



 **sucello**

**Triggering the creation of biomass logistic centres
by the agro-industry**

**Manual para las agroindustrias interesadas en empezar una
nueva actividad como centro logístico de biomasa: información
básica.**



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Autor: Camille Poutrin

Editores: Cosette Khawaja, Dr Rainer Janssen, Dr. Alfred Kindler, Tanja Solar, Klaus Engelmann, Eva López, Daniel García-Galindo

Publicación: © 2015, SCDF - Services Coop de France
43, rue Sedaine / CS 91115
75538 Paris Cedex 11, France

Contacto: Camille Poutrin
SCDF - Services Coop de France
camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop
Tel.: +33 1 44 17 58 40
www.servicescoopdefrance.coop

Sitio web: www.sucellog.eu

Copyright: Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este manual puede ser reproducida, de ninguna forma ni por ningún medio, con el fin de ser utilizada para fines comerciales sin el permiso por escrito del editor. Los autores no garantizan la exactitud y/o la integridad de la información y de los datos incluidos o descritos en este manual.

Responsabilidad:

La responsabilidad exclusiva del contenido de este manual es de los autores. No refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información incluida en el mismo.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Índice

Introducción	5
1. El suministro de biomasa para la producción de energía	6
1.1. La biomasa como fuente de energía.....	6
1.2. La biomasa, la fuente de energía renovable más utilizada en la UE.....	7
1.3. Los residuos agrícolas tienen un alto potencial para cumplir el objetivo 20-20-20.....	8
2. Las agroindustrias como centros logísticos de biomasa	8
2.1. Ventajas para una agroindustria de convertirse en un centro logístico de biomasa	10
2.2. Sinergias con el sector agroindustrial	11
2.3. Claves de viabilidad y retos	15
2.4. Casos de éxito	16
3. Residuos Agrícolas usados para la producción de biomasa sólida	17
3.1. Residuos agrícolas: relevancia de sus propiedades.....	17
3.2. Residuos agrícolas: potencialidades y recomendaciones de uso	20
3.2.1. <i>Residuos primarios de cultivos anuales</i>	20
3.2.2. <i>Residuos primarios de podas de cultivos permanentes</i>	21
3.2.3. <i>Residuos secundarios de procesos industriales</i>	22
3.3. El proceso de producción de biomasa sólida a partir de residuos agrícolas.....	23
4. Requisitos de calidad para el mercado de la biomasa sólida.....	24
4.1. Mercado de la biomasa sólida.....	24
4.2. Normas de calidad y sistemas de certificación	24
4.3. Procesos sostenibles	25
Mensajes clave para el lector	28
Anexos:.....	29
Anexo 1: Proceso de la biomasa	29
Anexo 2: normas ISO	30

Reconocimientos

Este manual ha sido elaborado en el marco del proyecto SUCELLOG (IEE/13/638/SI2.675535), con el apoyo de la Comisión Europea a través del programa Energía Inteligente para Europa (EIE). Los autores quisieran agradecer a la Comisión Europea el apoyo al proyecto SUCELLOG, así como a los coautores y a los socios de SUCELLOG su contribución a este manual.

SUCELLOG Project

El proyecto SUCELLOG - Triggering the creation of biomass logistic centres by the agro-industry (Impulsando la creación de centros logísticos de biomasa por la agroindustria) – pretende extender la participación del sector agrario en el suministro sostenible de biocombustibles sólidos en Europa. SUCELLOG se centra en un concepto de logística casi sin explotar: la implementación de centros logísticos en la agroindustria como complemento a su actividad habitual evidenciando la gran sinergia existente entre la economía agrícola y la bioeconomía. Más información sobre el proyecto y los socios participantes en www.sucellog.eu.

Consortio SUCELLOG:



CIRCE: Centro de investigación de recursos y consumos energéticos, Coordinador del proyecto
Eva López – Daniel García: sucellog@fcirce.es



WIP: WIP - Renewable Energies
Cosette Khawaja: cosette.khawaja@wip-munich.de
Dr. Rainer Janssen: rainer.janssen@wip-munich.de



RAGT: RAGT Energie SAS
Vincent Naudy: vnaudy@ragt.fr
Matthieu Campargue: mcampargue@ragt.fr
Jérémy Tamalet: JTamalet@ragt.fr



COOPERATIVAS ESPAÑOLAS: Cooperativas Agro-alimentarias de España
Juan Sagarna: sagarna@agro-alimentarias.coop
Susana Rivera: rivera@agro-alimentarias.coop
Irene Cerezo: cerezo@agro-alimentarias.coop



SCDF: Services Coop de France
Camille Poutrin: camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop



DREAM: Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
Enrico Pietrantonio: pietrantonio@dream-italia.net
Dr. Fiamma Rocchi: rocchi@dream-italia.it
Chiara Chiostrini: chiostrini@dream-italia.net



Lk Stmk: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
Dr. Alfred Kindler: alfred.kindler@lk-stmk.at
Tanja Solar: tanja.solar@lk-stmk.at
Klaus Engelmann : klaus.engelmann@lk-stmk.at
Thomas Loibnegger: thomas.loibnegger@lk-stmk.at

Introducción

Actualmente, la producción de bioenergía en Europa representa más que 60 % de las fuentes de energía renovables y hacia 2020 se espera aumentar en términos de cantidad (European Commission, 2015). Sabiendo que los recursos de biomasa forestales son limitados, los residuos agrícolas tienen un potencial nada desdeñable para apoyar este crecimiento. Además, las políticas europeas, a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, y las políticas nacionales alientan a las instituciones de los Estados Miembros y apoyan a las agroindustrias en la utilización de los recursos agrícolas para bioenergía como una manera para diversificar las actividades comerciales de los agricultores y para incrementar el valor añadido.

Las agroindustrias que están equipadas con instalaciones de procesamiento de productos agrícolas ofrecen una oportunidad inmejorable para convertirse en un centro logístico agroindustrial ofreciendo biomasa sólida de calidad a partir de materias primas. Utilizar recursos de biomasa no valorizados en agroindustrias que trabajan con periodos de inactividad contribuiría más al desarrollo de la UE-28, iniciando nuevas actividades en zonas rurales, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero, aumentando la parte de energía renovable en el consumo de la UE, participando en la independencia energética y creando nuevos mercados.

SUCELLOG (SUCcEssful LOGistic) o Logística exitosa, es un proyecto de tres años de duración financiado por el programa Energía Inteligente para Europa realizado en Austria, Francia, Italia y España, que tiene por objeto implantar nuevas cadenas logísticas en agroindustrias para la producción de biomasa sólida. Se iniciarán cuatro centros logísticos en estos cuatro países, serán realizados cuarenta estudios de de viabilidad y diferentes asociaciones agrarias crearán competencias para apoyar a nuevos centros logísticos.

Como parte del proyecto SUCELLOG y considerando que la concienciación y el conocimiento sobre el concepto del proyecto son limitados, serán elaborados tres manuales. El contenido de los manuales será dirigido a tres categorías diferentes de grupos objetivo basado en su grado de concienciación en esta materia. La estructura progresiva de los manuales está dirigida a aumentar la concienciación sobre el concepto del proyecto y a fomentar las mentalidades empresariales de las agroindustrias en dirección al inicio de nuevas actividades económicas como centros logísticos de biomasa agroindustriales proporcionando orientación y mostrando ejemplos de buenas prácticas.

Este primer manual proporciona la información básica clave a ser tenida en cuenta cuando se está interesado en iniciar esta nueva actividad. Esta manual abordará los temas siguientes: el desarrollo del consumo de biomasa en la UE, la biomasa agraria utilizada para energía, el concepto de centro logístico agroindustrial mediante el prisma de cadena de suministro, la necesidad de esquemas sostenibles en la adquisición de biomasa y ejemplos de los tipos de instalación en los países europeos participantes.

1. El suministro de biomasa para la producción de energía

1.1. La biomasa como fuente de energía

La biomasa utilizada como fuente de energía, en la legislación europea, significa "la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales" (Directiva 2009/28/ce del Parlamento Europeo y del Consejo)

La biomasa puede ser convertida en energía a través de diferentes caminos como se ilustra en Figura 1. Dependiendo de las fuentes de biomasa y los procesos de conversión, son producidos diferentes tipos de portadores de biocombustibles y de bioenergías y utilizados para diferentes fines. Los usos más generalizados son:

- Calor y energía por combustión de biomasa seca (madera, paja, cultivos energéticos);
- Biogás obtenido por digestión anaerobia de materia orgánica de elevada humedad (estiércol, subproductos vegetales, hierba, etcétera.);
- Biocombustibles por transesterificación de biomasa rica en aceite (producción de biodiésel) o fermentación de azúcar o de biomasa amilácea (producción de etanol).

La biomasa fue la primera fuente de energía utilizada por los humanos: hace 400 000 años, los hombres primitivos utilizaron fuego para cocinar, para iluminar, para protegerse contra animales salvajes y para calentar.

Actualmente, la biomasa, para ser una alternativa a los combustibles fósiles, requiere ser económica, ser utilizada con tecnología altamente automatizada y contribuir al desarrollo sostenible.

Hay muchas vías diferentes para transformar biomasa en energía, directamente o produciendo portadores de energía intermedios como bio-aceites, biomasa torrefactada y gas de síntesis, entre otros. Además, la biomasa sólida puede ser transformada en biocarburentes líquidos, mediante procesos termoquímicos o enzimáticos. En caso de materia orgánica con elevada humedad, aparte de la producción de biogás o la utilización para compostaje o como enmienda orgánica del suelo, varios caminos incipientes están en desarrollo: conversión hidrotérmica o células de combustible microbiológicas. Si desea más información sobre los procesos más importantes, consulte el Anexo 1.

En el proyecto SUCELLOG, los recursos de biomasa utilizados para la producción de bioenergía son biomasa seca que será quemada directamente o después de un tratamiento previo para la producción de calor y de energía.

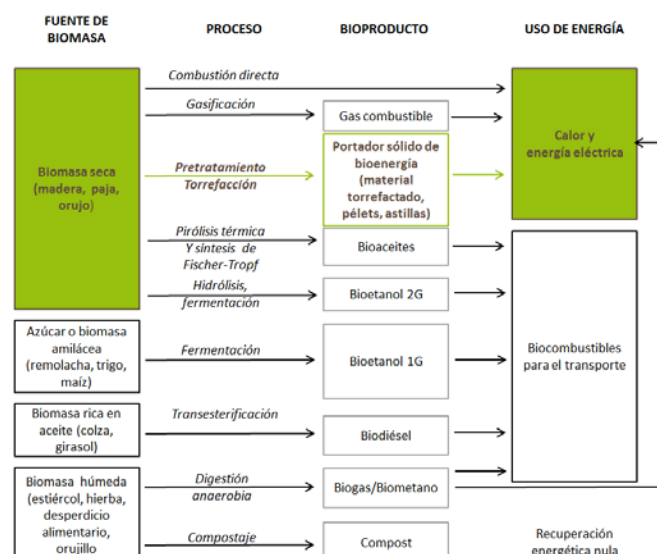


Figura 1: Principales tipos de procesos energéticos de biomasa y usos

1.2. La biomasa, la fuente de energía renovable más utilizada en la UE

Europa 2020 es la estrategia de la Unión Europea para el crecimiento y el empleo iniciada en 2010 con una duración prevista de 10 años, lanzada para crear las condiciones para un crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo (Comisión Europea, 2015). Se establecieron cinco metas principales para alcanzar un futuro sostenible, cubriendo el empleo, la investigación y el desarrollo, la inclusión social, la reducción de pobreza y el clima y la energía. Para el paquete energético y climático, las metas son conocidas como las metas “20-20-20”, estableciendo tres objetivos claves para 2020:

En 2012, el 14,1 % del consumo europeo bruto final de energía fue de fuentes renovables (Eurostat, junio 2014)

- Una reducción de 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE en comparación con los niveles en 1990;
- Aumentar la parte del consumo energético de la UE producido por recursos renovables hasta el 20 %;
- Una mejora de 20 % de la eficiencia energética en la UE en comparación con 1990.

