

Alternativas proteicas a la harina de soja obtenidas por fermentación microbiana de subproductos agrícolas y agroindustriales: Evaluación de recursos disponibles

“Trabajo presentado para la superación de los 15 créditos del Módulo Trabajo Fin de Máster del **Máster Oficial en Calidad de los Alimentos de Origen Animal**”.

Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Veterinària
Departament de Ciència Animal i dels Aliments

Miquel Redondo Llerena

Cerdanyola del Vallès a 4 de septiembre de 2016

María José Milán Sendra y Gerardo Caja López

INFORMAN

Que el trabajo de investigación titulado: “**Alternativas proteicas a la harina de soja obtenidas por fermentación microbiana de subproductos agrícolas y agroindustriales: Evaluación de recursos disponibles**” ha sido realizado bajo nuestra supervisión o tutela por el Sr Miquel Redondo Llerena dentro del módulo Trabajo Fin de Máster del **Máster Oficial de Calidad de Alimentos de Origen Animal** de la **Universitat Autònoma de Barcelona**.

Lugar, fecha y firma

Lista de abreviaturas

ADF	Acid detergent fiber – Fibra ácido detergente
ACVC	Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya
AFZ	Association Française de Zootechnie – Asociación Francesa de Zootecnia
CF	Crude fiber – Fibra bruta
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. Centro Francés de investigación Agrícola para el desarrollo.
CP	Crude protein – Proteína bruta
CRC	Catàleg de Residus de Catalunya
DM	Dry matter – Materia seca
DT	Degradabilidad teórica
DOGC	Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya
EE:	Ether extract – Extracto etéreo
EET	Encefalopatías espongiformes transmisibles
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique – Instituto Nacional de Investigación Agronómica
MN	Materias nitrogenadas
MNMIC	Materias nitrogenadas o proteína bruta de origen microbiano ($N \times 6.25$)
MNMICc	MNMIC corregidas por la grasa
MOD	Materia orgánica digestible
MOF	Materia orgánica fermentable
MOFc	MOF corregida
NDF	Neutral detergent fiber – Fibra neutro detergente
PDI	Proteína digestible en el intestino
PDIA	PDI de origen alimentario
PDIM	PDI de origen microbiano
PMIC	Proteína microbiana
PMICc	PMIC corregida por la grasa
PSE	Proyecto Singular Estratégico
SANDACH	Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano
UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
VB	Valor biológico

Índice

1. Introducción. Motivación del proyecto	- 7 -
2. Objetivos	- 8 -
3. Definiciones.....	- 10 -
4. Clasificación de los subproductos. Normativa de residuos	- 11 -
5. Legislación de Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano	- 12 -
6. Metodología de cuantificación de subproductos	- 13 -
7. Principales cultivos y residuos agroindustriales para la obtención de materia prima para la fermentación.....	- 14 -
8. Composición. Caracterización básica de materias primas.....	- 15 -
9. Estimación teórica de los productos obtenidos – proteína microbiana.....	- 15 -
10. Resultados y discusión.....	- 17 -
11. Conclusión	- 24 -
12. Bibliografía.....	- 26 -
13. Anexos	- 28 -
Anexo 1: Cuantificación de subproductos/residuos	- 28 -
1. Cereales	- 28 -
1.1 Trigo	- 28 -
1.2 Cebada.....	- 28 -
1.3 Avena.....	- 29 -
1.4 Centeno.....	- 29 -
1.5 Triticale.....	- 30 -
1.6 Maíz.....	- 30 -
2. Frutales	- 31 -
2.1 Manzano	- 31 -
2.2 Peral.....	- 32 -
2.3 Cerezo.....	- 33 -
2.4 Melocotón.....	- 34 -
2.5 Almendro.....	- 35 -
2.6 Naranja	- 36 -
3. Patatas.....	- 36 -
4. Sector forestal.....	- 36 -
5. Olivar e industria del aceite de oliva	- 37 -
6. Industria vitivinícola.....	- 37 -
7. Bovino, animales sacrificados	- 38 -
8. Ovino, animales sacrificados	- 38 -
9. Caprino, animales sacrificados	- 39 -

Resumen

Europa, España y Catalunya dependen de la harina de torta de soja para satisfacer las necesidades alimentarias pecuarias originadas por la demanda de carne y productos lácteos. La mayor parte de esta harina de soja es importada de Sudamérica.

El proyecto “Altersoy” es un proyecto de investigación, financiado por la Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya y la Fundación “La Caixa”, que tiene como principal objetivo la obtención de suplementos proteicos de origen microbiano que puedan ser una alternativa al empleo de la soja en la alimentación animal.

El sistema digestivo de los rumiantes se caracteriza por fermentar alimentos de baja calidad y producir proteína microbiana. El proyecto AlterSoy estudia reproducir este proceso a escala de laboratorio y optimizarlo usando diferentes subproductos de la industria agroalimentaria.

Catalunya y las comunidades autónomas colindantes, Aragón y Comunidad Valenciana disponen de abundantes subproductos y/o residuos agrícolas y de la industria agroalimentaria que podrían ser adecuados para la producción de proteína de origen microbiano. Para ello se ha realizado un estudio de las características y cantidades disponibles de dichos subproductos para su posterior uso en alimentación animal

El potencial de producción de proteína microbiana de los diferentes subproductos se ha estimado emulando la fermentación ruminal de los rumiantes mediante el sistema francés del Institute National de Recherche Agronomique. Subproductos como la paja mejoran los costes de la harina de soja como fuente de proteína.

Con los subproductos agrícolas disponibles hoy en Catalunya y una tecnología de valorización apropiada se podría reducir la dependencia de la soja como fuente de proteína para la alimentación animal.

Abstract

Europe, Spain and Catalonia depend on soybean meal, most of which is imported from South America, to supply the livestock feed needs originated by the growing demand for meat and dairy products.

The project “Altersoy” is a research project funded by the Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya and the foundation “la Caixa”. Its main objective is to obtain microbial origin protein supplements that may be an alternative to soy in animal feed.

The ruminant’s digestive system is characterized by its ability to ferment low quality feed and to produce microbial protein. The project Altersoy studies to reproduce this process in the laboratory and to optimize it using different by-products from agricultural and food industry.

Catalonia and its surrounding areas, Aragon and Valencia, have plenty of resources, products and/or agricultural and food industry residues that could feed for microbial origin protein production. A research on characteristics and available quantities of these by-products has been carried out in order to use them in animal feed.

The production potential of microbial protein of the different by-products has been estimated emulating ruminant fermentation by the French system of de National Institute for Agricultural Research. By-products such as straw improve soybean meal costs as a protein source.

With the agricultural by-products nowadays available in Catalonia and an appropriate recovery technology it could be possible to reduce the dependence on soy as a protein source for animal feed.

