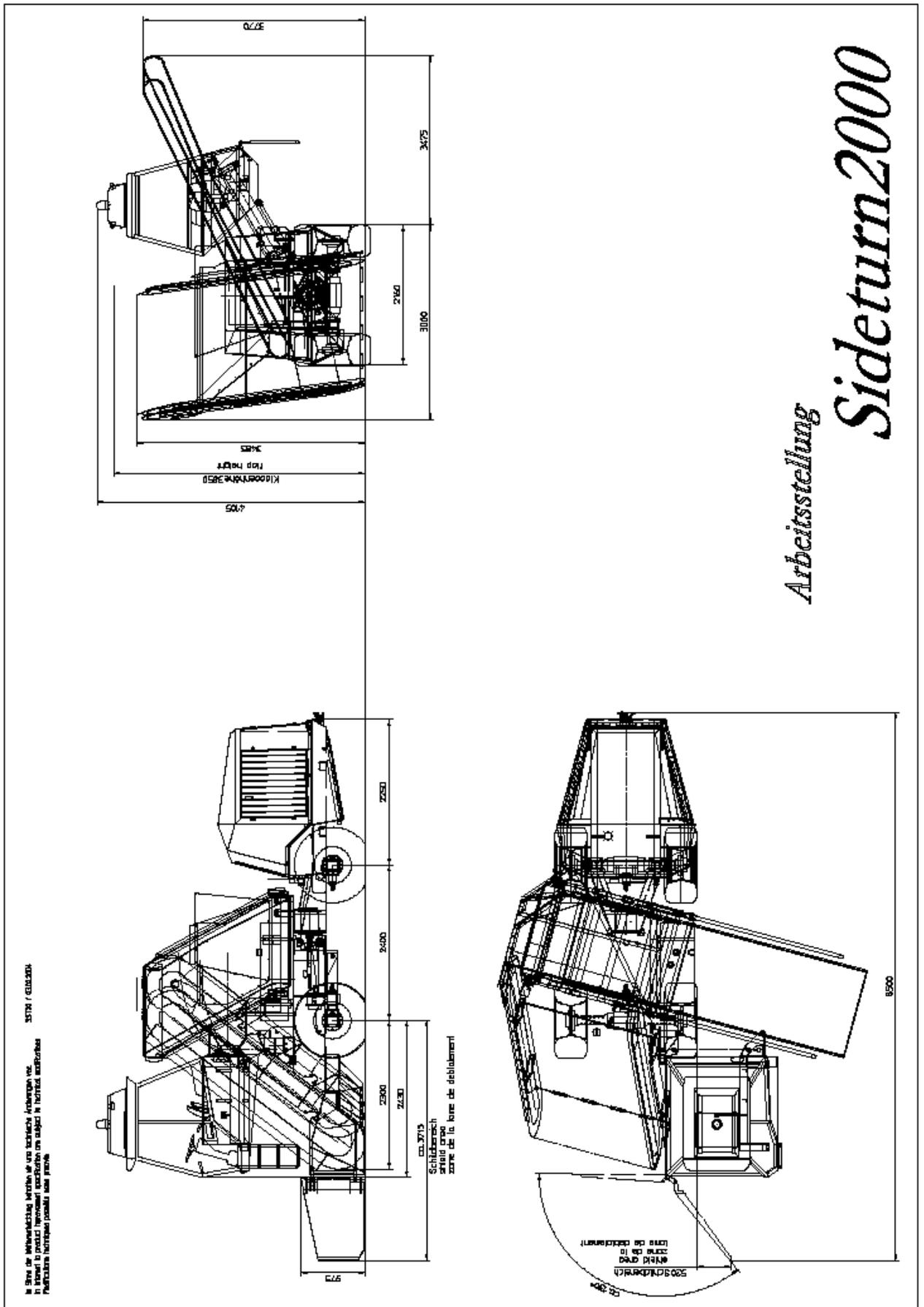
Su precio aproximado es de 100.000 €

## Características técnicas

---

Accionamiento:	Motor Caterpillar C-9 250 kW, 340 CV
Rendimiento:	1.000-1.500 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones de trabajo:	Longitud: 8.500 mm Ancho: 6.475 mm Altura: 4.105 mm
Dimensiones de transporte:	Longitud: 8.695 mm Ancho: 3.000 mm Altura: 3.420 mm
Ancho máximo de trabajo:	2,0 m
Altura máxima de meseta:	3,5 m
Sección máx. del transportador de cadena:	6,0 m <sup>2</sup>
Peso:	aprox. 17.000 kg

---



Arbeitsstellung  
 Sideturn 2000

4.3.1.2.2 Volteadoras triangulares

Cuentan con accionamiento hidrostático de rueda o de oruga, dependiendo de las exigencias y de la disponibilidad de espacio. Presentan la ventaja de la maniobrabilidad y buena tracción en terrenos muy difíciles.

Da una óptima forma de la pila triangular y mezcla perfecta gracias al tambor de volteo. Existen diferentes modelos para rendimientos bajos o muy altos.

El coste de este tipo de máquinas se sitúa en torno a los 180.000 € para los modelos mediano/-pequeños de 200 CV. con una capacidad de volteo de 2.400 m<sup>3</sup>/h.

**Figura 4.12** Volteadoras triangulares



## FICHA 19

SF 200 (Marca Sandberger)



La SF 200 es una volteadora de mantillo autopropulsada con características ideales para instalaciones de pequeñas dimensiones. La SF 200 es la maquina ideal para la fabricación de compost de alta calidad en pequeñas empresas.

### **Características técnicas**

Motor Eléctrico, 380 V / 10 kW

Accionamiento Oruga con cadenas de acero

Peso ~500 Kg

### **Dimensiones**

Ancho de trabajo 2m

Ancho de paso 2m

Altura de trabajo 1m

L x An x Al 2.600 x 1.200 x 1.400 mm

**Rendimiento de paso** Hasta 240 m<sup>3</sup> /h

## FICHA 20

SF 250 (Marca Sandberger)



La volteadora de compost SF250 es una máquina construida con piezas de larga duración, siendo la alternativa perfecta a máquinas más caras y grandes.

Es capaz de voltear pilas de hasta 2.5 m de altura y 1.3 m de anchura. Ideal para producir compost de calidad ya que se garantiza una disponibilidad de oxígeno óptima para bacterias aeróbicas.

### Características técnicas

- Motor John Deere 4.5L, 80cv/60kW
- Combustible 60L Diesel
- Sistema hidráulico 2 x Bombas Sauer Sundstrand
- Rotor Orugas de accionamiento hidrostático
- Altura ajustable hasta en 30 cm
- Accionamiento Orugas de goma
- Opciones Cabina del conductor
- Rodillo de vellón
- Aire acondicionado en cabina
- Sistema de irrigación
- Sistema de inoculación

### Rendimiento:

aprox 800 m<sup>3</sup>/h efectiva

### Dimensiones

L x An x Al 3.50 x 2.00 x 2.50 m

Peso aprox 2000 Kg

## FICHA 21

Topturn X53 wheel (Marca Komptech)

El modelo KOMPTECH TOPTURN X53 WHEEL es una volteadora de compost autopropulsada de alto rendimiento de la nueva generación para pilas triangulares.



**Rendimiento:** La TOPTURN X53 WHEEL es una volteadora de mayor potencia para altos rendimientos y poco espacio ocupado. Un rendimiento de hasta 2000 m<sup>3</sup>/h es perfectamente posible, la máquina puede trabajar con un ancho máximo de trabajo de 5,0 m y una altura máxima de la pila de 2,4 m.