Asociado con el segundo objetivo, bajo la Directiva de Energías Renovables 2009/28/EC, los Estados Miembros han asumido objetivos nacionales vinculantes para aumentar la parte de energía renovable en su mix energético para 2020.

En la UE-28, la producción primaria de energía renovable casi se dobló en diez años, representando 177 Mtep en 2012. La biomasa es el mejor contribuyente de energías renovables en el mix energético, representando más que 67 % de la parte de energías renovables en el consumo interior bruto de energía. (Figura 2). La biomasa utilizada para la producción de biocalor representa 74,7 Mtep seguido de los biocombustibles para el transporte con 14,6 Mtep y bioelectricidad con 12,8 Mtep. La biomasa representa el 88,9 % del calor a partir de fuentes renovables (European Commission, 2015).

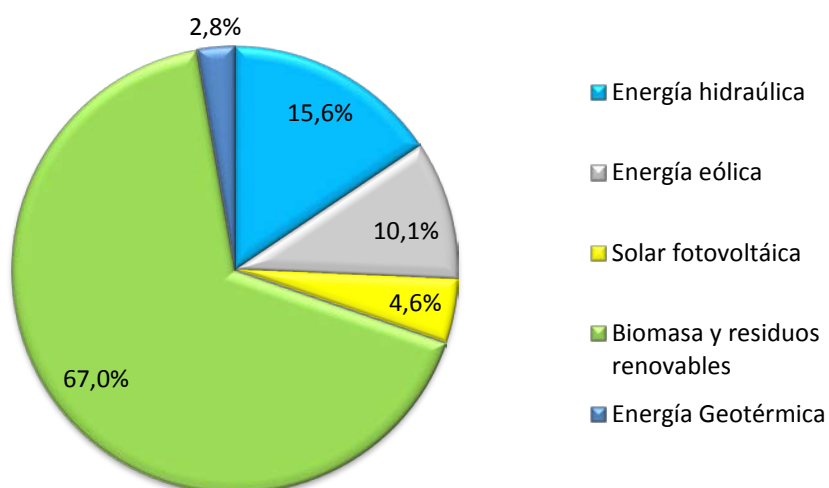


Figura 2 : Aportación de energías renovables en el consumo interior bruto en UE-28 (European Commission, 2015)

Según EurOberserv'ER 2013, la biomasa como energía representa una cifra de negocios de 50 billones de euros en la UE-27, incluyendo 28 mil millones para la biomasa sólida. Más de 500.000 empleos dependen directamente de la bioenergía, incluyendo 282.000 en el sector de biomasa sólida (Observ'ER, 2013)

Debido a los “objetivos 20-20-20” y las Directivas europeas, numerosos países europeos proponen sistemas de ayudas nacionales para promover la energía renovable y para apoyar proyectos innovadores para el desarrollo de la biomasa o para el consumo de biomasa sólida. Este apoyo financiero, aumenta la rentabilidad de la producción de biomasa o el consumo, dependiendo de cada país o cada región.

In **Francia**, el Heat Fund, implementado por la Agencia Francesa de Medio Ambiente y la Gestión de la Energía (ADEME), financió 2.911 instalaciones entre 2009 y 2014, incluyendo más de 500 proyectos de biomasa en los sectores de la industria, de la agricultura y de los servicios para una producción anual de 1.362.501 tep (sept. 2014). Este programa llevó a la creación de 5.000 empleos.

1.3. Los residuos agrícolas tienen un alto potencial para cumplir el objetivo 20-20

Los recursos de biomasa forestal son el mayor contribuyente para alcanzar los objetivos de energías renovables de 2020 en la UE. Experimentaron un crecimiento importante en los últimos diez años pero ahora tienen a estabilizarse. Por lo tanto, es necesario promover la diversificación de otros recursos de biomasa disponibles como residuos agrícolas, que presentan un potencial enorme, que apenas están explotados y que pueden crecer fácilmente en los próximos años (Michael Carus, nova-Institut, August 2012).

Múltiples estudios investigaron la potencial disponibilidad de biomasa de residuos agrícolas para la producción de bioenergía (EEA, Scarlat & al etc) pero no hay disponibles estadísticas nacionales completas sobre sus usos actuales y sus mercados. Sin embargo, se puede acordar que los residuos agrícolas pueden ser la clave para una verdadera expansión del suministro de la biomasa para la producción de bioenergía una vez que la biomasa procedente de la silvicultura y de los desechos es estable en el tiempo.

Las estimaciones muestran que la cantidad media total de residuos de cultivos no usada que estaría disponible para la producción de bioenergía en la UE-27 alcanza 425.000 GWh (1.530 PJ; después de considerar los usos competitivos). Esto representa el 15 % del consumo de electricidad de la industria, actividades de transporte y hogares/servicios en la UE-28 (Scarlat N, 2010) (European Commission, 2015).

Es necesario de desarrollar un nuevo mercado, basado en biomasa sólida procedente de residuos agrícolas, a corto plazo en Europa. Las agroindustrias tienen una oportunidad interesante en este ámbito ya que juegan un rol estratégico entre agricultores y mercados.

2. Las agroindustrias como centros logísticos de biomasa

Las agroindustrias utilizan modernos equipamientos para el tratamiento de productos agrícolas para consumo intermedio o final. Los productos pueden ser utilizados para piensos y alimentos o para fines no alimentarios (Fibras textiles, extractos químicos, etc.)

Algunas agroindustrias como las deshidratadoras de alfalfa, secado de grano o industrias de extracción de aceite de semillas, entre otras, están equipadas con peletizadoras, sistemas de secado, silos y transportadores, que trabajan en la mayoría de los casos bajo un régimen estacional. Estas instalaciones pueden ser utilizadas durante los períodos en inactividad para manejar y pre-tratar materia prima de biomasa obtenida de diversas fuentes existentes en la zona y, por lo tanto, ofrecen una gran oportunidad para convertirse en un centro logístico de biomasa sólida.

Un ejemplo exitoso de este tipo de agroindustria se ilustra en la Figura 3. Inicialmente, la industria estaba produciendo piensos. Utilizaba maíz, forraje y otros aditivos nutritivos para producir pélets para alimentación animal. La Figura 3 muestra los procesos, los flujos de materiales alimentarios y no alimentarios y las transformaciones correspondientes de materia prima de biomasa realizadas, una vez que

la agroindustria integra la nueva actividad de producción de biomasa. La industria se beneficia de las relaciones comerciales con productores de grano de maíz y adquiere tanto granos de maíz como zuro de maíz. El zuro de maíz es utilizado durante los períodos de inactividad de la producción de piensos como materia prima para producir pélets de biomasa en la pelotizadora de piensos original.

Las detalles de la secuencia de la Figura 3 son los siguientes:

- ① El maíz es producido como de costumbre por los agricultores. Así, los agricultores no tienen que modificar su actividad.
- ② Durante la cosecha del grano de maíz, el zuro de maíz se obtiene simultáneamente en una cosechadora de maíz adaptado. Tanto grano como zuro de maíz son descargados (por separado) en remolques para ser transportados más tarde a las instalaciones agroindustriales.
- ③ El grano de maíz es secado y combinado con forraje y otros aditivos nutritivos para producir pélets para alimentación animal, como de costumbre.
- ④ El zuro de maíz es utilizado parcialmente como fuente de energía para el proceso de calentamiento en la línea de la producción de piensos.
- ⑤ Después la temporada de la producción de piensos, empieza un período de inactividad en invierno y a comienzos de la primavera. La agroindustria procesa zuro de maíz con otros complementos de biomasa locales para producir pélets de biomasa mixtos en la pelotizadora de piensos original. El zuro de maíz y los trozos de maíz (sémolas) son tratadas en la planta de secado.
- ⑥ La biomasa se entrega a los consumidores finales con el formato de pélets, zuro de maíz entero y trozos de material suelto. Posteriormente, las instalaciones son limpiadas y preparadas para la nueva sesión de producción de piensos. La distribución de la biomasa procesada puede continuar después, ya que el material seco acumulado es estable, y puede ser almacenado.
- ⑦ Las cenizas de las instalaciones de combustión pueden ser recicladas como nutrientes para los campos de maíz, lo que permitiría cerrar el ciclo de nutrientes y reducir las necesidades de fertilizantes.

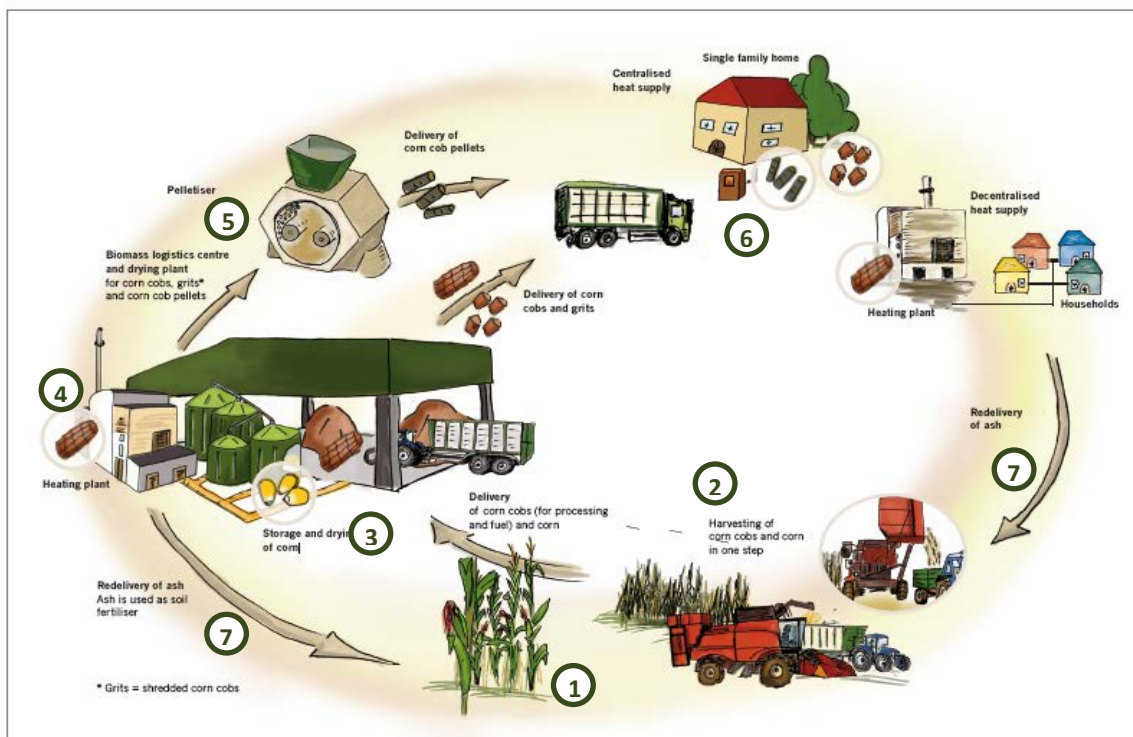


Figura 3: Concepto de agroindustria como centro logístico de biomasa

2.1. Ventajas para una agroindustria de convertirse en un centro logístico de biomasa

Las instalaciones de la agroindustria que funcionan bajo un régimen estacional debido a los ciclos de cultivo; pueden hacer algunos pretratamientos de biomasa compatibles con su propio proceso

Para iniciar un nuevo centro logístico en las instalaciones existentes de una agroindustria, es necesario tener recursos de biomasa disponibles durante el tiempo en que la instalación no está activa. De esta forma, el período de inactividad puede ser utilizado para acopiar, tratar y distribuir la biomasa.