1. Introducción. Motivación del proyecto

El tratamiento de los residuos resulta muy costoso para las empresas, además de constituir un importante problema medioambiental a causa de su volumen, y en algunas ocasiones, de sus características físico-químicas. Cabe destacar el gran número de proyectos de investigación y publicaciones llevados a cabo en los últimos años, que intentan revalorizar diferentes tipos de subproductos.

Hay que tener en cuenta que muchos de los residuos y subproductos, tanto agrícolas como agroindustriales, contienen hidratos de carbono (azúcares y fibra) y/o proteínas, que pueden ser aprovechados como sustratos, ya sea directamente o previa transformación biológica, para obtener compuestos de alto valor en la alimentación animal (Bellaver et al., 2005; Molina-Alcaide et al., 2008; Molina-Alcaide & Yanez-Ruiz, 2008; Soto et al., 2015).

Las semillas de oleaginosas y sus harinas proteicas de extracción son una materia prima fundamental de la industria de elaboración de piensos compuestos en Catalunya, y de las que tiene una dependencia externa muy acusada. Esta dependencia hace muy sensible el sector ganadero catalán ante las variaciones de los precios internacionales de las mencionadas materias primas. Durante el año 2011, la industria catalana productora de piensos utilizó aproximadamente 1,7 millones t de semillas de oleaginosas (18%) y sus harinas proteicas de extracción (82%), de las que sólo 24.000 t se produjeron en Catalunya (DARP, 2012). Del total de semillas de oleaginosas utilizadas, la soja ocupa la primera posición (87%), seguida del girasol (6%) y la colza (5%). En relación a las harinas proteicas de extracción utilizadas, el 68% corresponde a la harina de torta de soja, seguida de la harina de torta de colza (17%).

La soja (*Glycine max* L.) es una leguminosa (Fabaceae) nativa de Asia y cultivada por su semilla de elevado contenido en aceite y proteína. Fue domesticada en el norte de China hace unos 3.000 años, y actualmente se cultiva en casi todos los continentes entre 53° N y 53° S, desde el nivel del mar hasta una altitud de 2.000 m. Las condiciones óptimas de crecimiento de la soja son temperaturas máximas diurnas de alrededor de 30°C; 850 mm de precipitación anual (no menos de 500 mm durante la temporada de crecimiento), y un suelo bien drenado con pH entre 5,5 y 7,5 (Feedipedia, 2016).

Los principales productores mundiales son Estados Unidos, Brasil y Argentina (FAO, 2013), mientras que los principales exportadores son Argentina y Brasil (Oil World, 2010). Aunque ha sido utilizada como alimento para los animales en Estados Unidos desde mediados de la

década de 1930 (Lewis et al., 2001), la producción de piensos a base de soja despegó a mediados de la década de 1970 y luego se aceleró a principios de 1990, debido a una creciente demanda de los países en desarrollo. La expansión de la acuicultura y la prohibición del uso de subproductos de matadero en la alimentación de rumiantes, también impulsaron la demanda de esta fuente de proteína de alta calidad (Steinfeld et al., 2006).

La alta digestibilidad y valor biológico (VB) de los aminoácidos de la harina de soja en animales y, en especial su alto contenido de lisina, permiten la formulación de raciones que contienen menos proteína total que con otras fuentes de proteínas, lo que reduce el aporte necesario de nitrógeno en la alimentación y la excreción de nitrógeno en la biosfera (Pettigrew et al., 2008).

Resulta de especial interés que el valor biológico (VB; básicamente resultado de la composición en aminoácidos) de la harina de torta de soja y de la proteína microbiana, resultado de procesos fermentativos en el estómago de los rumiantes, son muy similares (VB = 60-70%). Por ello, la fermentación de diferentes tipos de subproductos y concentración de la proteína microbiana producida, para su utilización en alimentación animal, tendría interés para intentar reducir la gran dependencia que se tiene en la actualidad de la proteína de soja. Sin embargo, la composición final de los productos de fermentación obtenidos está condicionada tanto por los tipos de sustrato y los inóculos utilizados, como por las condiciones del proceso fermentativo, lo que está poco estudiado en el caso de los residuos agrícolas y agroalimentarios.

2. Objetivos

El proyecto AlterSoy es un proyecto de investigación patrocinado por la Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya (ACVC), en el marco de un programa de colaboración de las Academias de Catalunya y el Departament de Justícia de la Generalitat de Catalunya, que está financiado por la Fundació Bancaria “la Caixa”, cuyo objetivo es la obtención de suplementos proteicos de origen microbiano destinados a la sustitución de la soja en la alimentación animal a partir de la fermentación de residuos orgánicos agrícolas y agroindustriales en Catalunya.

El equipo de investigación está constituido por miembros de los grupos de investigación de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB):

- ❖ Grup de Recerca en Remugants (G2R; 2014 SGR 1622) del Departament de Ciència Animal i dels Aliments.

- ❖ Grup de Compostatge de Residus sòlids Orgànics (GICOM, 2014 SGR 343) del Departament d'Enginyeria Química.

El proyecto tiene como objetivos concretos:

- ❖ Cuantificar la producción de residuos agrícolas y de la industria agroalimentaria que tiene Catalunya, como posibles sustratos para la fermentación y transformación en proteína de origen microbiano destinada a la alimentación animal.
- ❖ Obtener la composición nutritiva de dichos subproductos y realizar una primera estimación teórica de los productos obtenidos tras el proceso de fermentación microbiana.
- ❖ Estudiar las características y factores de optimización del proceso fermentativo, incluyendo distintos tipos de inóculos microbianos, para su conseguir producir productos rentables y de calidad.
- ❖ Estudiar la composición y valoración nutritiva de los productos obtenidos para su utilización como suplementos proteicos destinados a la alimentación animal.
- ❖ Realizar unas recomendaciones sobre las acciones específicas para impulsar las iniciativas de aprovechamiento de residuos más beneficiosos para el sector ganadero en Catalunya.

El presente trabajo se enmarca en la primera parte del proyecto AlterSoy (dos primeros objetivos) que aborda las características, cantidad, disponibilidad y distribución geográfica de distintos tipos de materiales que podrían ser utilizados como sustrato para la fermentación con inóculos microbianos ruminales, procedentes de matadero, para simular la digestión anaerobia propia del rumen de los rumiantes.

Para ello se ha recogido la información disponible sobre las cantidades de diferentes productos y subproductos agrícolas y agroindustriales con vistas a la obtención de proteína microbiana.

3. Definiciones

La Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, relativa a los residuos, y la Directiva 2008/98/CE, de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos y por la que se derogan determinadas Directivas anteriores, definen:

“Residuo” cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

“Tratamiento” operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

“Valorización” cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.

“Eliminación” cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.