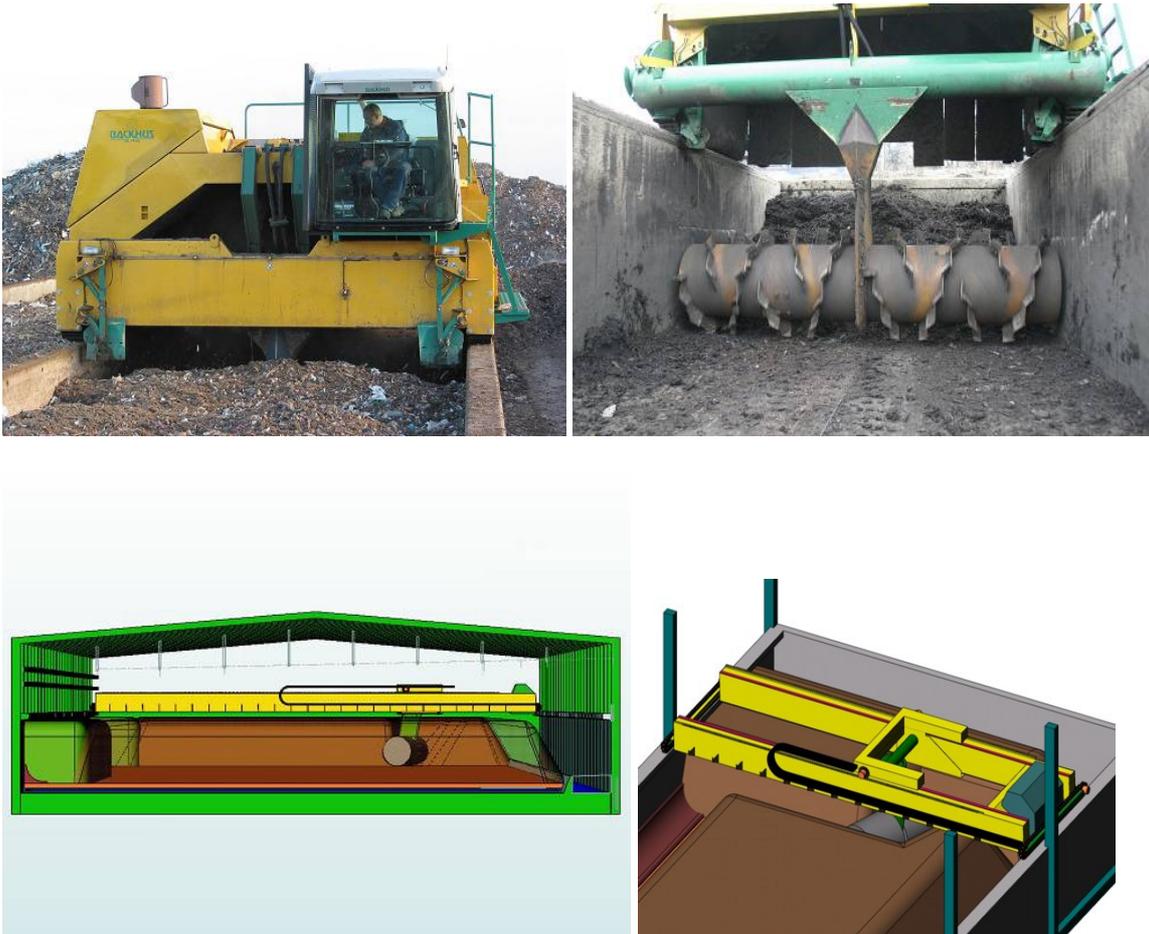
Único: accionamiento hidrostático de rueda o de oruga, dependiendo de las exigencias y de la disponibilidad de espacio.

Accionamiento:	Caterpillar C-9 de 250 kW (340 CV)
Rendimiento:	hasta 2.000 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones de trabajo:	Longitud: 4.220 mm Ancho: 5.350 mm Altura: 3.980 mm
Dimensiones de transporte:	Longitud: 5.350 mm Ancho: 3.000 mm Altura: 3.000 mm
Ancho máximo de trabajo:	5,0 m
Altura máxima de pila:	2,4 m
Sección máx. de la pila:	6,5 m <sup>2</sup>
Peso:	aprox. 12.500 kg



En el compostaje en túnel, el material se deposita entre dos muros de hormigón. La volteadora automática se desplaza por encima de estos muros removiendo el compost. Con esto se consigue un proceso de compostaje óptimo controlando la temperatura y la humedad. El control del olor también es muy importante. Las ventajas que presenta este sistema es una mayor facilidad para el control de los parámetros, usándose sobre todo para grandes cantidades de producto a compostar de forma continua.

**Figura 4.13** Volteadoras de túnel



Actualmente se tiende a realizar el compostaje en naves cubiertas, para reutilizar el agua de los lixiviados y de lluvia para controlar la humedad de la pila, acelerar el proceso en continuo y controlar los olores. El volteado está totalmente automatizado en este caso. El equipo suele consistir en un dispositivo que se desplaza sobre unos carriles siguiendo una trayectoria rectilínea a lo largo de una pista en la que previamente se ha colocado la mezcla a compostar. A la vez que se desplaza el equipo hace girar unas palas solidarias a su eje (situado transversalmente a la pista) de forma que a la vez que mezclan el producto a compostar, lo hace avanzar levemente hacia el final de la pista, en cada volteo. De esta forma se tiene que en la parte delantera se encuentra la última mezcla de

alpeorujo y hoja, y en la parte final de la pista el compost listo para su maduración.

Dado que el proceso de aireación se automatiza, se consigue una importante aceleración del proceso de compostaje, obteniéndose un compost preparado para su maduración final, en unos 40 días.

Además con este proceso se consigue una calidad del compost final mucho mejor que con los volteos mediante pala, ya que la homogeneidad de las mezclas es mayor.

Este tipo de instalaciones únicamente se recomiendan para compostaje en continuo de una cantidades muy importantes de alpeorujos, y que no esté sujeta a variaciones significativas, ya que el proyecto técnico ha de estar perfectamente dimensionado a las necesidades concretas de cada proyecto.

La inversión en este tipo de instalaciones es un factor realmente importante, y se puede situar en un ratio aproximado de 700.000-1.000.000 €.

**Figura 4.14** Volteador de túnel mediante palas



## FICHA 22

VOLTEADORA BACKHUS 9.45 (Marca Backus)



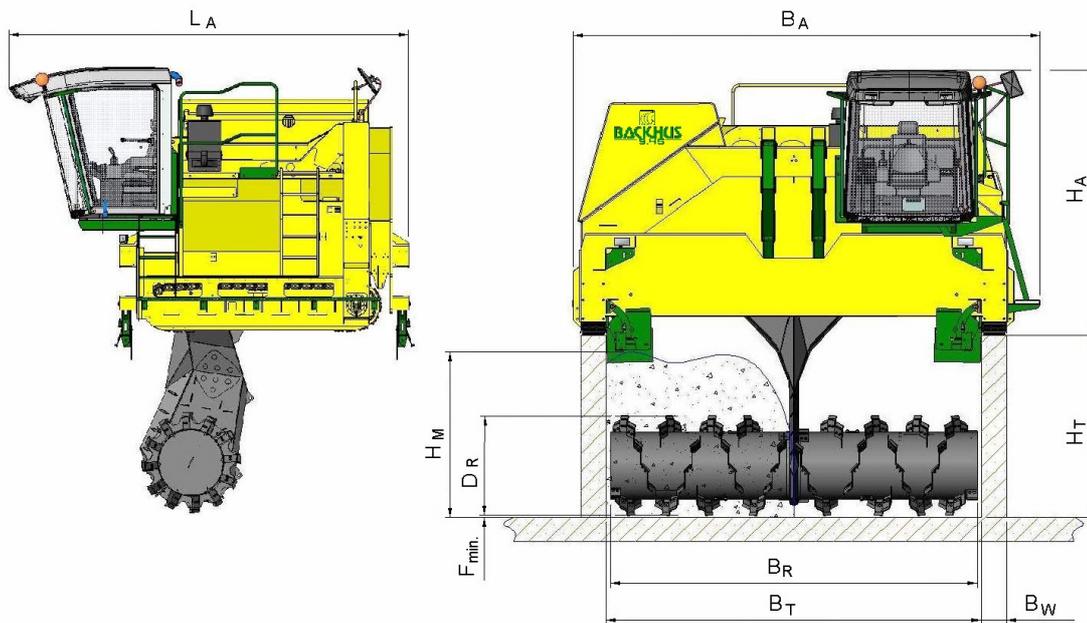
### Características técnicas

Ancho del túnel 4,5 m

Altura del túnel 7,2 metros

Rendimiento 2.000 m<sup>3</sup>/h

Potencia máxima: 300 CV



$B_T$	m	4,5
$H_T$	m	2,2
$H_M$	m	2,0
	$m^3/m^2$	1,87
$B_W$	m	0,3
	mm	300
	m	2,5
	$m^3/h$	2.000
	Nm	12.000
	-	104
$D_R$	mm	1.200
$F_{min}$	mm	30
$B_R$	mm	4400
$L_A$	mm	4900
$B_A$	mm	5600
$H_A$	mm	3250
	mm	4800
	mm	3500
	m/min	0-40
	t	15
	$kg/cm^2$	1,3

## FICHA 23

Volteador automático (MR 6.11) (Marca Scolari)



INNOVACIÓN

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Potencia eléctrica :	23 KW
Altura de la máquina (trabajo /retorno):	2270 / 3200 mm
Ancho entre muretes	aprox. 6000 mm
Altura de producto en la pista:	1100 mm
Avance (paso) / pasaje:	Aprox. 2200 mm
Tipo de movimentador:	MR-6.11- 480 + Transfert <sup>1</sup>
Nº y dimensión de pistas:	4 pistas con 80m x 6m x 1,1m
Rendimiento:	aprox. 15 m <sup>3</sup> mezcla /pista /dia (Contínuo) aprox 60 m <sup>3</sup> mezcla/4 pistas /dia( " ) aprox 500 m <sup>3</sup> mezcla /pista /40 dias (discontinuo) aprox 2.000 m <sup>3</sup> mezcla / 4 pistas /40 dias (discontinuo) hasta 20.000 m <sup>3</sup> mezcla /año

<sup>1</sup> El transfert es una unidad de transferencia entre pistas, específicamente concebido para trasladar volteador automático de tipo MR 6-1100 entre diferentes pistas en modo semi-automático.