Las deshidratadoras de forraje, las industrias azucareras, destilerías y las orujeras generalmente poseen secaderos horizontales que son capaces de procesar una mayor diversidad de formatos de materias primas. Los Secaderos de cereales están equipados con secaderos verticales (también llamadas torres de secado), que son compatibles con biomasa granulada como hueso de aceituna, orujo de uva y cáscara de almendra triturada.

Las agroindustrias que tienen equipo de secado pueden utilizarlo directamente o adaptarlo para tratar biomasa y producir biomasa sólida de una calidad superior

Las agroindustrias pueden convertirse en nuevos proveedores de pélets mixtos de biomasa

Las fábricas de piensos y las deshidratadoras de forraje están generalmente diseñadas para producir material densificado en formato de pélets. Otras industrias como industrias vitivinícolas o industrias de extracción de azúcar, pueden estar equipadas con peletizadoras para tratar sus residuos y producir pélets secos, compactos y estables, que son comercializados posteriormente como complemento dietético para el ganado. Los períodos en inactividad de estas líneas de producción pueden ser utilizados para la producción de pélets de biomasa.

Tantos los productos alimentarios como la biomasa sólida son materiales orgánicos que deben ser almacenados y tratados para evitar se deteriorado. Las agroindustrias trabajan con materias primas agrícolas, generalmente recibidas como material a granel. Por consiguiente, poseen ya maquinaria de manipulación e instalaciones que podrían ser utilizadas para manejar materias primas de biomasa, como por ejemplo: palas, grúas, lugares de almacenamiento, apiladoras de cinta transportadora, tolvas o silos. Por lo tanto, las agroindustrias, aun no teniendo equipos compatibles para la reducción de la humedad y para moler o peletizar biomasa, tienen una ventaja debido a que tienen experiencia y medios para establecer una nueva actividad como proveedor de biomasa.

Las agroindustrias tienen experiencia en manejar productos alimentarios, que son materiales orgánicos con similitudes con la biomasa

Las agroindustrias están generalmente implicadas en la comercialización de materiales a granel

Las agroindustrias tienen redes comerciales para la distribución de sus productos. Algunas agroindustrias tienen incluso control propio de su logística. Los bienes que producen ya tienen cadenas logísticas organizadas. Tantas las redes existentes como las capacidades propias son una ventaja competitiva para las agroindustrias para comenzar nuevo negocio en la distribución de biomasa.

Las agroindustrias producen subproductos que pueden ser utilizados para fabricar biomasa sólida. Esta es una ventaja competitiva ya que ofrece más independencia con respecto a los centros de biomasa habituales que tienen que hacer frente a proveedores externos.

Las agroindustrias ya producen residuos de biomasa

Las agroindustrias tienen fuertes relaciones comerciales con sus proveedores y clientes, que pueden llegar a ser proveedores de residuos de biomasa

Los residuos agrícolas aguas arriba y aguas abajo de las instalaciones de la agroindustria son una gran oportunidad para comenzar nuevo negocio en el tratamiento y/o la distribución de biomasa. Las agroindustrias ya tienen relaciones comerciales tanto con los agricultores que proporcionan las materias primas agrícolas como con los clientes de sus productos agrícolas transformados. Las agroindustrias tienen una posición única y estratégica con respecto a un distribuidor de biomasa habitual. Por lo tanto, tienen una ventaja competitiva para adquirir residuos agrícolas de sus proveedores habituales y cuentan con clientes con contratos sinérgicos y ventajosos.

Como ventaja adicional a poseer residuos de biomasa y contratos con proveedores y clientes habituales, las agroindustrias pueden encontrar residuos adicionales de biomasa para ampliar su oferta y para aumentar la calidad de sus productos mixtos en caso de necesidad.

Las agroindustrias están rodeadas por campos de cultivo, bosques, otras agroindustrias o actividades que pueden ser una fuente para ampliar su oferta

Las sostenibilidad puede ser promovida por los centros logísticos agroindustriales de biomasa si apuestan por los recursos agrícolas locales no usados

Los residuos agrícolas procedentes de la cosecha y del proceso agroindustrial no siempre encuentran un mercado local. No es extraño que la torta de la extracción de aceite de oliva sea objeto del comercio internacional, especialmente de España. Los consumidores locales podrían hacer uso de pélets de madera, que podrían ser importados de otras regiones del país, de otros Estados Miembros de la UE o, incluso, de otros continentes. Las agroindustrias pueden desempeñar un papel para adquirir, transformar y combinar varios residuos agrícolas locales para producir mezclas a granel o mezclas granuladas con propiedades equilibradas. Esto puede ser una oportunidad para promover más los mercados locales.

Adaptarse para manejar y transformar biomasa para llevar un producto de calidad al mercado está en línea con su trabajo actual. Las agroindustrias ya están preocupadas por los requisitos de calidad del producto. Tienen que adaptarse a los requisitos específicos de las regulaciones de la calidad de la biomasa, a las etiquetas de calidad o a las demandas del mercado, que es una interpretación de su trabajo habitual en una nueva actividad de suministro paralela.

Las agroindustrias y los agricultores ya están bastante preocupados por la importancia de la calidad del producto debido a regulaciones de la PAC, la legislación en materia de piensos y alimentos y las exigencias y los requisitos del mercado

2.2. Sinergias con el sector agroindustrial

Las agroindustrias que se dedican a la conservación de alimentos/piensos (deshidratación, industrias de secado o de torrefacción) y a la elaboración de productos agrícolas procesados (harina, vino, azúcar, aceite de oliva, alimentación animal, etc) ofrecen, con diferencia, la sinenergía más grande con el sector de la biomasa. El análisis de SUCELLOG del marco europeo agroindustrial reveló sinergias específicas de varios sectores agroindustriales.

La Tabla 1 presenta las sinergias entre el período de inactividad de las instalaciones y la disponibilidad de residuos agrícolas, teniendo que cuenta que las condiciones en los diferentes países europeos, así como el período de inactividad, son bastante variables. Los análisis específicos por país para España, Italia, Francia y

Austria puede consultarse en el sitio web de SUCELLOG (en la sección de publicaciones y documentos, D3.2, tanto en Inglés como en lenguas nativas).

Tabla 1: Sinergias entre el periodo de inactividad de las agroindustrias (verde) y la disponibilidad estacional de cultivos (marrón)

PERÍODO INACTIVO	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Deshidratadora de forraje												
Producción de piensos												
Secadero de cereal												
Secadero de arroz												
Secadero de tabaco												
Destilería												
Industria azucarera												
Orujera												
Frutos secos												
DISPONIBILIDAD DE CULTIVOS												
Residuos de piensos												
Paja de cereale												
Paja de soja												
Cañote de colza												
Cañote de maíz												
Zuro de maíz												
Cáscaras y polvo de silos de secaderos de cereales												
Cáscara de arroz												
Cáscaras y residuos de semilla oleaginosa												
Residuos de tabaco												
Residuos de destilería												
Pulpa de remolacha												
Podas de viña												
Podas de olivo												
Podas de frutas de pepita												
Podas de frutas de hueso												
Podas de frutos secos												
Podas de cítricos												
Torta de semillas oleaginosas de la vid												
Orujo de uva y tallos												
Granilla de uva												
Hueso de aceituna												
Orujillo de aceituna												
Cáscara de frutos secos												

Periodos de inactividad de los equipos de las instalaciones



Periodos en los que la biomasa es producida por actividades de cosecha o de procesamiento



Las diferencias entre países están representadas en cajas rayadas

Deshidratación de forrajes:



Figura 4 : Secadero horizontal – Luzéal - Francia

El sector de la deshidratación de forrajes tiene un periodo de inactividad importante de 6 meses (de noviembre a mayo aproximadamente) y posee equipamiento compatible con la producción de biomasa sólida (secaderos horizontales, peletizadoras y silos). En Francia, generalmente las instalaciones son utilizadas todo el año porque las industrias secan otros materiales distintos del forraje para diversificar sus actividades (pulpa de remolacha, residuos de vino) o incluso son utilizadas para producir pélets de madera. Además, en algunos casos las agroindustrias son consumidoras de biomasa, que es utilizada como

combustible para cubrir parcialmente o totalmente la demanda de calor del secadero (principalmente en Francia y en España).

Las instalaciones de la deshidratación de forrajes no producen ningún residuo importante de biomasa, ni en la fase agraria ni en la fase de producción, lo que supone que tendrían que adquirir la materia prima para la producción de biomasa sólida. Sin embargo, como esta actividad está en muchos casos integrada con los secaderos de cereales, especialmente en España, tienen fácil acceso a los residuos producidos durante las fases agrarias y las fases de producción de estos cereales (como cañote de maíz, paja de trigo o de cebada o polvo de granos).

Productores de piensos

Generalmente no tienen grandes periodos de inactividad, pero tienen mucho equipamiento adecuado que podría ser utilizado para la nueva actividad como: peletizadoras, silos para almacenamiento, cribas y maquinaria para la reducción del tamaño de partículas.



Figura 5 : Peletizadora para alimentación animal - Progeo Masone - Italia

Secaderos de cereal (cereales de invierno y maíz):



Este sector muestra un potencial interesante para convertirse en un centro logístico de biomasa sólida desde un punto de vista técnico, ofreciendo un largo período de inactividad de cerca de 8 meses, dependiendo del país, del cultivo y de la variedad específica del cultivo (de febrero a octubre en España, de enero a julio en Francia, de octubre a mayo en Italia o de enero a septiembre en Austria). Estas instalaciones están generalmente equipadas con secaderos (verticales en general), equipos de cribado y silos para almacenamiento. Sin embargo, en muchos casos, el equipo de secado de estas instalaciones no puede ser utilizado para secar otros tipos de materia prima, dado que solamente es compatible con elementos granulados como hueso de aceituna. De esta forma, para la creación de un centro logístico en este sector serán necesarias inversiones en un secadero. Estas industrias están generalmente familiarizadas con el uso de biomasa como combustible durante su proceso.

Con respecto a la materia prima disponible para un posible centro logístico, los secaderos de cereales están situados en zonas donde hay extensiones importantes de cereales. Los agricultores que suministran el grano a secar en las instalaciones producen cantidades importantes de paja que su principal mercado es la alimentación del ganado, la cama de animales y el sustrato de champiñones. Dependiendo del año, una cantidad considerable de paja no es capaz de introducirse en



Figura 6 : Secadero horizontal de zuro de maíz - Tschiggerl Agrar GmbH - Austria

el mercado, está siendo dejada en el suelo y por lo tanto disponible para ser utilizada como materia prima para un centro logístico. La agroindustria misma no produce cantidades importantes de residuos, solamente los granos partidos y el polvo de grano, que es normalmente dado al ganadero sin coste como material para alimentación animal.

Las mazorcas de maíz, habitualmente dejadas en el suelo, comienzan a ser consideradas como un recurso de biomasa para combustión en Austria y se ha desarrollado alguna maquinaria para recogerlas. Una cosechadora de maíz convencional permite a los agricultores recoger simultáneamente el maíz y el zuro de maíz. Aunque se pueden encontrar en el mercado algunos modelos, la mayoría de cosechadoras requieren una pequeña readaptación para aplicar esta función combinada.