“Subproducto” como una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto. Cualquier sustancia puede ser considerada como subproducto, y no como residuo únicamente, si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) Es seguro que la sustancia u objeto van a ser utilizados posteriormente;
- b) La sustancia u objeto pueden utilizarse directamente sin tener que someterse a una transformación posterior distinta de la práctica industrial normal;
- c) La sustancia u objeto se producen como parte integrante de un proceso de producción; y,
- d) El uso ulterior es legal, es decir la sustancia u objeto cumplen todos los requisitos pertinentes para la aplicación específica relativos a los productos y a la protección del medio ambiente y de la salud, sin producir impactos generales adversos para el medio ambiente o la salud humana.

En el artículo 6 de la Directiva 2008/98/CE, relativo al fin de la condición de residuo, establece que “Determinados residuos específicos dejarán de ser residuos cuando hayan sido sometidos a una operación, incluido el reciclado, de valorización y cumplan los criterios específicos que se elaboren, con arreglo a las condiciones siguientes:

- a) La sustancia u objeto se usa normalmente para finalidades específicas;
- b) Existe un mercado o una demanda para dicha sustancia u objeto;
- c) La sustancia u objeto satisfacen los requisitos técnicos para las finalidades específicas, y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productores; y
- d) El uso de la sustancia u objeto no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud.

4. Clasificación de los subproductos. Normativa de residuos

La codificación, la clasificación y la determinación de la correcta gestión para cada tipo de residuo está regulada en el Decreto 34/1996, de 9 de enero, por el cual se aprueba el Catàleg de residus de Catalunya en el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC núm, 2166 de 9 de febrero de 1996) y posteriormente modificado por el Decret 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decret 34/1996, de 9 de enero, por el cual se aprueba el “Catàleg de Residus de Catalunya” (CRC). En este último decreto se redactó un nuevo anexo, que constituye el propio CRC en sí mismo.

Con estos dos Decretos se cumplen tanto los requerimientos de la Unión Europea como los mandamientos de la Ley 6/1993, de 15 de julio, reguladora de residuos y el Decreto legislativo 2/1991, de 26 de setiembre, que determina que la Junta de Residuos ha de mantener al día un código de identificación de los residuos industriales producidos en Catalunya y regular una lista lo más amplia posible de los materiales y sustancias que, como residuos industriales, son objeto de aplicación de la ley.

El CRC está estructurado en 19 grupos de residuos, que corresponden a procesos o actividades que generan residuos o bien a familias importantes de residuos. Cada grupo se divide en un subgrupo o más, que incluye los distintos residuos según sus afinidades.

Para cada residuo consignado en el CRC, se indican de una forma genérica: su origen, la clasificación y las opciones de valorización, tratamiento y disposición a rechazo.

Dada la naturaleza alimentaria del proyecto AlterSoy, únicamente se han estudiado los residuos de los 2 primeros grupos, correspondientes a:

02. Residuos de la agricultura, mataderos y residuos de la industria alimentaria

0201. Residuos de la producción primaria, la agricultura, mataderos y salas de despiece.

0202. Residuos de la industria alimentaria, excepto producción de bebidas.

0203. Residuos de la producción de bebidas.

03. Residuos de la industria de la madera i del sector del papel

0301. Residuos de la industria de la madera y el corcho.

0302. Residuos de fabricación de pasta de papel, papel y cartón.

5. Legislación de Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH)

El Reglamento (CE) nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, categoriza los subproductos animales y productos derivados en tres categorías en función del riesgo y contempla las posibles vías de eliminación o uso.

El contenido del tubo digestivo de los rumiantes, se encuentra en los materiales de Categoría 2, con los que existe la posibilidad de fabricar abonos y enmiendas de origen orgánico para uso en suelos, previo procesamiento por esterilización a presión cuando proceda, entre otros.

El reglamento no contempla la posibilidad de usar el contenido digestivo, y en particular el del retículo-rumen de los rumiantes, como inóculo microbiano para procesos fermentativos industriales, lo debe ser considerado como una innovación.

6. Metodología de cuantificación de subproductos

Como punto de partida se han utilizado los datos del Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015) para evaluar la producción de los principales cultivos que dan origen a las mayores cantidades de subproductos agrícolas y agroindustriales.

Los datos se han recopilado por provincias de la Comunidad Autónoma de Catalunya y de las Comunidades Autónomas colindantes (Comunidad Valenciana y Aragón), así como también del total producido en España. Para la cuantificación de los subproductos se han usado diferentes coeficientes sobre la producción obtenidos fundamentalmente de:

1. Red Española de Compostaje: (Red Española de Compostaje, 2014)

Colección “De Residuo a Recurso – El camino hacia la sostenibilidad”

❖ I. Residuos orgánicos

- 1. Residuos agrícolas
- 3. Residuos agroalimentarios

2. Proyecto PSE PROBIOGAS.

Subproyecto 1 “Materias primas” (Alfonso et al., 2010)

El Proyecto Singular Estratégico (PSE) PROBIOGAS, integra un conjunto de actividades de carácter científico tecnológico que están interrelacionadas entre sí y que tienen como objetivo común “el desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás en entornos agroindustriales, así como la demostración de su viabilidad y promoción en España”. En el proyecto participan 14 centros de investigación y 14 empresas o instituciones relacionadas con las distintas áreas de conocimiento relacionados con el biogás y está apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de su programa de ayudas a Proyectos Singulares y Estratégicos.

El subproyecto 1 “Materias primas”, aborda las características, cantidad, disponibilidad y distribución geográfica de aquellos materiales que puedan ser valorizados mediante la producción de biogás (Alfonso et al., 2010).

La metodología de estimación usada en dicho proyecto fue distinta en función del tipo de subproducto (excedentes retirados, producto no conforme, subproductos de la transformación,

paja), ya que la información disponible en cada caso era diferente. Además dentro de cada uno de estos grupos se establecieron agrupaciones de vegetales similares entre sí:

- ❖ **Excedentes:** consisten en las cantidades retiradas en virtud de la aplicación de la Política Agraria Común. Corresponde al propio fruto entero que es retirado de la cadena de comercialización por la aplicación de los mecanismos de regulación de precios establecidos por la Política Agraria Común.
- ❖ **No conformes:** se trata de productos agrícolas no aptos para su comercialización por presentar desperfectos (ej., podridos). Se producen por destrío o producto no comercializable.
- ❖ **Subproductos de la transformación:** son los materiales residuales generados en la industria de la transformación de vegetales. Subproductos compuestos por los restos de pieles, hueso, pulpa, etc., que se producen en las industrias transformadoras de productos vegetales.
- ❖ **Otros:** consiste principalmente en pajas de cereales o cañote de maíz, producidos en el campo durante la recolección de los granos.

7. Principales cultivos y residuos agroindustriales para la obtención de materia prima para la fermentación

En el anexo 1 se han resumido las cantidades estimadas como potencial productor de subproductos en Catalunya y Comunidades Autónomas colindantes, referido a los principales cultivos agrícolas en cada una de ellas y por provincias.