## FICHA 24

Volteador automático Compost A-matic (Marca Farmer automatic for America, Inc.)



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	210M	310M	410M	510M	610M
Metros cúbicos disponibles por día	5,46 m <sup>3</sup>	8,19 m <sup>3</sup>	10,92 m <sup>3</sup>	13,65 m <sup>3</sup>	19,92 m <sup>3</sup>
Ancho del pozo	196 cm	297 cm	396 cm	495 cm	597 cm
Profundidad del pozo	101 cm	101 cm	101 cm	101 cm	101 cm
Ancho de la máquina	285 cm	383 cm	483 cm	584 cm	683 cm
Altura de la máquina	145 cm	145 cm	145 cm	145 cm	145 cm
Peso de la máquina	2 Tm	2,3 Tm	2,5 Tm	2,8 Tm	3,1 Tm
Motor del rotor	7.5 Hidrostático	10 CV	10 CV	15 CV	15 CV
Motor del propulsor		2 CV	2 CV	2 CV	2 CV
Velocidad de agitado (cm/min)	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72
Velocidad de retorno (cm/min)	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4

### 4.3.2 Volteo mediante pala cargadora

Existe la opción de llevar a cabo el volteo de las pilas de compost simplemente a través del llevado y posterior vaciado del compost de una simple pala cargadora. El operario ha de manipular el tractor de forma que todo el material de la pila quede volteado.

Esta opción presenta como principal ventaja su bajo coste de inversión, pues este tipo de maquinaria agrícola es común en el conjunto de la mayoría de las almazaras, y se pueden encontrar en el mercado modelos a partir de 30.000 €.

Como punto contrapuesto, según estudios comparativos con otro tipo de maquinaria más específica (Virginia Nelson, 2002), el compost obtenido con este tipo de volteo es de menor calidad y textura menos homogénea con un tamaño de partícula grueso. El tiempo de maduración del compost también aumenta utilizando esta tecnología.



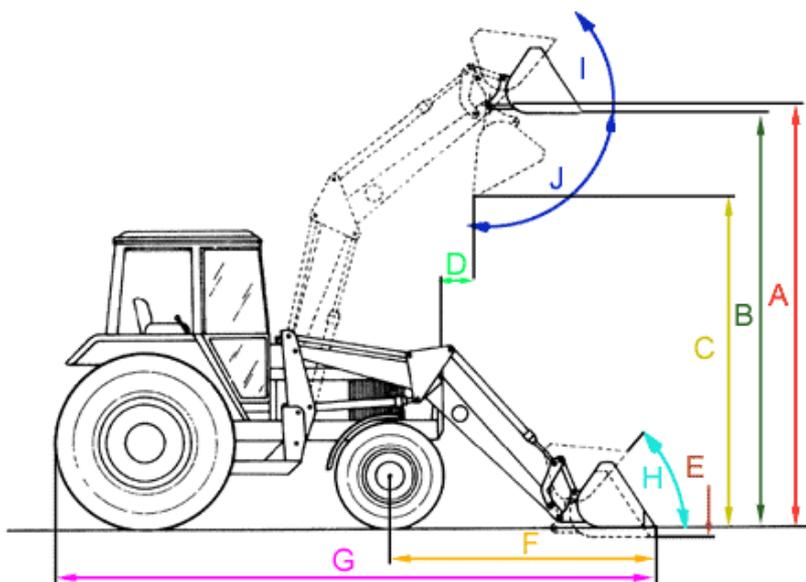
**Figura 4.15** Detalle de pala cargadora

**Figura 40.16** Pala cargadora volteando compost



## FICHA 25

Pala Cargadora (Marca John Deree)



### Series 987-1584-4000

Modelo

	987- /FD	1584- 4/FD	4000- 4/FD	4000- 4/SD
A) Altura de elevación (mm)	2480	2850	2520	2880
B) Altura libre máxima con cazo horizontal (mm)	2320	2700	2380	2720
C) Altura libre máxima con cazo volteado (mm)	1880	2290	1980	2300
D) Distancia al tractor con cazo volteado (mm)	270	470	160	530
E) Profundidad de excavación (mm)	40	40	40	40
F) Voladizo con cazo al nivel del suelo (mm)	1475	1750	1525	1780
G) Longitud total (mm)	3525	4310	3645	4380
H) Ángulo de recogida al nivel del suelo	40°	40°	40°	40°
I) Ángulo de recogida a la altura máxima	50°	60°	54°	55°
J) Ángulo de volteo a la altura máxima	80°	60°	85°	65°
K) Capacidad de elevación a altura máxima (kg)	450	550	425	550
L) N° de cilindros de elevación (Doble Efecto)	4	4	4	4

### Series 5000.II

Modelo

	5000- 3/FD.II	5000- 4/FD.II	5000- 3/SD.II	5000- 4/SD.II
A) Altura de elevación (mm)	3150	3150	3500	3500
B) Altura libre máxima con cazo horizontal (mm)	3400	3400	3400	3400
C) Altura libre máxima con cazo volteado (mm)	2750	2750	2750	2750
D) Distancia al tractor con cazo volteado (mm)	200	200	200	200
E) Profundidad de excavación (mm)	100	100	100	100
F) Voladizo con cazo al nivel del suelo (mm)	2200	2200	2200	2200
G) Longitud total (mm)	5300	5300	5300	5300
H) Ángulo de recogida al nivel del suelo	55°	55°	55°	55°
I) Ángulo de recogida a la altura máxima	60°	60°	60°	60°
J) Ángulo de volteo a la altura máxima	90°	90°	90°	90°
K) Capacidad de elevación a altura máxima (kg)	700	700	700	700
L) N° de cilindros de elevación (Doble Efecto)	3	4	3	4

### Series 6000-6680-7000

Modelo

	6000- 4/SD.II	6000- 4/XD.II	6000- 4/D.II	6680- 4/XD.II	6680- 4/D.II	7000- 4/D

A) Altura de elevación (mm)	3900	4150	4300	4150	4350	4600
B) Altura libre máxima con cazo horizontal (mm)	3750	4000	4150	4055	4210	4450
C) Altura libre máxima con cazo volteado (mm)	2900	3150	3300	3175	3330	3600
D) Distancia al tractor con cazo volteado (mm)	100	100	100	200	100	100
E) Profundidad de excavación (mm)	80	80	80	100	230	80
F) Voladizo con cazo al nivel del suelo (mm)	2300	2350	2450	2350	2430	2450
G) Longitud total (mm)	5700	5770	5840	5770	5840	6250
H) Ángulo de recogida al nivel del suelo	40°	40°	40°	55°	40°	40°
I) Ángulo de recogida a la altura máxima	60°	60°	60°	60°	60°	60°
J) Ángulo de volteo a la altura máxima	90°	90°	90°	100°	90°	90°
K) Capacidad de elevación a altura máxima (kg)	1100	1500	1500	1500	1700	2000
L) Nº de cilindros de elevación (Doble Efecto)	4	4	4	4	4	4

A continuación se muestra un cuadro-resumen con información comparativa entre diferentes modelos y tecnologías para voltear el compost.

**Tabla 4.5** Características generales de algunos modelos de volteadoras de compost

<b>Modelo</b>	<b>TIPO</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>POTENCIA (CV)</b>	<b>RENDIMIEN-TO (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Coste aproximado</b>
<b>Topturn 300 (Komptech)</b>	Toma de fuerza de tractor	3.100	60	300-400	52.941 €
<b>TBU 3P (Willibald)</b>	Toma de fuerza de tractor/desplazamiento lateral	3.200	130	500	60.180 €
<b>16.36 (Backhus)</b>	Autopropulsada/triangular	-	215	1.200	100.000 €
<b>10.30 (Backhus)</b>	Autopropulsada/desplazamiento lateral o meseta	-	224	1.600	100.000 €
<b>MR 6.11 (Scolari)</b>	Autopropulsada/linear o de túnel	2.500	31,25	15 m <sup>3</sup> mezcla /pista /día	700.000 € <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Coste estimativo de la instalación completa (pistas o túneles de compostaje, cubierta, maquinaria, etc.)

#### 4.4 Descompactado del compost

Una vez completado el proceso de compostaje es necesario que el material adquiera una estructura y granulometría adecuada para poder dar salida a un compost de máxima calidad. Para obtener un producto de calidad de granulometría habría que utilizar un molino de martillos como triturador secundario. Si es necesario descompactar el material pueden usarse los molinos descritos en el punto 4.1.2.2 de este informe. Este tipo de molinos pueden encontrarse en ofertas de maquinaria de ocasión para modelos pequeños, a partir de 1.200 €.