Secaderos de arroz:

La industria de secaderos de arroz tiene un periodo de inactividad de cerca de 9 meses (de diciembre a agosto aproximadamente) en España e Italia y cuenta, generalmente, con secaderos verticales. Al igual que las instalaciones de secado de cereales, presentan una sinergia interesante para convertirse en un centro logístico.

En relación con los residuos asociados a este tipo de agroindustria, la paja no se cosecha en la mayoría de casos debido a la dificultad técnica de trabajar en zonas anegadas en las que se produce el arroz. Otras razones son el interés nutricional limitado como pienso (debido a la baja digestibilidad y la composición, debe ser enriquecida o tratada previamente). Incluso aunque la integración de la paja de arroz en los campos anegados puede causar degradación orgánica anaerobia (provocando la liberación de las emisiones de metano (CH₄)) y la proliferación de plagas, actualmente el principal motor es técnico y económico y, por tanto, la paja de arroz generalmente no se cosecha.

Secaderos de tabaco:

La agroindustria del tabaco permanece abierta todo el año pero sus secaderos tienen un periodo de inactividad de 7 meses en Italia (de enero a agosto), 8 meses en España (de diciembre a agosto) y 9 meses al año en Francia (de octubre a julio). La práctica agraria del tabaco genera residuos (tallos) que son dejados en el suelo después de determinar la cosecha y que podrían estar disponibles como una fuente posible de biomasa. En algunos países como España, el sector está altamente familiarizado con cuestiones relacionadas con la biomasa ya que la mayoría de las instalaciones de tabaco utilizan este combustible durante su proceso de secado.

La sinergia de estas industrias puede ser limitada por algunas limitaciones técnicas o no técnicas. Por una parte, los secaderos utilizados no pueden ser compatibles con el secado de biomasa. Por otra parte, las restricciones legales o los requerimientos directos de compradores internacionales de tabaco (productores de cigarrillos y de puros) podrían no permitir a las industrias de tabaco utilizar los secaderos para otros usos.

Sector vitivinícola (bodegas y destilerías):



Figura 7 : Santa Maria La Palma, bodega - Italia

El propio equipamiento de las destilerías (secaderos horizontales) es compatible con la producción de biomasa sólida. El periodo de inactividad de estos secaderos en las destilerías es de mayo a septiembre/octubre en Francia, de abril a diciembre en Italia (8 meses) o de junio a octubre en España (4 meses).

Tienen fácil acceso a los residuos agrarios como la poda o a los residuos agroindustriales obtenidos durante la elaboración del vino y del destilado. Las podas generalmente se queman o se dejan en el suelo, aunque algunas nuevas iniciativas comienzan a utilizarlas como fuente de biomasa. Con respecto a los residuos del proceso de la destilación, son vendidos para alimentación animal o para la producción de biogás. En España, los residuos son principalmente utilizados como fertilizantes o están disponibles para ser utilizados como biomasa sólida.

La industria azucarera

La industria azucarera presenta un periodo de inactividad importante en España que va de enero a octubre (9 meses), 7 meses en Austria y Francia (de febrero a septiembre y de enero a agosto) y 8 meses en Italia (noviembre a julio). Esta industria generalmente cuenta con equipamiento compatible para la producción de biomasa sólida, como secaderos horizontales y pelletizadoras. Generalmente se utiliza para tratar los subproductos de la industria (pulpa de remolacha) para producir materiales nutritivos estables vendidos para la industria de alimentación animal. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, estas instalaciones tendrían que comprar fuera la mayoría de los recursos de biomasa.

Industrias de la extracción de aceite

Las industrias de la extracción de aceite se dedican a semillas de colza y de calabaza en Austria, trabajan principalmente todo el año, y a semillas de colza y de girasol en Francia. Las instalaciones cuentan con prensas y silos en Austria y Francia, además de secaderos en Francia. En la producción de aceite de semillas oleaginosas, se producen como residuos restos de aceite y tortas de prensado. Estos residuos son muy ricos en proteínas y son generalmente vendidos como alimentación animal. Con respecto a los residuos obtenidos en el campo, la paja de colza y de soja se dedica normalmente a la alimentación animal o es dejada en el suelo, quedando algo de paja disponible que podría ser cosechada y utilizada para la producción de biomasa sólida.



Figura 8 : Sitio de almacenamiento - Agrícola Latianese, extracción de aceite de oliva - Italia

El sector del aceite de oliva cuenta con almazaras e industrias de extracción de orujo. Con respecto a los residuos producidos en las almazaras: los huesos de aceituna se venden actualmente como biomasa sólida y el orujillo es utilizado para múltiples fines, como producción de biogás, como alimentación animal o como materia prima energética. Para tal fin, la torta de aceite debe ser secada previamente. Durante la fase agraria, los olivares producen cantidades importantes de podas que son, generalmente, un recurso energético casi inexplorado.

Las industrias de extracción de aceite de orujo poseen secaderos horizontales y peletizadoras. Los secaderos se utilizan para reducir la humedad del orujo fresco para permitir un proceso posterior de extracción de aceite mediante disolventes. La peletizadora se dedica generalmente a granular residuos. En Italia o España, estas instalaciones son capaces de utilizar sus propios residuos. En relación con el largo periodo de inactividad de 8 meses aproximadamente (de abril a noviembre), están bien posicionados como posibles centros logísticos de biomasa.

Industria de frutos secos:

En España, el sector de la industria de los frutos secos lleva a cabo su actividad durante todo el año pero sus secaderos no funcionan de diciembre a agosto aproximadamente (periodo de inactividad de 9 meses). Los secaderos son el principal equipo que generalmente poseen compatible con la producción de biomasa sólida, aparte de silos y sistemas de manipulación. La industria de los frutos secos produce cáscaras durante las meses de septiembre a junio, un residuo valioso que puede ser utilizado como biomasa sólida y que actualmente es realmente apreciado para este fin.

2.3. Claves de viabilidad y retos

Una agroindustria para convertirse en un centro logístico de biomasa, tal y como se promueve por el proyecto SUCELLOG, requiere tres condiciones:

1. La capacidad del equipamiento de estas agroindustrias para manipular y procesar biomasa: si el equipamiento existente no es compatible con materias primas de biomasa, la agroindustria podría incurrir en importantes costes para adquirir nuevos equipos y para poner en marcha nuevas líneas de proceso. Esto causa que la sinergia no sea tan evidente y aumenta los costes y los riesgos de la inversión. Entonces la capacidad financiera puede ser un problema principal.
2. La posibilidad de utilizar las mismas instalaciones sin riesgo de contaminación al cambiar a la actividad habitual: Este es una preocupación para productos derivados a alimentación animal o para consumo humano como el tabaco. En el caso de los piensos, la Directiva 2002/32/CE establece regulaciones para sustancias indeseables en alimentación animal. La regulación y los instrumentos de procedimiento que hay que seguir, según Reglamento 219/2009, deben ser cumplidos. Más allá de estos requisitos, actualmente no hay limitación de la UE. En algunas regiones o Estados Miembros, podrían aplicar

algunas normas restrictivas aunque, por el momento, no hay regulaciones que fijen una prohibición general.

3. La compatibilidad de la estacionalidad con otros recursos de biomasa existentes alrededor de la instalación: la disponibilidad de biomasa en cantidad suficiente y a precios competitivos es una necesidad para la viabilidad de centros logísticos de biomasa integrados en instalaciones agroindustriales. Por lo tanto, se recomienda de manera importante un buen ajuste de la producción estacional de biomasa con los periodos de inactividad de la agroindustria.

2.4. Casos de éxito

Hay algunas agroindustrias pioneras que han tomado la iniciativa de adaptar sus instalaciones para el tratamiento y la comercialización de biomasa sólida. En las tablas siguientes se puede consultar una breve descripción de algunas de estas experiencias. En el tercer manual SUCELLOG incluirá una descripción más completa de estos casos de éxito.

Daniel Espuny S.A.U.	Orujera
<p>Ubicación Linares (España)</p> <p>Años de actividad 12 años</p> <p>Capacidad de procesado 60 kt/año aceite de orujo de oliva</p> <p>Periodo de inactividad De julio a noviembre</p> <p>Inversión 1 M€ (en 12 años. La inversión se ha realizado para la actividad habitual y el centro logístico de biomasa).</p>	<p>La actividad del centro logístico ha permitido a la industria mantener el trabajo a tiempo completo de sus 20 empleados. A lo largo de los 12 últimos años, el secadero y la peletizadora fueron renovados. Fueron adquiridos un molino para producir biomasa micronizada y una criba. Se dedicó también una parte de la inversión a obra civil para adaptar la recepción de camiones y el lugar de almacenamiento. La actividad con biomasa se desarrolla especialmente durante el periodo de inactividad, aunque la distribución de biomasa tiene lugar a lo largo del año completo. La instalación produce orujillo de aceituna y pélets de pulpa, orujillo de oliva agotado micronizado y hueso de aceituna. Parte del combustible de biomasa producido es consumido por la agroindustria, mientras que el resto es comercializado principalmente para grandes consumidores, la industria de la cal y minoristas de biomasa.</p>
Secadero de maíz	SAT nº 5 El Cierzo
<p>La adaptación de las instalaciones de SAT nº 5 El Cierzo para la distribución de biomasa fue muy simple y directo. La mayor parte de la inversión fue aplicada para obras civiles. El secadero de cereales requirió actualización simple y barata para ser capaz de secar las partículas frescas de hueso de aceituna. La instalación empezó rápidamente la comercialización de huesos de aceituna de alta calidad. Actualmente, la mayor parte de la biomasa sólida se distribuye a agricultores locales aunque el objetivo es también alcanzar el mercado de calefacción residencial para diversificar sus clientes.</p>	<p>Ubicación Zaragoza (España)</p> <p>Años de actividad 2 años</p> <p>Capacidad de procesado 4 kt/año maíz</p> <p>Periodo de inactividad De septiembre a enero</p> <p>Inversión 0,15 M€ principalmente en obras civiles, actualización del secadero, dispositivos de medición de humedad y ensacado automático</p>

Ile-de-France Sud
Ubicación Etampes (Francia)
Años de actividad 6 años
Capacidad de procesado 500 toneladas de polvo de silos (potencial de 1.500 toneladas)
Periodo de inactividad De noviembre a mayo
Inversión 400.000 € para la línea de peletizado

Secadero de cereales

Esta cooperativa suele secar cereales para sus socios. En 2009, la cooperativa se vio forzada a encontrar nuevos mercados para sus residuos de silos y decidió producir agro-pélets, trabajando con RAGT Energía para su formulación. Hizo un acuerdo con Etampes, el municipio vecino, que estaba planificando instalar una caldera de biomasa. Ahora utilizan anualmente 500 toneladas de residuos agroindustriales para calentar las instalaciones municipales (piscina, colegios y edificios) y venden la otra parte de la producción directamente en las instalaciones de la cooperativa para usuarios particulares. Solamente invirtieron en una línea de peletizado y optimizaron las otras instalaciones y los lugares de almacenamiento para el centro logístico.

3. Residuos Agrícolas usados para la producción de biomasa sólida

3.1. Residuos agrícolas: relevancia de sus propiedades

Los **residuos agrícolas** corresponden a las fracciones de cultivos descartados durante:

- Operaciones agrícolas primarias como cosechar, podar – *residuos primarios* (por ejemplo tallos, paja, hojas, podas, zuro de maíz) ;
- La elaboración de alimentos y materiales, también llamados *residuos secundarios* (por ejemplo huesos de aceituna, desechos de silo, orujo de uva) (S2biom, Cosette Khawaja, Rainer Janssen, 2014)

Para las agroindustrias que quisieran convertirse en un centro logístico de biomasa sería ideal poder integrar sus propios residuos de biomasa (residuos secundarios) obtenidos durante el procesado de la materia prima agraria. Pueden también incluir en sus instalaciones el tratamiento de residuos primarios de sus proveedores habituales (por ejemplo cañote de maíz en el caso de proveedores de una industria de secado de maíz) o residuos secundarios de sus clientes (por ejemplo desechos y subproductos de elaboración de sus clientes).