Los cultivos estudiados fueron los siguientes:

- ❖ Cereales
 - Trigo
 - Cebada
 - Avena
 - Centeno
 - Triticale
 - Maíz
- ❖ Cítricos – naranjo
- ❖ Frutales de hueso – Manzano, peral, cerezo, melocotonero

- ❖ Almendro
- ❖ Tubérculos – patatas
- ❖ Sector forestal
- ❖ Olivar
- ❖ Viña

Los residuos y subproductos agroindustriales con mayor potencial estudiados fueron:

- ❖ Vitivinícola
- ❖ Aceite de oliva y aceituna de mesa

Los datos recogidos en este documento son estimaciones realizadas en base a indicadores estadísticos y no son resultado de una encuesta propia de las fuentes disponibles de generación de residuos. En su elaboración se ha procurado el máximo rigor en el tratamiento de los datos e informaciones contenidas. Sin embargo, cualquier uso posterior deberá contrastarse adecuadamente.

8. Composición. Caracterización básica de materias primas

Para determinar la composición nutritiva básica de los diferentes subproductos estudiados se ha usado la información recopilada por el portal web www.feedipedia.org (Animal feed resources information system).

Feedipedia es un proyecto conjunto del INRA (Instituto Nacional de Investigación Agronómica), CIRAD (Centro Francés de investigación Agrícola para el desarrollo internacional), AFZ (Asociación Francesa de Zootecnia) y la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Es un sistema de información de libre acceso a los recursos para la alimentación animal que proporciona información sobre la naturaleza, la aparición, composición química, valor nutritivo y la seguridad de diferentes recursos para la alimentación animal.

9. Estimación teórica de los productos obtenidos – proteína microbiana

El sistema de nutrición para rumiantes del INRA expresa el valor proteico de los alimentos como PDI (Proteína Digestible en el Intestino). Este sistema (INRA, 2010) determina el valor

nitrogenado de los alimentos en términos de cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado resultantes de la fermentación de la proteína ingerida. Para ello considera tanto la proteína alimentaria no degradada en el rumen (PDIA), así como el potencial de producción de proteína microbiana (PDIM) en condiciones limitantes de energía (PDIM_E) o de nitrógeno (PDIM_N). Debido a que los microorganismos ruminales son capaces de utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (ej., amonio, urea, etc.) y que el objeto de este estudio es el desarrollo de un sistema fermentativo in vitro, se ha considerado que el factor limitante para la producción de proteína es únicamente la energía. Los déficits de nitrógeno serían corregidos, en su caso, mediante la adición de fuentes proteicas de baja calidad o con nitrógeno no proteico.

El valor potencial de PDI de los alimentos se determina así con la suma de las dos fracciones:

- ❖ PDIA: proteínas digestibles en el intestino delgado de origen alimentario no degradada por la población microbiana del rumen.
- ❖ PDIM: proteínas digestibles en el intestino delgado de origen microbiano, sintetizadas en el rumen, y correspondería al menor de los valores PDIM_E o PDIM_N, según sea el limitante en cada caso.

Para el cálculo del valor de PDIM_E, que sería el limitante en la situación en que se aportara el N necesario, el INRA utiliza una eficacia media síntesis de materias nitrogenadas microbianas (MNMIC) de 14,5% sobre la Materia Orgánica Fermentable (MOF), un contenido en proteína de las MNMIC (aminoácidos) del 80% y una digestibilidad de la proteína microbiana del 0,8.

La MOF se determina por diferencia a partir de la Materia Orgánica Digestible (MOD), sustrayendo los componentes no degradados en el rumen, tal como es el caso de la proteína no soluble y degradable y las materias grasas o extracto etéreo (EE), por considerar que su energía no será utilizada por la población microbiana ruminal.

En este estudio, a falta de un coeficiente de degradación en las condiciones de fermentación industrial, se ha calculado la MOD a partir de la materia seca (DM) deduciendo, además de las cenizas (Ash) y EE, la lignina y otros materiales supuestamente indigestibles y no degradables. Así el término MOD se ha sustituido por el de MOF corregida (MOFc). En resumen:

$$MO = DM - Ash$$

$$MOF = MOD - EE - \text{No degradados}$$

$$MOFc = DM - Ash - EE - \text{Lignina}$$

$$\text{MNMIC}_E = \text{MOFc} \times 0.145$$

$$\text{PMIC}_E = \text{MNMIC} \times 0.8$$

$$\text{PDIM}_E = \text{PMIC} \times 0.8$$

$$\text{PDIM}_E = \text{MOFc} \times 0.145 \times 0.8 \times 0.8 = \text{MOFc} \times 0.093$$

Este valor de PDIM_E debe ser completado con el resto de proteína del alimento no degradada o PDIA que se estima a partir de la fracción de proteína (MN) no degradada del alimento ($1 - \text{DT}$) y la digestibilidad real de este residuo, como:

$$\text{PDIA} = 1,11 \times \text{MN} \times (1 - \text{DT}) \times \text{dr}$$

El valor final de proteína producida resultará ser:

$$\text{PDI}_E = \text{PDIA} + \text{PDIM}_E$$

Al aplicar estas ecuaciones al caso de la harina de torta de soja del 44% y con un 87.2% DM (según los valores de referencia de las Tablas del INRA, 2010; n° 674) se obtiene (g/kg materia fresca):

$$\text{MOFc} = (917 - 22 - 8) \times 0,872 = 887 \times 0,872 = 773,5 \text{ g/kg materia fresca}$$

$$\text{PDIM}_E = 773,5 \times 0,093 = 71,9 \text{ g/kg materia fresca}$$

$$\text{PDIA} = 1,11 \times 488 \times 0,872 \times (1 - 0,62) \times 0,8 = 143,6 \text{ g/kg materia fresca}$$

$$\text{PDI}_E = 71,9 + 143,6 = 215,5 \text{ g/kg materia fresca (o } 247,1 \text{ g/kg DM)}$$

El valor correspondiente de PDI_E en la Tabla del INRA (2010) es de 241 g/kg DM, muy próximo al valor aquí estimado.

10. Resultados y discusión

Se ha obtenido una base de datos sobre producciones agrícolas y estimaciones de subproductos producidos por éstos en Catalunya, Aragón y Comunidad Valenciana (Anexo 1). Además, se ha valorado la composición de estos subproductos y finalmente se ha predicho la cantidad teórica producida de proteína de origen microbiano y la no degradada en el sistema digestivo de los rumiantes según el sistema francés de alimentación de rumiantes del INRA.

En la Tabla 1 se ha resumido la composición en principios inmediatos según el análisis de Weende de los diferentes productos y subproductos agrícolas y agroindustriales estudiados, referidos a la materia fresca o materia seca del producto original, y que se encuentran disponibles en la zona de estudio. Por su interés con vistas al estudio fermentativo, se han añadido los valores en almidón, azúcares y energía bruta o de combustión.