**Figura 4.17** Pequeños molinos de alimentación manual útiles para descompactar compost en pequeñas instalaciones



## FICHA 26

### MOLINO DE MARTILLOS HSZV 700 (Marca Haas)



La máquina está diseñada para reducir madera pre-triturada a un tamaño de 0 – 80 mm. Puede descompactar compost. El resultado se puede ajustar al tamaño deseado empleando cribas de diferente perforación.

#### Características técnicas

Motor	Cummins 405 cv. 6 Cilindros
Ancho trabajo (mm)	1.600
Diámetro rotor (mm)	1.300
Martillos largos	42
Martillos cortos	42
Banda de salida (mm)	1.400
Altura de apilado (mm)	aprox 3.200
Bombas Hidráulicas	Mannesmann - Rexroth o similar
Motor hidráulico para bandas	5.5kW; Danfoss o similar
Aceite hidráulico	aprox 100L, HLP 46
Control eléctrico	Siemens SPS, Klöckner-Moeller o similar
Imán sobre banda de altura regulable	
Barniz	RAL 60 24
Rendimiento: 10 Tm/h	

#### 4.5 Cribado del compost

Las cribas tienen la función de refinar el compost madurado dándole una forma esponjosa, homogénea y de granulometría apropiada para la aplicación a la que se destine.

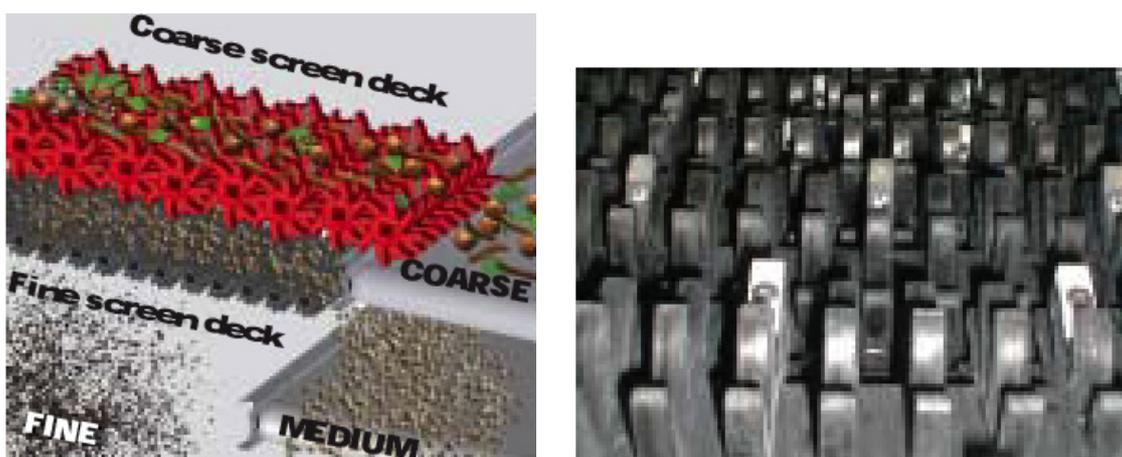
La parte gruesa, constituida básicamente por materiales leñosos más resistentes a la descomposición, se recirculará en el proceso como estructurante, con la propiedad de estar inoculado con los microorganismos que deben iniciar la colonización.

El cribado del compostaje se puede llevar a cabo mediante dos mecanismos: criba de estrella/disco o bien con criba de trómel.

#### 4.5.1 Cribas de estrella

Un lecho de estrellas giratorias se encarga de transportar el material a cribar. Mientras el material pequeño cae pasando por el espacio entre las estrellas, la fracción excedente es transportada hasta el final de la cubierta de cribado.

**Figura 4.18** Detalle del funcionamiento de una criba de estrellas



La fracción de cribado no sólo es determinada por el espacio entre las estrellas, sino también por el diámetro de las estrellas y la velocidad de giro. La referida velocidad de giro de las estrellas se puede manipular sencillamente, por lo que usando una sola cubierta de cribado es posible cribar consecutivamente varias fracciones. En el caso de una instalación con dos cubiertas de cribado, eligiendo varias velocidades de giro por cubierta de cribado, en una pasada se pueden cribar dos fracciones y la fracción excedente.

Las cribas de estrellas funcionan silenciosamente y, debido al movimiento levantador de las estrellas, tiene un mejor rendimiento de cribado. El material es desgarrado y el

movimiento lineal del material a cribar produce una gran velocidad de circulación, lo cual favorece la capacidad de introducción del mismo.

La técnica de cribado de estrella constituye una de las técnicas de separación más eficaces en el campo del reciclaje, sobre todo en compost independientemente del grado de humedad.

El coste aproximado de una criba mediana de estas características con 15 Tm y 172 CV y un rendimiento aproximado de 100 m<sup>3</sup>/h, es de 160.000 €.

Si la instalación es fija, y con un solo corte de cribado, existen equipos desde los 60.000 €.

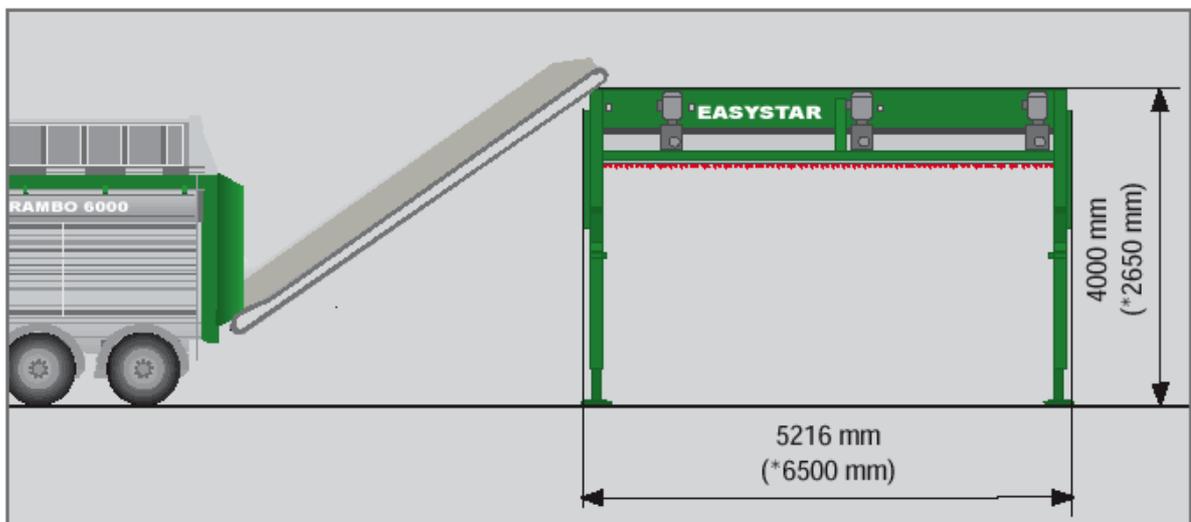
## FICHA 27

Criba Easystar (Marca Komptech)



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Motor	Diesel 12 kVA
Dimensiones	
Longitud	6500mm/5216mm
Anchura	3975mm/2550mm
Altura	2650mm/4000mm
Tamaños de salida	0/10...25mm 0/30...50mm 0/80...100mm 0/120...1250mm
Peso	4500kg
Rendimiento	to 250m <sup>3</sup> /h



## FICHA 28

Multistar M (Marca Komptech)