Para penetrar el mercado, un centro logístico de biomasa necesita cumplir tanto las expectativas de los consumidores de biomasa con respecto a la calidad de biomasa como ser competitivo en precio con respecto a otros recursos de biomasa. Los centros logísticos de biomasa están diseñados normalmente para obtener productos de calidad suficiente para los consumidores finales.

Las propiedades principales que influyen en la calidad de la biomasa sólida son:

- Humedad;
- Contenido de cenizas;
- Contenido de nitrógeno, cloro y azufre;
- Valor calorífico neto;
- Temperatura de reblandecimiento de ceniza;
- Distribución granulométrica;
- Densidad aparente.

Humedad:

El contenido de humedad o de agua en los tejidos vivos de las plantas es variable a lo largo de su existencia y generalmente disminuye en periodos de reposo vegetativo (por ejemplo en el invierno) o durante la senescencia (como en cultivos anuales, después de la formación del grano). Una planta en crecimiento activo puede tener un contenido de humedad por encima del 60 %, mientras que las plantas en senescencia

pueden fácilmente tener un contenido de humedad mucho menor (la paja de trigo en las zonas mediterráneas puede, por ejemplo, alcanzar menos del 20 % de humedad).

En el ámbito de obtener energía de residuos de biomasa, pueden ser clasificados fácilmente en dos categorías según su contenido de humedad: residuos húmedos con una humedad superior al 60 % (base húmeda), que son adecuados para la producción de biogás mediante digestión anaerobia y residuos secos con humedad inferior al 60 %, que son más adecuados para la combustión.

Cabe señalar que el contenido de humedad es un criterio de calidad clave. Es crucial para el poder calorífico. Los residuos frescos con un contenido de humedad elevado no son adecuados para uso energético en sistemas de calefacción pequeños o medianos como los de los hogares o granjas pequeñas. Como no hay biomasa libre de agua en la naturaleza, durante la combustión siempre debe ser vaporizado un cierto grado de agua. La energía (calor) necesaria para este proceso reduce el valor calorífico neto. Un residuo con contenido de humedad bajo tiene por lo tanto un valor calorífico neto más elevado que el mismo residuo con contenido de humedad más elevado.

El contenido de humedad es también un inconveniente para el almacenamiento a largo plazo ya que puede ocasionar riesgos de incendio y pérdida de materia debido a la actividad biológica.

Contenido de cenizas:

La ceniza es un residuo no combustible que surge mediante la combustión de biomasa. Tiene un contenido elevado de minerales por lo que puede ser utilizada como abono en campos. Dependiendo del residuo, el contenido de ceniza puede variar ampliamente de menos del 1 % a más del 10 %. Un contenido elevado de ceniza disminuye el poder calorífico, aumenta las emisiones de polvo y el mantenimiento operativo. Además, la ceniza es un residuo que debe ser retirado.

Los contenidos de ceniza, en las partes de las plantas considerados como residuo, pueden ser tan bajos como un 1 o 2 % de la materia seca total. Generalmente se encuentra un contenido de ceniza más elevado en los consumidores finales ya que durante la cosecha, manejo y transporte del residuo, se incorporan al material a granel partículas de suelo y de polvo.

Temperatura de reblandecimiento de ceniza:

A una cierta temperatura de combustión, la ceniza de la biomasa empieza a escoriar y esto causa la formación de escoria¹. Esta temperatura depende principalmente del combustible. Cuanto menor sea la temperatura, la ceniza empezará antes a formar escoria. Los residuos agrarios tienen, en comparación con los combustibles de madera, una temperatura de reblandecimiento de ceniza más baja. Esta es la razón por la que hay una necesidad de calderas especiales con una parrilla enfriada o móvil o bien una eliminación de ceniza automática.

Contenido de nitrógeno, cloro y azufre

Además de las emisiones de polvo, otras emisiones surgen durante el proceso de combustión de biomasa. Las cantidades de estas emisiones dependen del tipo de biomasa así como del diseño de la caldera y el modo de funcionamiento (carga completa o parcial) Algunas de estas se relacionan con el contenido de nitrógeno, cloro y azufre de la biomasa. Por lo tanto, los tipos de biomasa con contenidos elevados de estos componentes podrían tener problemas con la legislación sobre emisiones. El contenido de cloro, más elevado en recursos herbáceos que en recursos leñosos, puede llevar a problemas de corrosión.

¹ La escoria consiste de un bloque de sílice y minerales compactos que se forman durante la fusión de ceniza. El punto de fusión de cenizas juega un papel importante en la evaluación del riesgo de la formación de escoria y también los contenidos minerales (Si, K, Ca, Mg...).

Valor calorífico neto

El valor calorífico neto describe cuánto calor será liberado en de la combustión completa del combustible. Depende, como ya se ha mencionado, considerablemente del contenido de humedad y del contenido de ceniza. Como el contenido de humedad tiene un gran impacto en el valor calorífico neto, al comparar diferentes tipos de biomasa es necesario evaluar el contenido de energía en base seca. En general, los combustibles fósiles tienen un valor calorífico neto más elevado que la biomasa. Además, la biomasa leñosa tiene, en general, un valor ligeramente más elevado (en base saca) que la biomasa de residuos agrarios.

Densidad aparente:

La densidad aparente describe cuántos kilogramos de un tipo de biomasa sólida pueden ser almacenados en una estancia de un metro cúbico. La biomasa sólida tiene, en general, una densidad aparente bastante baja en comparación con los combustibles fósiles. Especialmente los residuos agrarios almacenados sueltos como la paja y el heno tienen una densidad aparente muy baja, que puede ser aumentada enormemente mediante el peletizado de estos residuos. La densidad aparente tiene un fuerte impacto en el tamaño de almacenamiento necesario así como en los costes del transporte. Los tipos de biomasa con una densidad elevada son más baratos en transporte y necesitan menos almacenamiento, que es un importante criterio especialmente en los hogares.

Distribución granulométrica

La dimensión de las partículas describe la forma, el volumen y las dimensiones (longitud, anchura, altura) así como la textura de la superficie de un combustible. La distribución granulométrica describe las diferentes partículas del combustible. Muestra si hay una cantidad importante de partículas finas o grandes. La dimensión de las partículas y la distribución granulométrica determinan el sistema de alimentación de combustible adecuado y la tecnología de combustión. A este respecto, en los combustibles donde el tamaño y la forma de las partículas difieren fuertemente unas de otras pueden causar grandes problemas.

Resumen de las propiedades de biomasa:

Los residuos agrícolas tienen diferentes propiedades y por lo tanto no siempre pueden ser adecuados para peletizar o para utilizar en calderas. Sin embargo, las propiedades de la biomasa pueden ser modificadas sustancialmente mediante los procesos de cosecha, manipulación, del almacenamiento y del pretratamiento. La Tabla 2 muestra las propiedades generales de varios residuos agrícolas primarios y secundarios.

Tabla 2 : Propiedades generales de varios residuos agrícolas primarios y secundarios (Réseau Mixte Technologique Biomasse et Territoires, 2015) (ADEME, Abril 2013) (Kristöfel Christa, 2014)²

	Paja de cereal	Tallos de girasol	Paja de colza	Paja de trigo	Cañote de maíz	Zuro de maíz	Poda de viña	Orujo de uva	Residuos de silo	Hueso de aceituna	Orujillo	Torta de prensa de colza	Cáscara de almendras
Valor calorífico neto (kWh/kg bs)	4,1 – 5,3	5	3,9	5	4,6 – 5,3	4,1 – 4,6	4,1 – 5	3,8 – 5,7	4 – 4,6	4,4	4,9 – 5,1	5,8	4,9 - 5,1
Contenido de ceniza (% m bs)	3 – 8	9 - 12	7 - 8	3,4	10 - 17	1 – 3	2,1 – 4,5	3,5 – 11	4 – 10	<1	9 - 12	6,5	9 - 12
Contenido de agua (% m bh)	9-15	35 - 45	13 - 14	15 - 25	15 - 18	6 – 30	15	50 – 60	10 – 12	12 – 13	35 - 45	9	35-45
Temperatura de reblandecimiento de ceniza (°C)	800-1.000	1.395	1.425	1.300	1.250	900 – 1.300	800 – 1.500	1.300	1.050	-----	1.310	860 – 1.115	1.395

² La tabla muestra diferentes contenidos de humedad. En el caso de los residuos primarios no se representa la humedad de la planta en el momento de la cosecha sino en etapas posteriores de la cadena.

En este documento, solamente se describen los residuos agrícolas secos (contenido de humedad de menos del 60 % del peso en base húmeda) utilizados para la producción de biomasa sólida. No se han considerado los residuos forestales.

3.2. Residuos agrícolas: potencialidades y recomendaciones de uso

3.2.1. Residuos primarios de cultivos anuales

Los cultivos anuales son aquellos que completan su ciclo de vida dentro de un año. La cantidad potencial de residuos de biomasa después de la cosecha de los cultivos es muy variable. El método de cosecha y las preferencias locales de los agricultores afectan directamente a la cantidad y al modo de producción de los residuos de biomasa (suelto en el suelo, en pacas, etcétera) y, por tanto, a su tamaño, densidad y a la incorporación potencial de materiales inorgánicos (partículas de suelo, polvo).

Con respecto a la disponibilidad de residuos agrícolas secos de cultivos anuales, una cuestión crucial es la incorporación al suelo, que podría ser la mejor práctica en suelos con un pobre contenido de materia orgánica, limitando la cantidad que puede ser eliminada sin comprometer la fertilidad y las propiedades del suelo. Todavía en la conversación de suelos, la integración de residuos agrícolas en el suelo es una de las condiciones establecidas por la PAC para cultivos anuales y, por tanto, incluso aunque no es un uso competitivo, los agricultores pueden elegir esta práctica como la manera de cumplir con las medidas agromedioambientales de la PAC.

Se estiman que existen alrededor de 120 millones de toneladas de residuos de cultivos accesibles para bioenergía en la Unión Europea, una vez que se han considerado no disponible la biomasa para usos competitivos y los requisitos de calidad del suelo (Chris Malins, October 2013)



El zuro del maíz es el núcleo central de la mazorca, un residuo de la producción de maíz.

Puede ser dejado en el campo o, en el caso de maíz con destino a la siembra, cosechado.

Recomendaciones

El zuro de maíz tiene una densidad energética más baja que combustibles de madera. Esta propiedad debe ser considerada en el transporte y almacenamiento, en los sistemas de alimentación del combustible y en los sistemas de combustión. Debido a los problemas logísticos debería ser considerado como un combustible para energía local.

El zuro de maíz es abrasivo en contacto con elementos mecánicos y puede dañar los equipos de reducción del tamaño de partícula o las peletizadoras. En caso de quema en equipos no adaptados, se puede producir un comportamiento desfavorable en la fusión de cenizas. En ese caso, el polvo y las partículas pueden bloquear los sistemas de limpieza de efluentes gaseosos.



La **paja** es un subproducto agrícola de diferentes cereales (trigo, avena, cebada, arroz, etc.) compuesto por materiales lignocelulósicos secos (los tallos secos de los cereales y las hojas) después la cosecha del grano.