En las Tabla 2 y 3 se ha resumido la estimación de los valores de MO, MOF, MOFc, MNMICc, PMICc, PDIMc, PDIA y PDI en porcentaje sobre materia fresca y seca. Los valores de PDIMc, PDIA y PDI se aprecian comparativamente en las Figuras 1 y 2.

La harina de soja obtiene valores de PDI de 21,5 a 23,1 g/100 g de materia fresca. Mientras que los subproductos con menos humedad oscilan entre 7,3 y 11,4 g/100 g de materia fresca. Los subproductos con una humedad superior al 60% son los que dan resultados más discretos, con valores inferiores a 5,4 g/ 100 g de materia fresca debido a la gran cantidad de agua que tienen.

Cuando lo comparamos sobre materia seca los valores de la soja están entre 24,7 y 26,5 g/100 g de materia seca. Los subproductos de 6,1 a 15,5 g/100 g de materia seca. Para cubrir unas determinadas demandas nutricionales en proteína, el sistema digestivo necesitaría de 2 a 5 veces más cantidad de subproductos que si usara como fuente de proteína la harina de soja.

En la Tabla 4 se han presentado los precios de algunos de los subproductos estudiados y el coste en materia prima por kg de PDI obtenida. En el caso de la harina de soja se estudiaron 3 composiciones distintas, el precio por kg se ha considerado el mismo para las 3 variantes. La harina de soja tiene un coste de 1,56 a 1,69 € por cada kg PDI aportado. Para poder sustituirla, el proceso de fermentación deberá tener un coste inferior al anteriormente citado. Los granos de cereal presentan valores muy similares a la harina de soja, mientras que subproductos como la paja, que tienen un valor de mercado inferior, resultan valores entre 0,54 y 0,58 €/kg PDI, reduciendo el coste del kg de PDI a una tercera parte sin tener en cuenta otros costes que la materia prima.

Según MAGRAMA, 2014 se produjeron 2.480.352 t de paja de trigo, cebada, avena, centeno y triticale. El valor de mercado del 50% de ésta es de 62 millones de €; si revalorizásemos mediante fermentación dicha paja, podríamos obtener 112.317 t de PDI, equivalente a importar casi 500.000 t de harina de soja con un valor de 182 millones de €.

Tabla 1. Composición en principios inmediatos de los productos agrícolas y agroindustriales de interés para la fermentación y transformación en proteína microbiana.

	DM % as fed	CP % DM	CF % DM	NDF % DM	ADF % DM	Lignin % DM	Ether E % DM	Ash % DM	Starch % DM	Total sugars % DM	Gross energy MJ/kg DM
Olive pits, exhausted	89,0	1,2	74,1			39,3	0,8	1,2			20,2
Olive oil cake, exhausted, with stones	88,4	12,7	37,7	69,9	55,6	27,0	3,0	8,5		10,6	18,6
Olive oil cake, exhausted, without stones	82,8	11,0	26,5	55,8	43,6	22,7	5,4	7,4			18,8
Olive oil vegetation water	50,8	5,8	0,1	0,5	0,9	0,6	1,2	14,3			15,3
Grape marc, dehydrated	91,6	14,0	24,4	64,1	54,4	34,6	6,4	9,0		2,5	18,9
Grape pomace including skins, fresh	88,9	16,4	27,2			41,3	7,4	7,2			19,7
Grape pomace, including skins and seeds, fresh	46,5	13,7	23,6			41,3	7,0	12,8			18,2
Grape pomace, including stalks and seeds, dried	88,8	14,9	35,8			41,3	5,0	8,9			19,1
Grape pomace, including stalks, skins and seeds, fresh	40,6	11,7	25,5			41,3	9,9	7,7			19,8
Almond hulls	86,6	6,0	15,2	32,6	26,5	10,8	3,1	7,3			17,6
Wheat grain	87,0	12,6	2,6	13,9	3,6	1,1	1,7	1,8	69,1	3,2	18,2
Wheat straw	91,0	4,2	41,5	77,5	50,0	7,2	1,4	6,7	1,0	1,2	18,5
Barley grain	87,1	11,8	5,2	21,7	6,4	1,1	2,0	2,6	59,7	2,8	18,4
Barley straw	90,9	3,8	40,5	80,5	48,3	6,5	1,4	7,5			18,2
Oat grain (avena)	87,9	11,0	13,9	35,5	16,2	2,5	5,4	3,0	40,6	1,6	19,5
Oat straw	89,6	3,6	39,8	76,0	44,6	6,6	2,1	7,4			18,0
Rye grain (centeno)	86,6	10,3	2,2	13,9	3,2	1,1	1,4	2,0	62,2	3,6	18,0
Rye straw	92,0	4,1	41,9	77,9	50,3	9,0	1,5	7,7			18,3
Triticale grain	87,1	11,7	2,7	14,6	3,7	1,1	1,5	2,1	67,6	3,7	18,1
Triticale straw	92,5	3,2	39,2	75,1	47,5	8,0	2,2	5,4			18,7
Maize grain, Europe	86,3	9,4	2,5	12,2	3,0	0,6	4,3	1,4	73,4	2,1	18,7
Maize cobs	91,5	4,4	34,9	87,8	46,3	6,3	0,6	3,6	10,7		18,5
Maize stover fresh (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	28,9	6,9	30,1	65,5	35,9	4,8	1,2	6,7			18,1
Maize stover dried (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	92,9	3,7	42,4	82,4	53,2	8,4	0,6	6,6			17,9
Citrus fruits, dried	89,3	8,1	11,4	21,6	15,4	2,8	3,9	7,0		22,7	18,1
Orange fruits, fresh	13,5	7,4	9,4	11,9	16,0	1,5	4,0	4,1			17,6
Citrus fruits, fresh	15,8	6,5	2,9	10,9	16,0	1,5	4,0	3,1	0,0	48,7	18,1
Orange peels, fresh	16,1	6,8	6,2	14,1	9,1	1,5	1,9	3,7			18,3
Orange pulp, fresh	23,0	6,0	10,4	25,6	16,9	1,4	4,6	3,6			18,1
Apple (Malus domestica) pomace	19,2	4,7	15,4	33,9	24,8	16,8	2,6	2,8		15,0	
Potato, peels, fresh	17,8	13,1	3,3	11,6	6,0	1,6	0,5	6,1	47,0	2,1	17,2
Potato, tuber, raw	20,2	10,8	2,5	7,1	3,9	1,3	0,5	7,0	60,2	6,6	16,9
Cellulose	92,3	0,6	83,2			0,0	0,6	1,2			20,5
Wood, untreated	98,0	1,0	69,8			25,0	0,4	0,5			20,1
Rumen content, calves, fresh	13,2	16,3	30,3				2,6	12,4			17,8
Rumen content, cattle, fresh	12,0	16,2	25,4				2,3	13,5			17,3
Rumen content, dehydrated	91,3	20,8	21,2				14,6	11,2			20,5
Rumen content, lambs, fresh	15,2	28,8	25,5				4,6	12,3			18,8
Soybean meal 44 (INRA)	87,2	48,8	8,4	16,3	10,4	0,8	2,2	0,8			19,3
Soybean meal, high protein (dehulled)	88,1	53,5	4,9	11,0	5,9	0,5	1,8	7,2		10,6	19,7
Soybean meal, low protein (non-dehulled)	87,9	51,8	6,7	13,7	8,3	0,8	2,0	7,1		9,4	19,7

Tabla 2. Potencial de producción proteica de los productos agrícolas y agroindustriales de interés para la fermentación y transformación en proteína microbiana expresado por unidad de materia fresca (g/100 g).