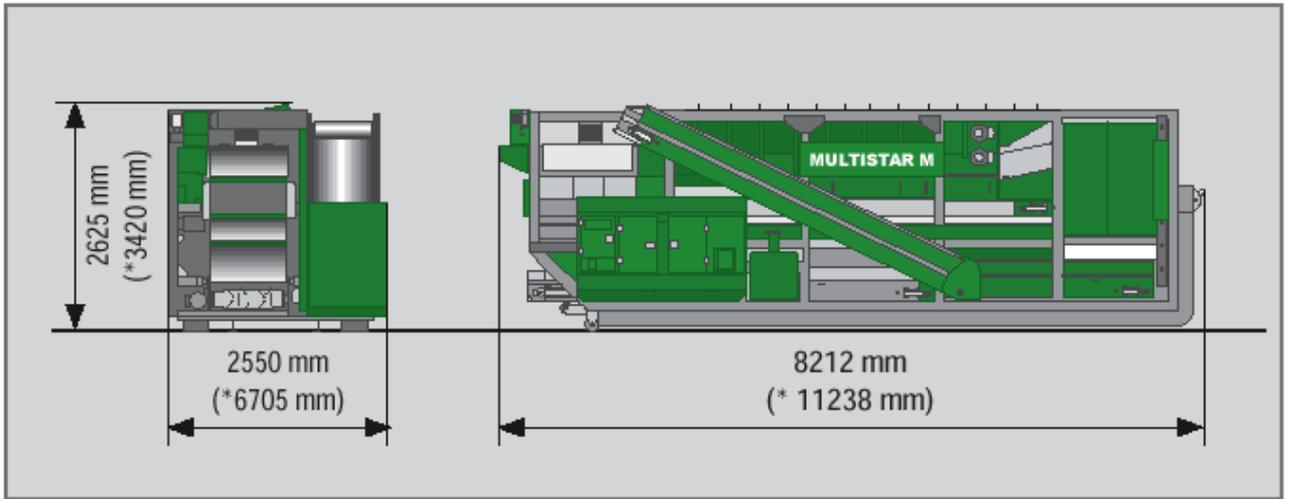


---

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Motor	Diesel 38 kVA
Dimensiones	
Longitud	8212mm/11238mm
Ancho	2550mm/6705mm
Alto	2625mm/3420mm
Dimensiones tolva alimentación	4m <sup>3</sup>
Ancho	3660mm
Profundidad	500/1375mm
Altura de llenado	2600mm
Tamaños de salida	0/10...25mm 10...25/50...70mm >50...70mm
Peso	10300 kg
Rendimiento	100 m <sup>3</sup> /h

---



#### 4.5.2 Cribas de trómel

El cribado a base de trómel se basa en la introducción del material a cribar en un tambor rotatorio inclinado con perforación fija o variable, que permite que los materiales más finos queden retenidos en su interior, a la vez que los materiales más gruesos siguen su curso hasta el final del tambor.

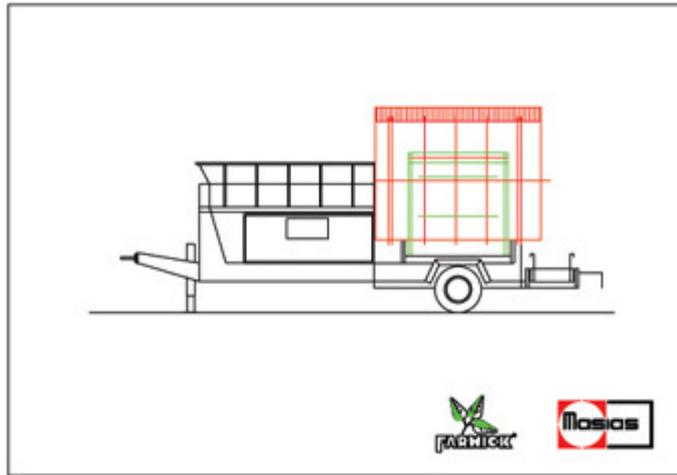
El rendimiento de cribado depende de la carga, del material y de las aberturas de malla.

**Figura 4.19** Mecanismo de funcionamiento de cribas de trómel



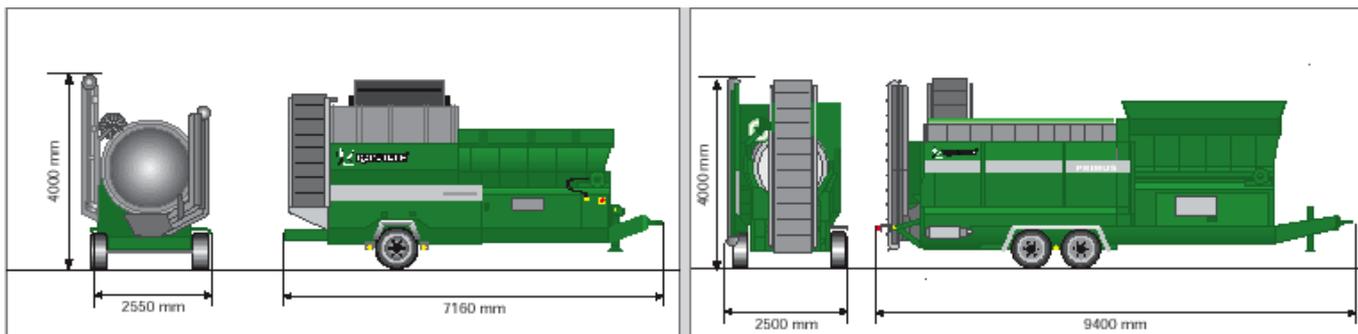
## FICHA 29

Criba Joker (Marca Komptech)



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Accionamiento:	Motor de gasolina o diesel de 14 kW Honda o Lombardini
Rendimiento:	hasta 35 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones de la máquina:	Longitud total: 7.160 mm Ancho total: 2.550 mm Altura total: 4.000 mm Peso total autorizado: 5.000 kg
Tambor de cribado:	Diámetro: 1.800 mm Longitud: 2.440 mm
Tolva de carga:	Capacidad: 2,3 m <sup>3</sup> Ancho: 2.635 mm Profundidad: 1.136 mm Altura de carga: 2.270 mm





## FICHA 30

### Terra Select T4 (Marca Terra Select)



#### Características técnicas

Motor	Cummins-Diesel
Potencia	53cv / 40kW
<b>Alimentación</b>	
Volumen	3.5m <sup>3</sup>
Al x An x Hond.	2650x3150x1550
<b>Tambor</b>	
L x Diam. (mm)	4100x1600
Superficie(eficaz)	21m <sup>2</sup> (18.5m <sup>2</sup> )
Modos de perforación	redondo, cuadrado, rectangular, rombo
Rpm Tambor	hasta 23 rpm
<b>Cintas de salida</b>	
Largo (fino y grueso) (mm)	3400 (opcional 4900)
Ancho (fino, grueso y transversal) (mm)	800

El coste aproximado de esta criba es de 76.302 €.



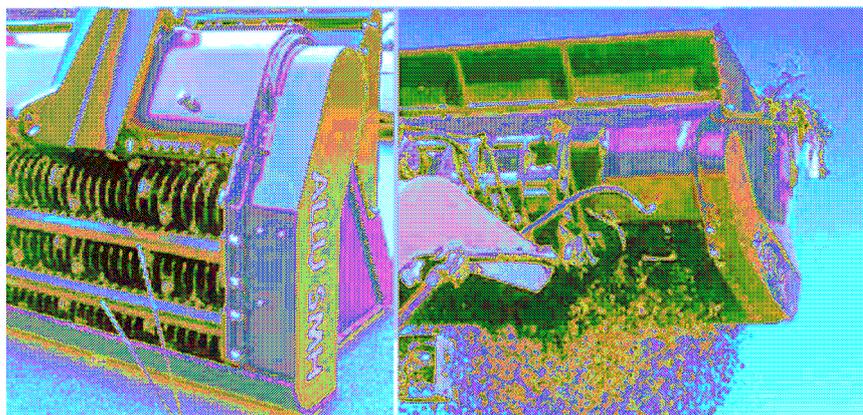
### 4.5.3 Criba mediante cuchara separadora.

La cuchara separadora es un implemento que puede utilizarse en cualquier excavadora o pala cargadora que vaya equipada con 3<sup>er</sup> circuito hidráulico con una presión inferior a 250 bar. En ella el fondo de la pala o excavadora está equipado con un sistema de ejes rotativos de martillos fijos, de forma que el material en el interior de la cuchara para a través de dicho sistema. De esta forma puede tener una doble utilidad:

- Volteo de compost.
- Equipo de cribado.



**Figura 4.20** Detalle de cuchara separadora



**Figura 4.21** Cuchara separadora en funcionamiento

### FICHA 31

Cuchara separadora Twister/Mudbuster (Marca Neuerhauser)

**Twister**<sup>®</sup>  
Shovel separator



INNOVACIÓN

Medidas de cribado, según la configuración son:

- 30 mm - 60mm
- 40 mm - 60 a 120 mm

Descripción modelo	Volumen DIN ISO	Peso Kg	Superficie de cribado m <sup>2</sup>	Caudal hidráulico l/min	Dimensiones LxBxH/cm
<b>Pala cargadora pequeña</b>					
<b>AL 6</b>	1,2	1100	0,9	94	163x105x113
<b>Palas cargadoras de 8 a 35 toneladas métricas</b>					
<b>BL 4</b>	1,6	1420	1,0	187	123x139x140
<b>BL 6</b>	2,2	1810	1,4	187	174x139x140
<b>BL 8</b>	2,8	2200	1,8	187	223x139x142
<b>BL 10</b>	3,6	2590	2,2	335	272x139x142
<b>Excavadoras de 15 a 45 toneladas métricas</b>					
<b>BL 4</b>	1,6	1420	1,0	187	123x139x140
<b>BL 6</b>	2,2	1810	1,4	187	174x139x140
<b>CL 6</b>	3,8	2650	1,8	320	174x155x176

Esta criba tiene un coste aproximado de 30.000-50.000 € dependiendo del modelo.