La paja se almacena en pacas de diferentes tamaños (generalmente de 100 a 250 kg/m³). La cosecha y las tecnologías logísticas están bien establecidas, ya que se trata de uno de los residuos de cultivos que tradicionalmente fueron utilizados durante siglos para múltiples fines, como alimentación animal y cama de animales. Actualmente, se pueden encontrar otros usos competitivos como materia prima de la industria o para energía. Se pueden producir alrededor de 3-5 toneladas de paja por hectárea.

Se pueden producir **muchos otros residuos** de cultivos anuales dependiendo de la región y el tipo de cultivo. La gran mayoría se pueden utilizar como biomasa sólida para energía, considerando sus propiedades como tallos de girasol, paja de colza, paja de trigo o cañote de maíz. Otros residuos primarios, como los prados permanentes, las coberturas de bosque, cascarilla de arroz, lavanda, etc., se pueden utilizar también para la producción de bioenergía

Recomendaciones

El tiempo atmosférico tiene una fuerte influencia en la calidad de la paja. Cuando la paja se cosecha en forma de pacas, la humedad no puede superar el 20 % en peso para evitar el crecimiento de moho y la fermentación, ya que se podría producir un aumento de temperatura y así, habría riesgo potencial de incendio durante el almacenamiento. El almacenamiento exterior es más barato pero puede bajar la calidad por el deterioro.

La presencia de cloro y álcali en la paja es un inconveniente importante. Estos elementos pueden provocar el desarrollo de moléculas corrosivas para calderas y tuberías.

La conversión en energía puede requerir equipos específicos debido a la baja temperatura de reblandecimiento de la ceniza (provocando la producción de escoria).

3.2.2. Residuos primarios de podas de cultivos permanentes

Los residuos de poda provienen de cultivos permanentes como viñedo, olivos, frutales de hueso, árboles de frutos secos, etc. Este material leñoso representa un gran recurso de biomasa pero inexplorado, especialmente presente en los países mediterráneos: los cultivos permanentes representan un total de 10,6 Mha en Europa (Europruning, 2015)



La **poda de vid** es un residuo de la viticultura.

Los sarmientos

son podados cada año durante el invierno. La producción de poda depende de las condiciones climáticas y del suelo, los factores agronómicos, la variedad de la vid y la densidad del viñedo (existencias/ha). La Poda de viña puede generalmente proporcionar de 1 a 2 toneladas de biomasa (materia seca) por hectárea. Se pueden recoger, aunque la práctica común es triturarlas y dejarlas en el suelo como enmienda orgánica.

Recomendaciones

Podas de viña tienen un contenido de ceniza más alto que madera, debido a la cantidad alta de corteza y la incorporación de partículas de suelo cuando es compilada. Algunos metales pesados, del suelo o de productos químicos aplicados al suelo, a lo mejor acompañen la poda de madera, siendo liberados a los gases o atrapados en cenizas. Algunos son zinc, cobre y arsénico. Por esta razón, ceniza obtenida durante combustión debería ser analizada antes de redifundir en los suelos de viñedo.

Debido al contenido de agua alto, almacenamiento sin secado no es recomendado, ya que puede llevar a problemas de fermentación. Se puede secar suelto en la superficie de viñedos hasta abril y después se puede tratar y almacenar fácilmente. Las calderas deben ser listas para hacer frente a este material que a lo mejor incluya, dependiendo de las técnicas de recolección, cantidades importantes de suelo y de pequeñas piedras.

Otros cultivos permanentes como olivos, frutos secos y frutales también producen podas de biomasa. La producción de biomasa por hectárea varía dependiendo del tipo de cultivo, de la intensificación, del clima y del tipo de trabajo de poda ejecutado. Las cifras de producción por hectárea varían bastante, aunque, en el caso de las podas anuales regulares, el potencial está generalmente entre 0,5 y 2 t/ha.

3.2.3. Residuos secundarios de procesos industriales

Los residuos agrícolas secundarios son subproductos de procesos industriales. Sus propiedades fisicoquímicas y su disponibilidad (cantidad y estacionalidad) dependen no solamente de las materias primas (producto primario) sino también del proceso industrial en sí mismo. Son más sencillos a recoger que los residuos primarios porque se concentran en el sitio de procesado.



El **orujo de uva mojado** proviene del procesamiento de uva y contiene

principalmente pieles, tallos y semillas. El rendimiento es de 18-23 kg por 100 litros de vino.

Recomendaciones

El alto contenido alto de nitrógeno puede llevar a la emisión de NO_x y partículas. El contenido de ceniza es bastante alto y la combustión puede producir escoria así como emisiones de partículas, incluido algunos compuestos inorgánicos de cobre, cromo y azufre.

Después de algunos meses, el material tiene tendencia a degradarse por fermentación, reduciendo su contenido energético.



El **residuo de silo** es un subproducto de la distribución y del procesado del grano, de granos dañados y semillas, de polvo de cereal, etc. Se puede recoger fácilmente durante todos los procesos de suministro, secado y almacenamiento del cereal.

Son generalmente utilizados para la alimentación animal (no como polvo suelto pero sí en forma de material granulado) o se pueden quemar en la industria para secar las semillas. La cantidad producida se puede estimar en 0,5 – 2 t/ha.

Recomendaciones

Esta biomasa tiene un alto contenido de ceniza y una cantidad importante de nitrógeno, azufre y cloro, provocando la emisión de NO_x, SO_x y partículas finas.

El residuo de silo tiene una densidad aparente muy baja, una propiedad que debería ser considerada con respecto a cuestiones logísticas.



El **hueso de aceituna**, es el residuo sólido del procesamiento del aceite de oliva con propiedades similares a los pélets de madera. España es el productor principal en Europa. Se estima que representa alrededor del 20 % del peso de la aceituna.

Recomendaciones

Antes de utilizar el hueso de aceituna como combustible, debe ser limpiado y secado para limitar la cantidad de cloro y azufre presente en forma natural en el orujo. Debido a su forma y densidad aparente alta, se pueden almacenar fácilmente en un silo.

Otros residuos secundarios son el orujo de oliva, la granilla de uva, la pulpa de remolacha, otras cáscaras de frutos secos, desecho de fibra, etc. Generalmente, la mayoría de los numerosos residuos producidos por las agroindustrias ya tienen un mercado: alimentación animal, compostaje, procesos industriales y químicos, pero también para producir calor, electricidad o biogás.

3.3. El proceso de producción de biomasa sólida a partir de residuos agrícolas

El objetivo de las cadenas de suministro de biomasa es producir un producto de biomasa final de calidad adecuada para los consumidores finales. Por lo tanto, la configuración de las cadenas de suministro de biomasa comienza con la identificación de la materia prima y las necesidades del consumidor final (especificaciones de la biomasa sólida, sección 4). Las cadenas finales a implantar por una empresa dependerán de su capacidad inversora, de sus medios existentes o de sus instalaciones o de las capacidades de empresas externas capaces de proporcionar servicios. Varias opciones son, a priori, factibles (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2015)

Debido a la diversidad de las materias primas de biomasa, al impacto de la logística en el precio final y a los diferentes tipos de instalaciones de los consumidores finales, cada cadena de suministro debe ser analizada caso por caso. La disponibilidad limitada de la biomasa debe también ser tomada en cuenta: la cadena de suministro debe ser considerada en relación a la estacionalidad de cada biomasa y a la posibilidad de almacenamiento. Los métodos de manejo y de tratamiento integrados en la cadena de valor determinan las propiedades finales de la biomasa. Los principales pasos en la cadena logística son:

- 1) **Cosecha:** es la primera etapa en la cadena logística. Dependiendo del método de cosecha (por ejemplo para paja en varias pasadas, en una pasada, cosecha del cultivo entero), el residuo agrario se encuentra en diferentes formatos por lo que su calidad puede variar significativamente, debido a la incorporación de partículas de suelo o al deterioro.
- 2) **Transporte:** el transporte de la biomasa se desarrolla en dos etapas: un primer transporte del campo a un almacenamiento intermedio o a una planta de tratamiento, y un segundo transporte, del sitio intermedio al consumidor final. La primera etapa se hace principalmente en transporte por carretera, entre distancias cortas, ofreciendo una grand flexibilidad. Para la segunda etapa, las distancias pueden ser más largas y el transporte se realiza por medio de camiones pesados. La elección de tecnología para el transporte (y carga) dependen del formato de la biomasa (por ejemplo material suelto, pacas), de la densidad después el procesado, la distancia de entrega y la infraestructura de transporte existente. Los métodos de carga de biomasa sólida pueden también causar contaminación debido a las partículas del suelo. (Biomass Energy Center, 2015)
- 3) **Pretratamiento:** para consumidores finales convencionales, los formatos más demandados son, generalmente, los pélets y los chips. Por lo tanto, los procesos de pretratamiento más extendidos son la reducción del tamaño de partículas, el secado y el peletizado. El objetivo de los pretratamientos es mejorar las características de la biomasa para que sean facilitados el manejo posterior, el almacenamiento, el transporte o la combustión (Foday Robert Kargbo, 2009) (Biomass, 2013).
 - **Reducción del tamaño de partícula:** El astillado y el molido son etapas necesarias para transformar algunos materiales a granel, como paja o ramas de árboles, en un formato compatible con las calderas habituales. El molido es una etapa necesaria antes del peletizado, excepto en el caso de materiales muy finos o en polvo.
 - **Secado:** La reducción de la humedad es conveniente para mejorar el valor calorífico de la biomasa y también para contribuir a la reducción de los riesgos de degradación durante el almacenamiento. El secado se puede realizar en pilas colocadas en suelos pavimentados o en bahías, generalmente conocida como secado natural. El proceso requiere varias semanas y generalmente no se puede alcanzar humedades por debajo del 20 %, excepto en zonas con un clima muy seco. Para reducir la humedad más rápidamente, se pueden utilizar equipos industriales. De hecho, los secaderos son equipo bastante habituales en las agroindustrias.
 - **Peletizado:** Es el proceso de comprimir materias primas en pélets que llegarán a ser hasta 10 veces más densos que el material suelto. El comportamiento de peletizado de la biomasa depende de varios factores, como la naturaleza del material (y su estructura), el tamaño de partícula, el contenido de humedad y el contenido mineral. No todos tipos de biomasa se pueden peletizar

fácilmente y, en esos casos, es necesario un aditivo. En otras ocasiones, podría ser necesaria la mezcla de varios materiales para producir un pélet de calidad suficiente según las normas.

- 4) **Almacenamiento:** es necesario contar con un almacenamiento suficiente para la biomasa que permita acomodar la estacionalidad de la producción y asegurar un suministro regular al consumidor de biomasa (Biomass Energy Center, 2015). El almacenamiento debe ser adaptado al tipo de biomasa (forma, contenido de humedad), añadiendo coste al sistema. La biomasa sólida tiene una densidad energética relativamente baja y, por lo tanto, requiere un gran volumen para ser almacenada (The Energy Crops Company, September 2007). El almacenamiento se debe hacer en un lugar conveniente para el manejo posterior, tratamiento adicional (si fuese necesario) y transferencia al consumidor final o a otro intermediario (BioEnergy Consult, 2015).

4. Requisitos de calidad para el mercado de la biomasa sólida

4.1. Mercado de la biomasa sólida

La biomasa sólida se utiliza en Europa para calefacción, refrigeración o para la producción de electricidad. Hogares, municipios, industrias y granjas son consumidores de biomasa potenciales.

Los consumidores de biomasa generalmente fijan especificaciones para la misma; la adquieren según las características de sus sistemas energéticos. La calidad se base generalmente en las propiedades definidas en sección 3: se puede requerir, por ejemplo, un formato determinado (tamaño, distribución de partículas), un contenido máximo de humedad y de ceniza específico, o un umbral para componentes químicos (azufre, cloro, etc.).