Unidades	MO %as fcd	MOF %as fcd	MOFe %as fcd	MN %as fcd	MICe %as fcd	PMICe %as fcd	PDIMe %as fcd	DT %as fcd	PDIA %as fcd	PDI %as fcd
Olive pits, exhausted	87,9	87,2	52,2	12,6	6,1	4,8	0,40	0,6	5,4	
Olive oil cake, exhausted, with stones	80,9	78,2	54,4	11,3	6,3	5,0	0,40	6,0	11,0	
Olive oil cake, exhausted, without stones	76,7	72,2	53,4	10,5	6,2	5,0	0,40	4,9	9,8	
Olive oil vegetation water	43,5	42,9	42,6	6,2	4,9	4,0	0,40	1,6	5,5	
Grape marc, dehydrated	83,4	77,5	45,8	11,2	5,3	4,3	0,40	6,8	11,1	
Grape pomace including skins, fresh	82,5	75,9	39,2	11,0	4,5	3,6	0,40	7,8	11,4	
Grape pomace, including skins and seeds, fresh	40,5	37,3	18,1	5,4	2,1	1,7	0,40	3,4	5,1	
Grape pomace, including stalks and seeds, dried	80,9	76,5	39,8	11,1	4,6	3,7	0,40	7,0	10,7	
Grape pomace, including stalks, skins and seeds, fresh	37,5	33,5	16,7	4,9	1,9	1,5	0,40	2,5	4,1	
Almond hulls	80,3	77,6	68,2	11,3	7,9	6,3	0,40	2,8	9,1	
Wheat grain	85,4	84,0	83,0	12,2	9,6	7,7	0,75	2,4	10,1	
Wheat straw	84,9	83,6	77,1	12,1	8,9	7,2	0,40	2,0	9,2	
Barley grain	84,8	83,1	82,1	12,0	9,5	7,6	0,75	2,3	9,9	
Barley straw	84,1	82,8	76,9	12,0	8,9	7,1	0,40	1,8	9,0	
Oat grain (avena)	85,3	80,5	78,3	11,7	9,1	7,3	0,75	2,1	9,4	
Oat straw	83,0	81,1	75,2	11,8	8,7	7,0	0,40	1,7	8,7	
Rye grain (centeno)	84,9	83,7	82,7	12,1	9,6	7,7	0,75	2,0	9,7	
Rye straw	84,9	83,5	75,3	12,1	8,7	7,0	0,40	2,0	9,0	
Triticale grain	85,3	84,0	83,0	12,2	9,6	7,7	0,75	2,3	10,0	
Triticale straw	87,5	85,5	78,1	12,4	9,1	7,2	0,40	1,6	8,8	
Maize grain, Europe	85,1	81,4	80,9	11,8	9,4	7,5	0,50	3,6	11,1	
Maize cobs	88,2	87,7	81,9	12,7	9,5	7,6	0,40	2,1	9,7	
Maize stover fresh (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	27,0	26,6	25,2	3,9	2,9	2,3	0,40	1,1	3,4	
Maize stover dried (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	86,8	86,2	78,4	12,5	9,1	7,3	0,40	1,8	9,1	
Citrus fruits, dried	83,0	79,6	77,1	11,5	8,9	7,2	0,40	3,9	11,0	
Orange fruits, fresh	12,9	12,4	12,2	1,8	1,4	1,1	0,40	0,5	1,7	
Citrus fruits, fresh	15,3	14,7	14,4	2,1	1,7	1,3	0,40	0,5	1,9	
Orange peels, fresh	15,5	15,2	15,0	2,2	1,7	1,4	0,40	0,6	2,0	
Orange pulp, fresh	22,2	21,1	20,8	3,1	2,4	1,9	0,40	0,7	2,7	
Apple (Malus domestica) pomace	18,7	18,2	14,9	2,6	1,7	1,4	0,40	0,5	1,9	
Potato, peels, fresh	16,7	16,6	16,3	2,4	1,9	1,5	0,40	1,2	2,8	
Potato, tuber, raw	18,8	18,7	18,4	2,7	2,1	1,7	0,40	1,2	2,9	
Cellulose	91,2	90,6	90,6	13,1	10,5	8,4	0,40	0,3	8,7	
Wood, untreated	97,5	97,1	72,6	14,1	8,4	6,7	0,40	0,5	7,3	
Rumen content, calves, fresh	11,6	11,2	10,8	1,6	1,3	1,0	0,70	0,6	1,6	
Rumen content, cattle, fresh	10,4	10,1	10,1	1,5	1,2	0,9	0,70	0,5	1,5	
Rumen content, dehydrated	81,1	67,7	67,7	9,8	7,9	6,3	0,70	5,1	11,3	
Rumen content, lambs, fresh	13,3	12,6	12,6	1,8	1,5	1,2	0,70	1,2	2,3	
Soybean meal 44 (INRA)	80,0	78,0	77,3	11,2	9,0	7,2	0,62	14,4	21,5	
Soybean meal, high protein (dehulled)	81,8	80,2	79,7	11,6	9,2	7,4	0,62	15,9	23,3	
Soybean meal, low protein (non-dehulled)	81,7	79,9	79,2	11,5	9,2	7,3	0,62	15,4	22,7	

Tabla 3. Potencial de producción proteica de los productos agrícolas y agroindustriales de interés para la fermentación y transformación en proteína microbiana expresado por unidad de materia seca (g/100 g).