A continuación se muestra un cuadro-resumen con información comparativa entre diferentes modelos y tecnologías para cribar el compost.

**Tabla 4.6** Características generales de algunos modelos de cribas

<b>Modelo</b>	<b>TIPO</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>POTENCIA (CV)</b>	<b>RENDIMIEN-TO (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>AJUSTE DE SALIDA</b>	<b>Coste aproximado</b>
<b>Twister BL10</b>	Cuchara separadora	2.590	-	-	30- 120 mm	50.000 €
<b>T4 (Terra-Select)</b>	Tromel	10.000	52	100	80	76.302 €
<b>Supers-creener (Nevenhauser)</b>	Estrellas	14.5	170	> 100	25 mm	160.000€

## 4.6 Ensacado del compost

Cuando se ha obtenido un compost de calidad, es preciso darle una adecuada presentación y que éste sea envasado en sacos para su posterior venta o aprovechamiento. Lo más común es utilizar una máquina de dosificación con alimentación por gravedad destinada a productos de flujo fácil. Para constituir la dosis, la tolva receptora está equipada en su extremidad con una válvula. En un primer tiempo, la válvula está totalmente abierta en gran caudal para llenar lo más rápidamente posible. Luego, para acabar la pesada y obtener la mayor precisión posible, la válvula se pone en una posición intermedia permitiendo un flujo de producto más pequeño. Cuando el peso requerido es alcanzado, la válvula obtura totalmente la tolva (a la excepción de la columna de caída/error de caída).

**Figura 4.22** Detalle del proceso de ensacado



## FICHA 32

Ensacadora (Marca Willibald)



---

### Características técnicas

---

Peso	1500Kg
Boca de alimentación	1.5 m <sup>3</sup>
Ancho de carga (mm)	2300
Altura de carga (mm)	2350
Banda dosificadora	
Ancho de banda (mm)	500
Motor	1.1 kW
Producción aproximada	70-120 sacos/hora
Granulometría max. (mm)	20
Tolva para material :	Construida en acero de 5 mm mediante soldadura. Volumen: aprox. 5m <sup>3</sup> . Ancho de la carga : 2300 mm. Alto de carga: 2350 mm.
Armazón:	Chapa en acero de 6mm de grosor.
Cinta transportadora:	500 mm ancho y motor de 1.1 kW. Tambor de accionamiento de goma con rodillos de de soporte.
Tolva de dosificación:	Opcional con dosificación de volumen o de peso. Acero de 5mm de grosor
Cierre de los sacos:	Manual.
Soporte para los sacos:	Con altura regulable.
2 perfiles de acero:	Para facilitar el transporte con grúa elevadora.

---

El precio de este modelo es de 18.117 €.

### 4.7 Distribución del compost

Es posible que se opte por reutilizar el compost obtenido como abono del olivar. En este caso existe en el mercado una gran variedad de remolques distribuidores de abono, que facilitan mucho esta tarea.

Como ejemplo, en la siguiente figura se muestra un distribuidor marca "Casale" sobre carro con neumáticos de alta flotación o sobre camión. Distribuye estiércol desde 1 hasta 30 Tm/ha. Regulación hidráulica. Ancho de distribución 6 a 8 m. Capacidad de carga 5, 8 y 11 ton (4, 6 y 8,5 m<sup>3</sup>).

**Figura 4.23** Distribuidor de compost



### FICHA 33

#### Esparcidor de compost JL/FJ (Marca Agric)



El programa de remolques ofrece gran variedad de modelos para cubrir cualquier necesidad.

La característica común del programa es : robustez de manufactura y facilidad de manejo.

Accesorios opcionales:

Tapa trasera.

Torno.

Molinete inferior con accionamiento.

Alzas forrajeras.

Instalacion electrica.

MOD.	m	Kg	Carga	Diámetro ruedas
FJ-35-1HP	1,80x3,20x0,60	1230	3,5	10x15 ( 8 PR )
FJ-35-1H	1,80x3,20x0,60	1280	3,5	10x15 ( 8 PR )
FJ-35-2H	1,80x3,20x0,60	1270	4,0	10x15 ( 8 PR )
FJ-40-1HP	1,80x3,50x0,60	1340	4,0	10x15 ( 8 PR )
FJ-40-1H	1,80x3,50x0,60	1350	4,0	10x15 ( 8 PR )
FJ-40-2H	1,80x3,50x0,60	1340	4,5	10x15 ( 8 PR )
FJ-45-1HP	1,80x3,80x0,60	1380	4,5	10x15 ( 8 PR )
FJ-45-2H	1,80x3,80x0,60	1420	5,5	10x15 ( 8 PR )
FJ-55-1HP	1,80x4,20x0,60	1410	5,5	11,5x15 ( 10 PR )
FJ-55-1H	1,80x4,20x0,60	1540	5,5	11,5x15 ( 10 PR )
FJ-55-2H	1,80x4,20x0,60	1530	5,5	11,5x15 (10 PR )
JL-25-1HP	1,30x2,80x0,60	820	2,5	8,5x12 (6 PR )
JL-30-1HP	1,60x3,0x0,60	1005	3,0	10x15 (8 PR )
JL-30-1H	1,60x3,0x0,60	1020	3,0	10x15 (8 PR )
JL-30-2H	1,60x3,0x0,60	1040	3,0	10x15 (8 PR )

## FICHA 34

Esparcidor de compost Tractomotor industrial (Marca Tractomotor)



El remolque esparcidor de estiércol de Tractomotor Industrial viene equipado con cilindros verticales.

Su anchura de labor es de aproximadamente 4,5 metros. La transmisión de cada cilindro es mediante un grupo de engranajes bañados en aceite. La puerta interior trasera hidráulica es ideal para la retención de la carga en el transporte.

Su avance continuo es hidráulico: la caja de engranajes bañados en aceite está accionada con un motor hidráulico que permite ir de 0 hasta la velocidad de descarga deseada, incluso con doble avance hacia atrás.

## Esparcidor de compost TECFORM CM5



La máquina TECFORM CM5 ha sido diseñada de forma específica para hacer eficaz y económica la distribución de compost, por encima de los tradicionales aperos distribuidores de abonos utilizados hasta ahora.

La CM5, especialmente diseñada para las características del compost, amplía las posibilidades de uso del apero tradicional ya que **puede trabajar en pendientes laterales de hasta el 17%** y en terrenos poco consistentes gracias a la alta flotabilidad de sus neumáticos.

Sus dimensiones y maniobrabilidad permiten su uso incluso en cultivos agrícolas como el olivar y en los cultivos forestales.

Otras características funcionales:

- capacidad de carga: 5.000 kg/ 7,5 m<sup>3</sup>
- Peso total en carga: 9.000 kg.
- Remolcable con tractor agrícola
- Arrastre de compost en el interior de la cuba por rastreles movidos por motor hidráulico de velocidad variable movido por circuito hidráulico del tractor
- Dos cabezales de reparto de eje vertical movidos por toma de fuerza
- Posibilidad de instalar distintos cabezales de reparto según las necesidades del cultivo



- AGROTRACTOR SEVILLA, S.A. Ctra. Sevilla-Madrid, km. 536,200 41007 SEVILLA  
Tel: 954 671 900 Fax: 954 523 448
- AMBINTEGRA Rua Jacinto I Sousa, 90 3º-D 2775-711 Carcavelos
- ATICA Av Carrillet, 243 – nave D Tel: 902 889 100 / Fax 902 889 102
- Berken Reciclaje S. L. C/ Cáceres nº 20 CP 11500 El Puerto de Santa María (Cádiz)  
Teléfono: 677 66 88 91 Fax: 956 56 21 47.
- Comercial de Mecanización Agrícola, SA. Pol. Balconcillo, 10 - 19004 Guadalajara.  
Telf : 949 20 82 10 Fax: 949 20 30 17
- ENGUIX, S.L. Avda. Espioca, 122. 46460 Silla, Valencia (España). Tel. (034) 96  
121 92 30. Fax. (034) 96 121 92 33
- JAY·LOR R.R. 2 Orton, Notario LON 1N0, Canada Tel. 34 972 293150 - Fax 34  
972 293151
- Juscafresa Avda. de Saus 16 17465 Camallera (Girona) Tel. 972 79 40 00 - Fax 972  
79 44 84
- MAQUINARIA AGRICOLA DEL SUR S.L. (BELAFER S.L.) SAN JOSÉ DE LA  
RINCONADA (SEVILLA) TEL.955791646
- Maquinaria Agrícola Ferro S.A. Ctra. Barcelona, km. 476'5 25220 Bell-lloc d'Urgell  
(Lleida) Teléfonos: 973560017 – 973560161
- Masias Recycling / Major de St. Magdalena, 1 - 17857 SANT JOAN LES FONTS  
(Girona) España Tel. 34 972 293150 - Fax 34 972 293151
- Rover Asteca S.A. Paseo de los Olmos 5 1º 20016 San Sebastián (Guipúzcoa)  
ESPAÑA Tel 943 39 62 47 Fax 943 39 58 45
- SERRAT TRITURADORAS C/ Río Cinca 12 22510 Binaced (Huesca) Teléfono 974  
42 62 00 Fax: 974 42 70 64
- Unoreciclaje S.L. Major de St. Magdalena, 1 - 17857 SANT JOAN LES FONTS  
(Girona) España Atención al cliente: 902 999 344 | FAX: 902 999 346