La calidad y la voluntad de pagar van paralelas. Cuanto mayor es la calidad y mayor la fiabilidad de la biomasa, mayor es el precio que se puede obtener en la venta y mayores las oportunidades de fortalecer las relaciones comerciales y la posición en el mercado. Cabe señalar que solamente plantas de energía muy especializadas pueden hacer frente a biomasa complicada y de baja calidad. La biomasa de alta calidad o calidad intermedia es la materia prima consumida por los hogares, el sector terciario y las industrias no intensivas en energía. Por lo tanto, la calidad es una cuestión que tiene que ser considerada cuando se empieza una actividad empresarial en la distribución de biomasa.

Importancia de la aceptación social

En Italia, los pélets oscuros son considerados como un producto de mala calidad y no tienen mercado. Los pélets deben ser blancos (colores claros).

4.2. Normas de calidad y sistemas de certificación

Producir combustibles de alta calidad a partir de residuos agrícolas primarios y secundarios es un desafío, ya que, en la mayoría de los casos, los residuos tienen un contenido importante de compuestos inorgánicos procedentes de la estructura de la planta (nutrientes y sales inherentes a la materia orgánica y bio-minerales implicados en la estructura de la planta, como oxalato de calcio y fitolita), en contraste con la madera del tronco forestal. La producción de biomasa sólida de residuos agrícolas es bastante rara (excepto en el caso del hueso de aceituna, cáscara de almendra, orujillo y granilla de uva en países mediterráneos). La estrategia para llegar a una buena parte de los consumidores de biomasa potenciales puede depender en algunos casos de la utilización de mezclas y aditivos para producir combustibles de biomasa sólida de buena calidad.

El consumo de pélets certificados puede ser obligatorio en algunos países. Por ejemplo, en España, el nuevo programa de la calidad del aire, prevé nuevas regulaciones que limitan el uso de biomasa no certificada en hogares, para evitar emisiones de materia de partículas finas nocivas y la emisión en zonas pobladas.

Para mejorar la calidad de los combustibles de biomasa sólida, el CT 335 “Biocombustibles sólidos” del Comité Europeo de Normalización CEN, bajo el mandato de la Comisión Europea, desarrolló un conjunto de

normas para la definición de categorías de combustibles, métodos de ensayo y de muestreo así como esquemas de control de calidad para cadenas de suministro. Muchas de las normas europeas fueron presentadas para ser 'mejoradas' por las normas internacionales por el ISO CT 238 "Biocombustibles sólidos", incorporado en 2014. Algunas de las normas europeas sobre combustibles de biomasa sólida ya no están en vigor, y han sido sustituidas por las normas ISO. Las normas europeas están enfocadas en usos no industriales mientras las normas internacionales también incluyen el uso industrial de los biocombustibles sólidos. Además, en un futuro próximo, las normas internacionales incluirán biomasa acuática como materia prima y la clasificación de la biomasa tratada térmica (por ejemplo biomasa torrefactada).

Las normas establecen una serie de requisitos, de protocolos y de especificaciones técnicas relativas a la calidad del combustible. Las normas se pueden dividir con relación a estos temas en:

Tabla 3 : Ejemplos de normas sobre biomasa

Tema	Normas europeas (EN)	Normas Internacionales (ISO)
Terminología	EN 14588*	ISO 16559
Especificaciones y clases de combustibles	Serie EN 14961 (6 partes)*	Serie ISO 17225 (8 partes)
Aseguramiento de la calidad del combustible	Serie EN 15234 (6 partes)	ISO /CD 17588
Muestreo y preparación de muestras	EN 14778 y EN 14780	ISO/NP 18135 and ISO/NP 14780
Propiedades físicas y mecánicas	15 normas publicadas	12 normas en desarrollo
Análisis químico	6 normas publicadas	6 normas en desarrollo

(*) Derogadas

La **ISO 17225:2014, Biocombustibles sólidos – Especificaciones y clases de combustibles** se puede considerar como la norma más importante al empezar una actividad empresarial en este ámbito. El objetivo de la primera parte de las normas es proporcionar la nomenclatura inequívoca y clara para las propiedades de la biomasa sólida (diámetro, contenido de ceniza, contenido de humedad, aditivos, etc.), permitiendo un buen entendimiento entre vendedor y comprador, así como una herramienta de comunicación con los fabricantes de equipos para una comercialización eficiente.

La **ISO 17225 partes 2-7** establece categorías según los valores de las propiedades de los diferentes productos (pélets de madera, briquetas de madera, astillas de madera, leña, pélets y briquetas no leñosos) que pueden servir como recomendaciones para las especificaciones de calidad para edificios residenciales, pequeñas entidades y edificios públicos así como uso industrial (el último solamente en el caso de pélets de madera).

Varios países europeos como Austria (ÖNORM M 7135), Suecia (SS 187120), Francia (NF Granulés), Italia (CTI- R 04/5) y Alemania (DIN 51731 y DINPLUS) han introducido sistemas de certificación de pélets. Es una manera para proporcionar confianza a los consumidores, ya que una entidad externa certifica, de acuerdo a unas especificaciones establecidas, la calidad del producto. A nivel de la UE, la certificación ENplus es la certificación común que indica una garantía de alta calidad en los pélets de madera. Los otros tipos de biomasa sólida no tienen sistemas de certificación por el momento.

Finalmente, es importante destacar que, cuando se contrata un servicio externo para realizar un análisis de calidad de un producto, es fundamental asegurar que el análisis se realiza según las normas ISO existentes. En el Anexo 2 figura una lista de estas normas.

4.3. Procesos sostenibles

Al igual que en cualquier mercado en crecimiento, existen cuestiones inevitables a superar para dejar verdaderamente prosperar la bioenergía. Para que una iniciativa de biomasa sea sostenible en el tiempo, debería lograr cumplir tres factores de sostenibilidad principales: las dimensiones económica, social y

medioambiental. Un producto sostenible puede justificar un precio más alto que un combustible fósil y ser un factor de venta poderoso a favor del mercado de la biomasa sólida (European Commission - Directorate General for Research and Innovation - SCAR, 2014).

BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (la biomasa es considerada como carbono neutral)	Uso de energías renovables y mix energético ³	Combustible natural y local
---	--	-----------------------------

En términos de preocupaciones ambientales, el marco legal podría fijar límites en las emisiones atmosféricas para instalaciones que utilizan biomasa para energía. Por lo tanto, es necesario que la biomasa producida cumpla con algunas normas y regulaciones, para asegurar que sea comercializable.

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Autosuficiencia en el suministro de energía	Reducir la dependencia de combustibles fósiles	Precios estables no indexados en el precio del petróleo
---	--	---

En términos de economía, la sostenibilidad se alcanza cuando el centro logístico agroindustrial consigue una parte estable del mercado. A este objeto, la biomasa sólida comercializada debe ser económicamente competitiva satisfaciendo a la vez las exigencias de calidad de los consumidores finales. La calidad, los gastos de procesado y los precios de mercado están bastante interconectados, y son un elemento crucial para diseñar con éxito las estrategias de comercialización.

BENEFICIOS SOCIALES Y DE DESARROLLO RURAL

Nueva actividad con valor añadido en todas las cadenas logísticas	Mejorar infraestructura industrial	Crear nuevos empleos (procesado, logística)	Cadena de suministro local y energía
---	------------------------------------	---	--------------------------------------

Las barreras sociales pueden ser una preocupación principal para la solidez del centro de operación para el que se recomienda que los métodos de manejo y la actividad de la industria no provoque localmente impactos visuales, ruido u olores. Por lo tanto, los clientes actuales deberían mantenerse informados de las nuevas actividades de la agroindustria.

Criterios de sostenibilidad para la biomasa en la UE (European Commission, 2015)

La Directiva de Energías Renovables 2009/28/CE fija criterios de sostenibilidad vinculantes para los biocombustibles y bio-líquidos, pero no para biomasa sólida y gaseosa. En 2011, la CE publicó recomendaciones no vinculantes sobre criterios de sostenibilidad para biomasa sólida y gaseosa (aplicable a instalaciones con una capacidad eléctrica o térmica igual o superior a 1 MW). A modo de resumen, la declaración todavía no vinculante de la CE sugiere (European Commission, 2010):

- Prohibir el uso de biomasa proveniente de tierras convertidas en bosques y otras áreas de gran almacenamiento de carbono, así como las zonas de gran biodiversidad;
- Asegurar que los biocombustibles emiten al menos 35 % menos gases de efecto invernadero a lo largo de su ciclo vital (cultivo, procesado, transporte, etc.) en comparación con otros combustibles fósiles. Para nuevas instalaciones esta cantidad aumenta hasta 50 % en 2017 y hasta 60 % en 2018;

³ La biomasa es considerada como una fuente de energía renovable debido a su regeneración a corto plazo. Cuando los cultivos anuales se queman, la cantidad de carbono generada se puede absorber rápidamente para el crecimiento de nuevas plantas. La biomasa es por lo tanto considerada como "carbono neutral". La diferencia importante es que los combustibles fósiles como el carbón, que contiene carbono que fue secuestrado milos o millones de años antes, cuando este recurso es quemado, no se puede reponer. Además, si la biomasa es quemada o si se decompone naturalmente, libera la misma cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

- Apoyar planes de apoyo nacionales de biomasa para instalaciones de alta eficiencia;
- Fomentar la supervisión del origen de toda la biomasa consumida en la UE para asegurar su sostenibilidad;

En 2014, la Comisión Europea publicó un informe sobre la sostenibilidad de la biomasa sólida y gaseosa para la generación de calor y electricidad. El informe incluye información sobre acciones actuales y planeadas de la UE para maximizar los beneficios del uso de biomasa evitando impactos negativos en el medio ambiente. Es esta ocasión, los criterios de sostenibilidad tampoco son vinculantes.

Las tendencias actuales sugieren que el futuro podría traer un interés gradual de la CE en promover la sostenibilidad en el ámbito de biomasa, que posiblemente venga acompañado por regulaciones más restrictivas para la biomasa sólida. Estos compromisos potenciales podrían completarse con instrumentos oficiales, reglas y procedimientos que habrían de ser cumplidos por los productores de biomasa y comercializadores para demostrar la conformidad de la sostenibilidad de sus productos. Aquellos que no cumplieren con estos criterios podrían ser excluidos de programas de ayuda (tarifas “feed-in” de energías renovables, apoyo para inversión en nuevas plantas de energía) y perjudicados en este mercado competitivo.

Mensajes clave para el lector

Este manual ha sido elaborado para agroindustrias interesadas en empezar una nueva actividad como centro logístico de biomasa. Representa la información básica que SUCELLOG considera como crucial para agroindustrias inexpertas en el ámbito profesional de la manipulación, el tratamiento y la comercialización de la biomasa sólida con destino energético.