Unidades	MO %asDM	MOF %asDM	MOFc %asDM	MNMICc %asDM	PMICc %asDM	PDIMc %asDM	DT	PDIA %asDM	PDI %asDM
Olive pits, exhausted	98,8	98,0	58,7	8,5	6,8	5,4	0,40	0,6	6,1
Olive oil cake, exhausted, with stones	91,5	88,5	61,5	8,9	7,1	5,7	0,40	6,8	12,5
Olive oil cake, exhausted, without stones	92,6	87,2	64,5	9,4	7,5	6,0	0,40	5,9	11,8
Olive oil vegetation water	85,7	84,5	83,9	12,2	9,7	7,8	0,40	3,1	10,9
Grape marc, dehydrated	91,0	84,6	50,0	7,3	5,8	4,6	0,40	7,5	12,1
Grape pomace including skins, fresh	92,8	85,4	44,1	6,4	5,1	4,1	0,40	8,7	12,8
Grape pomace, including skins and seeds, fresh	87,2	80,2	38,9	5,6	4,5	3,6	0,40	7,3	10,9
Grape pomace, including stalks and seeds, dried	91,1	86,1	44,8	6,5	5,2	4,2	0,40	7,9	12,1
Grape pomace, including stalks, skins and seeds, fresh	92,3	82,4	41,1	6,0	4,8	3,8	0,40	6,2	10,0
Almond hulls	92,7	89,6	78,8	11,4	9,1	7,3	0,40	3,2	10,5
Wheat grain	98,2	96,5	95,4	13,8	11,1	8,9	0,75	2,8	11,7
Wheat straw	93,3	91,9	84,7	12,3	9,8	7,9	0,40	2,2	10,1
Barley grain	97,4	95,4	94,3	13,7	10,9	8,8	0,75	2,6	11,4
Barley straw	92,5	91,1	84,6	12,3	9,8	7,9	0,40	2,0	9,9
Oat grain (avena)	97,0	91,6	89,1	12,9	10,3	8,3	0,75	2,4	10,7
Oat straw	92,6	90,5	83,9	12,2	9,7	7,8	0,40	1,9	9,7
Rye grain (centeno)	98,0	96,6	95,5	13,8	11,1	8,9	0,75	2,3	11,1
Rye straw	92,3	90,8	81,8	11,9	9,5	7,6	0,40	2,2	9,8
Triticale grain	97,9	96,4	95,3	13,8	11,1	8,8	0,75	2,6	11,4
Triticale straw	94,6	92,4	84,4	12,2	9,8	7,8	0,40	1,7	9,5
Maize grain, Europe	98,6	94,3	93,7	13,6	10,9	8,7	0,50	4,2	12,9
Maize cobs	96,4	95,8	89,5	13,0	10,4	8,3	0,40	2,3	10,6
Maize stover fresh (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	93,3	92,1	87,3	12,7	10,1	8,1	0,40	3,7	11,8
Maize stover dried (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	93,4	92,8	84,4	12,2	9,8	7,8	0,40	2,0	9,8
Citrus fruits, dried	93,0	89,1	86,3	12,5	10,0	8,0	0,40	4,3	12,3
Orange fruits, fresh	95,9	91,9	90,4	13,1	10,5	8,4	0,40	3,9	12,3
Citrus fruits, fresh	96,9	92,9	91,4	13,3	10,6	8,5	0,40	3,5	11,9
Orange peels, fresh	96,3	94,4	92,9	13,5	10,8	8,6	0,40	3,6	12,2
Orange pulp, fresh	96,4	91,8	90,4	13,1	10,5	8,4	0,40	3,2	11,6
Apple (Malus domestica) pomace	97,2	94,6	77,8	11,3	9,0	7,2	0,40	2,5	9,7
Potato, peels, fresh	93,9	93,4	91,8	13,3	10,6	8,5	0,40	7,0	15,5
Potato, tuber, raw	93,0	92,5	91,2	13,2	10,6	8,5	0,40	5,8	14,2
Cellulose	98,8	98,2	98,2	14,2	11,4	9,1	0,40	0,3	9,4
Wood, untreated	99,5	99,1	74,1	10,7	8,6	6,9	0,40	0,5	7,4
Rumen content, calves, fresh	87,6	85,0	82,0	11,9	9,5	7,6	0,70	4,3	12,0
Rumen content, cattle, fresh	86,5	84,2	84,2	12,2	9,8	7,8	0,70	4,3	12,1
Rumen content, dehydrated	88,8	74,2	74,2	10,8	8,6	6,9	0,70	5,5	12,4
Rumen content, lambs, fresh	87,7	83,1	83,1	12,0	9,6	7,7	0,70	7,7	15,4
Soybean meal 44 (INRA)	91,7	89,5	88,7	12,9	10,3	8,2	0,62	16,5	24,7
Soybean meal, high protein (dehulled)	92,8	91,0	90,5	13,1	10,5	8,4	0,62	18,05	26,5
Soybean meal, low protein (non-dehulled)	92,9	90,9	90,1	13,1	10,5	8,4	0,62	17,48	25,8

Figura 1. Potencial de producción proteica de distintos productos y subproductos de la industria agroalimentaria (PDI_E, g/100 g materia fresca).