## BIBLIOGRAFÍA

- AAO, Agencia para el aceite de oliva. Datos de producción anual de aceite. 2004.
- Aguilar, F.J., González, P. 1998. Utilización agrícola de compost de residuos sólidos urbanos en cultivos leñosos de la provincia de Córdoba. Comunicación I + D 26/98. Direc. Gral. de investigación y formación agraria. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Aguilar, M.A., Ordóñez, R., González, P., 2003. Utilización de compost de lodos de depuradora en olivar. Serie olivicultura y elaiotecnia. Consejería de agricultura y pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Ajwa, H.A., Bañuelos, G.S., Mayland, H.F. 1998. Selenium uptake by plants from soils amended with inorganic and organic materials. *J. Environ. Qual.* 27:1218-1227.
- Alba, J. 1999. Elaboración de aceite de oliva virgen. Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. El cultivo del olivo 4ª Edición. Ed. MundiPrensa-Junta de Andalucía, Madrid. Pp. 550-587.
- Albarrán, A., Celis, R., Hermosín, M.C., López-Piñeiro, A., Cornejo, J. 2002. Efecto de la adición de alperujo en la adsorción, liiviación y biodegradación de Simazina en el suelo. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 211-215.
- Aranda, E.; Sanpedro, I.; Ocampo, J.A.; García-Romera, I. 2002. Reducción de la fitotoxicidad del extracto acuoso de alperujo en plantas de tomate mediante el uso de *Fusarium lateritum*. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 233-236.
- Ayuso, M.; Pascual, J.A.; García, C.; Hernández, T.; Costa, F.; Polo, A. 1994. Influencia del grado de estabilidad de la materia orgánica sobre el crecimiento vegetal. En: III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II. Pp. 107-114.
- Barreto, C.; Rozas, Mª A.; López - Piñeiro, A.; Nunes, J.M.; García, A. 2000. Efectos de la aplicación de residuos de almazara en el fósforo asimilable y otras propiedades edáficas de un olivar en regadío. *Edafología.* 7:29-38.
- Bas, F., Colinet, M.J., Robles, S. 2002. Métodos de gestión en la eliminación de los orujos de aceituna generados en la obtención del aceite de oliva. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 200-202.
- Bejan, A. 1993. Heat transfer. Wiley, Nueva York.
- Benítez, C.; Gil, J.; González, J.L. 2000. Influencia de la humedad en la evolución de parámetros químicos de un suelo tras la adición de alperujo *Edafología.* 7:215 - 221.
- BOE, 1991. Orden del 14 de Junio de 1991 sobre productos fertilizantes y afines. Nº 146.
- BOJA, 2001. Orden de 27 de Junio de 2001, conjunta de las consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Pesca, por la que se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía. Nº 75, Sevilla.
- Braunack, M.V.; Dexter, A., R. 1989. Soil Aggregation in the Seedbed: A Review. I. Properties of Aggregates and Beds of Aggregates. *Soil Till. Res.*, 14:259-279.

Butler, T.A., Sikora, L.J., Steinhilber, P.M, Douglass, L.W. 2001. Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. *J. Environ. Qual.* 30: 2141 – 2148.

Cabrera, F.; Madejón,E.; Romero, A.S.; López, R. 2002. Diagnóstico y estudio de alpechines, orujos y alperujos. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp:195 – 199.

Cabrera, F.; Moreno, F.; Murillo, J.M.; Ortega, J.J.; López, R.; Fernández, E.; Madejón, E.; Madrid, F.; Burgos, P.; Pérez, A. 2000. Recuperación mediante inmovilización in situ de suelos contaminados con metales pesados por el vertido de Aznalcóllar. Pyto. REN-2000-0662.CSIC.

Chefetz, B., Adani, F., Genevini, P., Tambone, F., Hadar, Y., Chen, Y. 1998. Humic - Acid transformation during composting of municipal solid waste. *J. Environ. Qual.* 27:794-800.

Civantos, L. 1999. La olivicultura en el mundo y en España. Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. El cultivo del olivo 4ª Edición. Ed. MundiPrensa-Junta de Andalucía, Madrid. Pp. 17-34.

Cornejo, J., Cox, L., Celis, R., Calderón, M.J., Fachenda, G. 2002. Uso de alperujo como enmendante de suelos para minimizar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el uso de plaguicidas en el olivar. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 217-220.

Costa, F., García, C., Hernández, T. & Polo, A. 1991. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. CSIC-CEBAS, Murcia. 181 pp.

Dao, T.H. 1999. Coamendments to modify phosphorous extractability and nitrogen/phosphorous ratio in feedlot manure and composted manure. *J. Environ. Qual.* 28:1114-1121.

De Bertoldi, M.; Vallini, G.; Pera, A.; Zucconi, F. 1984. Technological aspects of composting including modelling and microbiology. Composting of agricultural and other wastes. Comm. of the European Communities. Elsevier. Londres. pp: 27-41.

De la Rosa, D., Baños, C., Mudarra, J.L., Barahona, E., Moreira, J.M., Gago, R., Puertas, J.M., Ramos, A. 1984. Catálogo de suelos de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 274 pp.

Delschen, T. 2001. Written statements from the panel ...Do we need compost?. En: Applying compost Benefits and needs. Seminar proceedings. Brussels, 22-23 November, 2001. pp. 246.

DOCE, 1991. Directiva del Consejo 91/676/CEE de 12 de Diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación por nitratos utilizados en agricultura. Nº L 375, 31 de Diciembre de 1991.

DOCE, 1997. Reglamento (CE) nº 1488/97 de la comisión de 29 de Julio de 1997 por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2092/91 del Consejo sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimeticios. Nº L 202, 30 de Julio de 1997.

DOCE, 1999. Directiva del Consejo 1999/31/CE de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos. Nº L 182, 16 de Julio de 1999.

Eghball, B., Gilley, J.E. 1999. Phosphorous and nitrogen in runoff following beef cattle manure or compost application. *J. Environ. Qual.* 28:1201-1210.

Fernández – Bolaños, J. Rodríguez, G., Sebti, M., Heredia, A., Rodríguez, R., Guillén, R., Jiménez, A. 2002. Aplicación de un tratamiento al vapor para la valorización del alperujo. Planta piloto: obtención de hidroxitirosol puro. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 203-206.

Fernández – Bolaños, J.; Felizón, B.; Heredia, A. 1994. Aprovechamiento de hemicelulosas en subproductos de aceitunas. En: III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II. Pp. 31-36.

Finstein, M.S. & Miller, F.C. 1985. Principles of composting leading to maximization of decomposition rate, odor control, and cost effectiveness. En: *Composting of agricultural and other wastes. Comm. of the European Communities.* Elsevier. Londres. pp. 13-26.

Gan, J., Yates, S.R., Crowley, D., Becker, J.O. 1998. Acceleration of 1,3 Dichloropropene degradation by organic amendments and potential application for emissions reduction. *J. Environ. Qual.* 27:408-414.

García, D.; Bernal, M.P.; Moreno, J.F.; Roig, A.; Cegarra, J. 1994. Utilización de compost y ácidos húmicos en el cultivo de rye-grass. En: III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II. Pp. 409-418.

García-Ortíz, A. Y frías, L. 1995. El empleo de alpechín y orujos húmedos. Comunicación I+D Agroalimentaria 18/95 Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.

Giráldez, J.V. Efectos de los diferentes sistemas de laboreo sobre las propiedades físicas del suelo. En: L. García Torres y P. González (Ed.) "Agricultura de conservación. Fundamentos agronómicos, medio ambientales y económicos". Sociedad Española de Laboreo de Conservación, Cordoba. Pp. 15-38

González, A., Sobrino, E., Delgado, M.M., Miralles de Imperial, M.M., Beltrán, E.M., Porcel, M.A., Martín, J.V., Beringola, M.L., Ayerbe, L. 2002. Análisis de la respuesta de la variedad de olivo Cornicabra a las aportaciones fertilizantes orgánicos, mediante el test de cinética rápida de fluorescencia, Jip-Test. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 295-298.

González, J.L., Bellido, , Ruiz, J.L., Benítez, C. 1994. Una alternativa agrícola al problema ecológico de los alpechines. En III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II. Pp. 243-250.