- La demanda de biomasa sólida sostenible está aumentando en la UE-28 y los residuos agrícolas representan un enorme potencial sin explorar para diversificar el suministro actual.
- Las agroindustrias tienen una posición estratégica para comenzar un nuevo negocio como productores de biomasa, ya que ellas:
 - ya trabajan con materiales orgánicos sólidos a granel,
 - su equipamiento para manipular, secar o granular se puede, en algunos casos, utilizar para tratar materias primas de biomasa,
 - también pueden utilizar sus instalaciones y permisos habituales para el almacenamiento y distribución,
 - cuentan con redes comerciales existentes y canales que pueden apoyarles para empezar la comercialización de biomasa,
 - pueden operar temporalmente como centro logístico de biomasa durante periodos de actividad reducida o de inactividad.
- Varios casos de éxito en Europa de centros logísticos agroindustriales pioneros demuestran la viabilidad este enfoque.
- Los residuos agrarios tienen, generalmente, una calidad inferior a los recursos forestales, que son actualmente utilizados para producir la biomasa sólida principalmente consumida en Europa. Es bastante difícil alcanzar una calidad equivalente basándose en residuos agrarios y posiblemente los combustibles agrarios pueden no ser totalmente compatibles con los sistemas energéticos convencionales de los consumidores finales.
- La estrategia de las agroindustrias para penetrar en el mercado debería ir en dirección de producir biomasa sólida no sólo con precios competitivos sino también con calidad suficiente. Abordar la calidad esperada solicitada por los consumidores objetivo es una necesidad y, por lo tanto, se recomienda encarecidamente la realización de un estudio de mercado. La calidad y las normas de conformidad son cruciales para establecer relaciones sostenibles con los consumidores.
- La cadena de suministro de biomasa es un componente clave para obtener materias primas con contenidos de humedad y ceniza más bajos y, por consiguiente, un producto de mejor calidad. Por lo tanto, tiene que ser desarrollada cuidadosamente.
- Ya existen normas ISO con recomendaciones de especificaciones de calidad para diferentes perfiles de usuarios finales. Las normas ya fijan las nomenclaturas a utilizar y los procedimientos para determinar las propiedades de la biomasa.
- La Comisión Europea ya ha comunicado criterios de sostenibilidad no vinculantes para la biomasa sólida.

Anexos:

Anexo 1: Proceso de la biomasa

Combustión: acto de quemar biomasa (o combustibles fósiles como carbón o petróleo), produciendo una reacción química exotérmica a alta temperatura entre un combustible y un oxidante (normalmente oxígeno). La madera es la materia prima más comúnmente utilizada como biomasa pero también pueden ser quemados subproductos agrícolas (paja, huesos), residuos forestales (poda, corteza, serrín) o cultivos energéticos. La energía térmica producida por combustión se utiliza para diversos usos como cocinar, iluminar, producir electricidad o calefacción industrial o doméstica.

Digestión anaerobia (Gasification Technologies Council, 2015): serie de procesos biológicos en los que los microorganismos rompen materias biodegradables en ausencia de oxígeno. Se puede utilizar con objetivo industrial o doméstico para producir biogás, manejar residuos (estiércol, subproductos vegetales) o cultivos con destino energético (maíz). El biogás, uno de los productos de la digestión anaerobia de residuos, está compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono y, por lo tanto, se puede quemar para generar calor y electricidad o utilizar para producir combustibles para el transporte (European Biofuels, 2015).

Producción de biocombustible para el transporte (European Biofuels, 2015) (Biofuel.org.uk, 2015): Los biocombustibles son cualquier combustible de hidrocarburo producido a partir de materia orgánica en un breve periodo de tiempo (días a meses, en contraste con los combustibles fósiles que necesitan millones de años para formarse). Se dividen en biocombustibles de "primera generación", hechos de tejidos vegetales ricos en azúcares, almidón o aceite vegetal, y de "segunda generación", fabricados a partir de materia prima de la lignocelulosa (paja, madera, etcétera). Los biocombustible a partir de algas se denominan de "tercera generación". Para producir biocombustibles se utilizan los dos procesos siguientes:

- **Transesterificación:** Para la producción de biodiésel, los aceites vegetales son extraídos y esterificados mediante la adición de alcoholes con un catalizador (sodio o hidróxido de potasio).
- **Fermentación:** Durante la producción de bioetanol, la biomasa lignocelulósica es hidrolizada, fermentada y destilada, un proceso conocido basado en conversión enzimática de biomasa amilácea en azúcar (IEA, International Energy Agency, 2015) (Biofuel.org.uk, 2015).

Se pueden citar algunos otros procesos como la **pirólisis** (descomposición química a alta temperatura en ausencia de oxígeno), **torrefacción** (proceso térmico por el que las propiedades de biomasa son cambiadas para obtener un combustible de mejor calidad para aplicaciones de combustión y gasificación) o **gasificación** (proceso de fabricación convirtiendo cualquier material que contiene carbono en gas de síntesis) (Gasification Technologies Council, 2015).

Anexo 2: normas ISO

- . ISO 16559, Biocombustibles sólidos — Terminología, definiciones y descripciones
- . ISO 16948, Biocombustibles sólidos — Determinación del contenido total de carbono, hidrogeno y nitrógeno
- . ISO 16968, Biocombustibles sólidos — Determinación de elementos secundarios
- . ISO 16994, Biocombustibles sólidos — Determinación del contenido total de azufre y cloro
- . ISO 17225-1, Biocombustibles sólidos — Especificaciones y clases de combustible — Parte 1: Requisitos generales
- . ISO 17828, Biocombustibles sólidos — Determinación de la densidad aparente
- . ISO 17829, Biocombustibles sólidos — Determinación de longitud y diámetro de pélets
- . ISO 17831-1, Biocombustibles sólidos — Determinación de durabilidad mecánica de pélets y briquetas — Parte 1: Pélets
- . ISO 18122, Biocombustibles sólidos — Determinación de contenido de ceniza
- . ISO 18134-1, Biocombustibles sólidos — Determinación de contenido de humedad — Método de secado en estufa — Parte 1: Humedad total — método de referencia
- . ISO 18134-2, Biocombustibles sólidos — Determinación de contenido de humedad — Método de secado en estufa — Parte 2: Humedad total — método simplificado

Abreviaturas

%: porcentaje

°C: grados Celsius

ADEME: Agencia Francesa del Medio Ambiente y la Gestión de la Energía

Abr: Abril

bh: como es recibido, significando base húmeda

Ag: Agosto

PAC: Política Agrícola Común

bs: base seca

Dic.: Diciembre

CE: Comisión Europea

UE: Unión Europea

UE-27: Unión Europea con 27 países miembros (Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido).

EU-28: EU-27 + Croacia (desde el 1 de julio de 2013)

Feb.: Febrero

ha: hectárea

En: Enero

Jul: Julio

Jun: Junio

kg/100 litros de vino: kilogramos de materias primas contenidos en 100 litros de vino.

kg: kilogramo

kt/año: 1.000 toneladas por año

kWh: Kilovatio hora

Mar: Marzo

Nov: Noviembre

NOx: Óxidos de nitrógeno

Oct.: Octubre

Sep: Septiembre

SOx: Óxido de azufre

tep: Toneladas equivalentes de petróleo

% m: porcentaje en peso

m: masa

Copyright de las imágenes

Figura 3: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
 Figura 4 : Pilar Fuente Tomai, Union de la Coopération Forestière Française
 Figura 5: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Figura 6: CIRCE
 Figura 7: Styrian Chamber of Agriculture and Forestry
 Figura 8: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Figura 9: DREAM - Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente
 Sección 3.2 – Zuros de maíz: Cosette Khawaja, WIP - Renewable Energies
 Sección 3.2 - Paja: RAGT Energie SAS
 Sección 3.2 – Podas de viña: RAGT Energie SAS
 Sección 3.2 – Orujo de uva: RAGT Energie SAS
 Sección 3.2 – Residuos de silo: RAGT Energie SAS
 Sección 3.2 – Huesos de aceituna: CIRCE

Lista de Tablas

Tabla 1: Sinergias entre el periodo de inactividad de las agroindustrias (verde) y la disponibilidad estacional de cultivos (marrón)	12
Tabla 2 : Propiedades generales de varios residuos agrícolas primarios y secundarios	19
Tabla 3 : Ejemplos de normas sobre biomasa.....	25

Lista de Figuras

Figura 1: Principales tipos de procesos energéticos de biomasa y usos.....	6
Figura 2 : Aportación de energías renovables en el consumo interior bruto en UE-28 (Comisión Europea, 2015)	7
Figura 3: Concepto de agroindustria como centro logístico de biomasa.....	9
Figura 4 : Secadero horizontal – Luzéal - Francia	12
Figura 5 : Peletizadora para alimentación animal - Progeo Masone - Italia	13
Figura 7 : Manipulado de zuro de maíz - Tschiggerl Agrar GmbH - Austria.....	13
Figura 8 : Santa Maria La Palma, bodega - Italia	14
Figura 9 : Sitio de almacenamiento - Agrícola Latianese, extracción de aceite de oliva - Italia	15

Lista de referencias

- ADEME. (Abril 2013). *BRAN BLENDING Développement de biocombustibles standardisés à base de matières premières agricoles et à faible taux d'émissions*. ANGERS.
- ADEME. (Avril 2013). *BRAN BLENDING Développement de biocombustibles standardisés à base de matières premières agricoles et à faible taux d'émissions*. ANGERS.
- BioEnergy Consult. (2015). *Biomass storage methods*. Retrieved 2015, from Powering clean energy future: <http://www.bioenergyconsult.com/>

- Biofuel.org.uk. (2015). *How to make Biofuels*. Retrieved 2015, from Biofuel, the fuel of the future: <http://biofuel.org.uk/>
- Biomass Energy Center. (2015, May). *The Biomass Energy Centre is the UK government information centre for the use of biomass for energy in the UK*. Retrieved 2015, from <http://www.biomassenergycentre.org.uk/>
- Biomass, S.-S. B. (2013). *Caixia Wan, Yebo Li*.
- Chris Malins, S. S. (October 2013). *Availability of cellulosic residues and wastes in the E*. ICCT, the international council on clean transformation.
- EEA, Scarlat & al etc. (n.d.). *Biomass Futures project*. Retrieved 07 09, 2015, from <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Biofuels. (2015). *Biogas/Biomethane for use as a transport fuel*. Retrieved 2015, from Technology platform, accelerating deployment of advanced biofuels in Europe: <http://www.biofuelstp.eu/biogas.html>
- European Commission. (2010). *Report on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling [COM/2010/11]*.
- European Commission. (2015). *Energy Biomass*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biomass>
- European Commission. (2015). *Europe 2020 in a nutshell*. Retrieved 2015, from Europe 2020: <http://ec.europa.eu/europe2020>
- European Commission. (2015). *Eurostat*. Recuperado el 2015, de <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission. (2015). *Eurostat*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission. (2015). *Supply, transformation and consumption of heat - annual data*. Retrieved 2015, from Eurostat: <http://ec.europa.eu/eurostat>
- European Commission - Directorate General for Research and Innovation - SCAR. (2014). *Where next for the European bioeconomy*. Brussels.
- Europruning, C. (2015). *Europruning, Deliverable Reporting, D3.1 Mapping and analysis of the pruning biomass potential in Europe*.
- Foday Robert Kargbo, J. X. (2009). Pretreatment for energy use of rice straw: A review. *African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (12), pp. xxx-xxx, December 2009 Special Review*.
- Gasification Technologies Council. (2015). *What is Gasification?* Retrieved 2015, from <http://www.gasification.org/>
- Kristöfel Christa, W. E. (2014). *MixBioPells, Biomass report*.
- Michael Carus, nova-Institut. (August 2012). *Bio-based Economy in the EU-27: A first quantitative assessment of biomass use in the EU industry*. Nova Institute for ecology and innovation.
- Observ'ER. (2013). *The state of renewable energies in Europe, 13th EurObserv'ER Report*. Paris.
- Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. (2015). *Biomass feedstocks*. Retrieved 2015, from Energy.gov: www.energy.gov

Réseau Mixte Technologique Biomasse et Territoires. (2015). Retrieved 2015, from Biomasse-territoire.info:
<http://www.rmtbiomasse.org/>

S2biom, Cosette Khawaja, Rainer Janssen. (2014). *Sustainable supply of non-food biomass for a resource efficient bioeconomy*. Munich, Germany.

Scarlat N, M. M. (2010). *Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: potential and limitations for bioenergy use*.

The Energy Crops Company. (September 2007). *Wood pellet fuel utilisation design guide*.