González, P. 1997. Efectos del laboreo sobre la materia orgánica y las propiedades químicas del suelo. En: L. García Torres y P. González (Ed) "Agricultura de conservación. Fundamentos agronómicos, medio ambientales y económicos". Sociedad Española de Laboreo de Conservación. Córdoba. Pp. 43-49.

González, P.; Ordóñez, R.; Giráldez, J.V.; García- Ortiz, A.; Polo, M.J.; Romero, A. 2003. Aplicación agrícola de residuos de almazaras con el sistema de dos fases. En: XI Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2003. OLI-13.

Haug, R. 1993. The practical handbook of compost engineering. Lewis Publishers, Nueva York.

Hermoso, M., González, J., Uceda, M., García-Ortíz, A., Morales, J., Frías, L., Fernández, A. 1998. Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases.

Informaciones técnicas 61/98 Direc. Gral. de Investigación y formación agraria Junta de Andalucía.

Jiménez Gómez, S. 1994. Anonadamiento de residuos : comentarios al III Congreso Internacional de química de la Anque. III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II: XXXVII – XLV.

Kuo, S. 1996. Phosphorous. En: Methods of soil analysis. Part 3 Chemical Methods. Editor: D.L. Sparks. Soil. Sci. Soc. of America. Wisconsin. Pp. 869-919.

Labrador, J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Ed. MAPA y MundiPrensa. Madrid.

Lanzón, A.; Guinda, A.; Albi, T. 2001. Aprovechamiento de la hoja del olivo para la obtención industrial de ácido oleanólico. En: X Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2001. IND-26.

Laos, F. 2003. Compostaje de residuos orgánicos de actividades productivas y urbanas en la región Andino-Patagónica: determinación de índices de madurez para su utilización agronómica. Tesis doctoral Universidad nacional del Comahue, Argentina. 148 pp.

Lee, Y. S.; Bartlett. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Soil. Sci. Soc. Am. J. 40:876-879.

Leita, L.; & Denobili, M. 1991. Water soluble fractions of heavy metals during composting of municipal solid waste. J. Environ. Qual. 20 : 73-78.

López, A., Ramírez, R. 2002. Obtención de compost y extractos húmicos a partir de alperujo. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 228-231.

M.A.P.A. 1986. Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Plantas, productos orgánicos, fertilizantes, suelos, agua, productos fitosanitarios y fertilizantes orgánicos. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Madejón, E.; Galli, E.; Tomati, U. 1998a. Composting of wastes produced by low water consuming olive mill technology. Agrochimica 42,173-183.

Madejón, E.; Galli, E.; Tomati, U. 1998b. Biorremediation of olive mill pomaces for agricultural purposes. Fresenius Environmental Bulletin 7, 873-879.

Madrid, L.; Díaz-Barrientos. E. 1994. Adsorción de metales pesados por un suelo sometido a un intenso tratamiento con alpechín. En: III Congreso Internacional de química de la Anque. Vol. II. Pp. 369-378.

Martín, A.I., Moumen, A., Yáñez, D.R., Molina, E. 2002. Valorización de subproductos de la producción del aceite de oliva mediante su empleo en alimentación de rumiantes. Universidad de Córdoba en Jornadas de investigación y transferencia tecnología al sector oleícola. pp: 207-210.

Martínez, G.; Williams, C.J.; Burgoyne, A.; Edyvean, R.G.J. 2001. Biosorption of heavy metals by olive oli production by-products. En: X Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2001. OLI-04.

Martínez, L.; Rodríguez, S.; Giménez, J.A.; Lozano, J.L.; Cobo, A.; Ortega, J.; Hodaifa, H. 2003. Contribución al estudio de la composición y tratamiento de aguas de lavado de aceituna y aceite. En: XI Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2003. TEC-28.

Mazza, C.P. ; Cunningham, S.J. ; Harrison, E.Z. 2001. Using organic matter in the garden. Cornell University. Melgar, R. 2003. Posibilidades de valoración agrícola de subproductos generados por la agroindustria del olivar. Tesis doctoral Universidad de Granada. 221 pp.

Melgar, R.; Álvarez, H.; Nogales, R. 2003. Potencialidad del compost y vermicompost de alperujo para reducir la infección de semillas de guisante por *Pythium ultimum*: Resultados preliminares. En: XI Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2003. OLI-21.

Ministerio de Medio Ambiente. Direc. Gral. de calidad y evaluación ambiental. Estudio de los mercados de compost. Memoria de síntesis.

Mondini, C., Dell'Abate, M.T., Leita, L., Benedetti, A. 2003. An integrated Chemical, Thermal, and Microbiological Approach to Compost Stability Evaluation. *J. Environ. Qual.* 32: 2379 - 2386.

Montanarella, L.; Rusco, E. Organic matter levels in European agricultural soils. Institute for environment and sustainability. Soil and waste unit. European Soil Bureau. [www.ei.jrc.it/sw/projects/ESP/](http://www.ei.jrc.it/sw/projects/ESP/)

Morel, J.L.; Colin, F.; Germon, J.C.; Godin, P.; Juste, C. 1985. Methods for the evaluation of maturity of municipal refuse compost. En: *Composting of agricultural and other wastes*. Comm. of the European Communities. Elsevier. Londres. pp: 56-72.

Mustin, M. 1987. *Le compost. Gestion de la matière organique*. Édition. François Dubusc. Paris.

Negro, M.J.; Cabañas, A.; Carrasco, J.E.; Solano, M.L. 1994. Compostaje de fangos de alpechín. En: *III Congreso Internacional de química de la Anque*. Vol. II. Pp. 175-187.

Ordóñez, R.; González, P.; Giráldez, J.V.; Beltrán, G. 1996. Evolución temporal de determinados parámetros químicos en un suelo cultivado regado con alpechín. *Ingeniería del agua*, 3: 53-58.

Ordoñez, R.; González, P.; Giráldez, J.V.; García - Ortiz, A. 1999. Efecto de la enmienda con alperujo sobre los principales nutrientes de un suelo agrícola.

Estudios de la zona no saturada. Eds. R. Muñoz-Carpena, A. Ritter, C. Tascón. ICIA. Ordóñez, R.; Romero, A.Mª.; Polo, Mª.J.; Giráldez, J.V.; González, P. 1998. Aplicación de alperujo en suelos: Dinámica de los principales nutrientes aportados. XVI. Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca: 157-164.

Pastor, M.; Castro, J.; Saavedra, M.; Humanes, Mª. D.; Pajaron, M.; Civantos, M.; Alvarado, M.; Caballero, J.I. 1999. Cultivo de olivar en zonas de especial protección ambiental. Direc. Gral. de Investigación y formación agraria Junta de Andalucía.

Pérez-Bonilla, M.; Salido, S.; Linares, P.; van Beek, T.A.; Altarejos, J.; Nogueras, M.; Sánchez, A. 2003. La madera de olivo como nueva fuente de antioxidantes naturales. En : XI Simposium Internacional del aceite de oliva. Expoliva 2003. TEC-26.

Porta, J.; López Acevedo, M.; Roquero, C. 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2ª Edición. MundiPrensa, Madrid.

Richard, T.,L. 2000. The effect of lignin on biodegradability. <http://compost.css.cornell.edu/calc/lignin.html>

Richard, T.,L.; Trautmann, N.M. 1996. Getting the right mix. Calculations for thermophilic composting.

Sodean 2002, Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía.[http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/cocoon/aae/nav/com/contenido.jsp?pag=/contenidos/publicaciones/aprovechamiento\\_energetico](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/cocoon/aae/nav/com/contenido.jsp?pag=/contenidos/publicaciones/aprovechamiento_energetico)

Van Ginkel, J.T. 1996. Physical and biochemical processes in composting material. Tesis doctoral, Universidad Agrícola de Wageningen.

Vián Ortuño, A.1994. El residuo como significación y como voluntad. III Congreso Internacional de la Anque: "Residuos sólidos y líquidos: su mejor destino", Tenerife, España. pp 10.

Wang Z.; Stumm, W. 1987. Heavy metal complexation by surfaces and humic acids: a brief discourse on assessment by acidimetric titration. *Neth. J. Agric. Sci.* 35:231-240.

Wu, L., Ma, L.Q. 2002. Relationship between compost stability and extractable organic carbon. *J. Environ. Qual.* 31: 1323 – 1328.

Zucconi, F., & M. de Bertoldi. 1987. Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. En: de Bertoldi, ., Ferranti, M.P., L'Hermite, P. & F. Zucconi (Eds). *Compost: Production, Quality and use*. Comm. of the European Communities. Elsevier Applied Science, London, pp. 30-50.

Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A. & de Bertoldi, M. 1981. Biological Evaluation of Compost Maturity. *BioCycle*, July/August : 27-29.

Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A. & de Bertoldi, M. 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. En: *Composting of agricultural and other wastes*. Comm. of the European Communities. Elsevier. Londres. pp. 73-83.