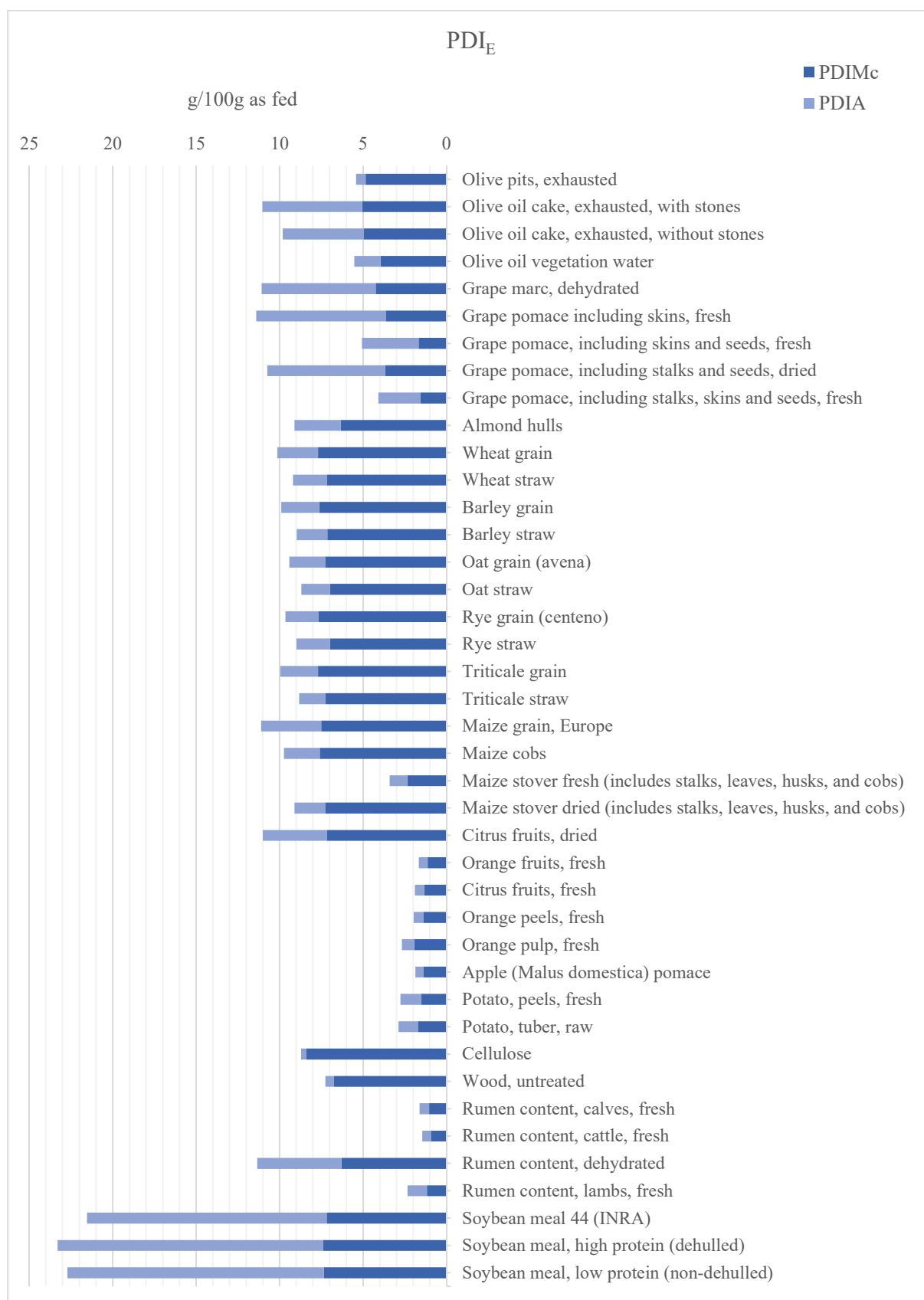


Figura 2. Potencial de producción proteica de distintos productos y subproductos de la industria agroalimentaria. (PDI_E, g/100 g materia seca).

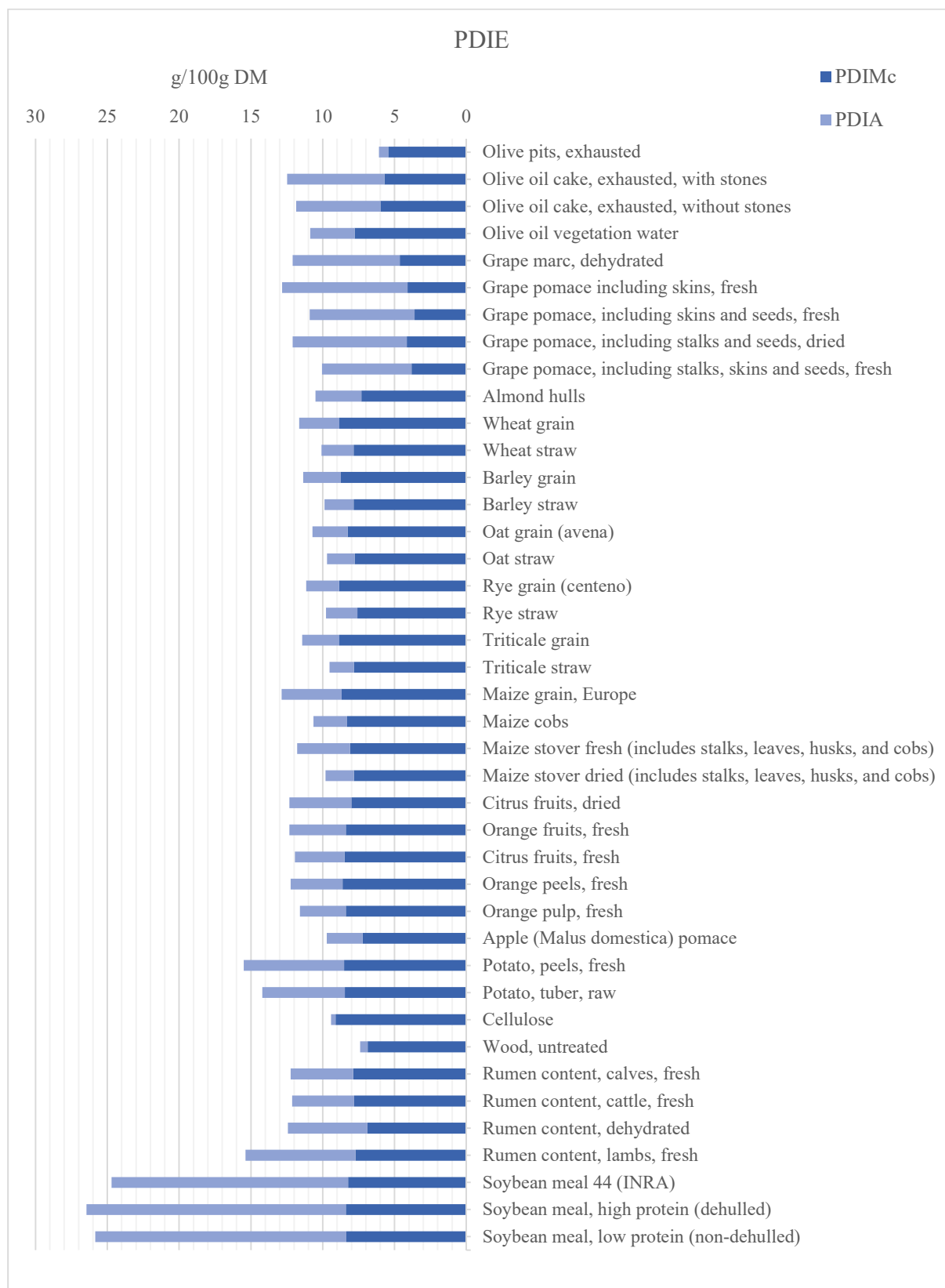


Tabla 4. Precio y coste por unidad de peso obtenido.

	Precio €/t	Coste PDI €/kg PDI
Wheat straw	50 ^b	0,54
Rye straw	50 ^b	0,56
Barley straw	50 ^b	0,56
Triticale straw	50 ^b	0,57
Oat straw	50 ^b	0,58
Wood, untreated	110 ^c	1,51
Maize grain, Europe	169 ^d	1,52
Maize stover dried (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	140 ^b	1,54
Soybean meal, high protein (dehulled)	364 ^a	1,56
Soybean meal, low protein (non-dehulled)	364 ^a	1,60
Rye grain (centeno)	155 ^d	1,61
Barley grain	162 ^d	1,64
Soybean meal 44 (INRA)	364 ^a	1,69
Oat grain (avena)	161 ^d	1,71
Maize stover fresh (includes stalks, leaves, husks, and cobs)	60 ^b	1,76
Wheat grain	181 ^d	1,79
Triticale grain	181 ^d	1,82
Olive pits, exhausted	164 ^c	3,03

^a Fuente: Indexmundi, 2016. Periodo de referencia: agosto 2015 - julio 2016

^b Fuente: Precio de mercado temporada 2015-2016

^c Fuente: AVEBIOM, 2016. Periodo de referencia: Abril 2015 - abril 2016

^d Fuente: EUROSTAT 2016. Temporada 2014

11. Conclusión

Los recursos agrícolas de Catalunya, Aragón y Comunidad Valenciana tienen potencial para producir subproductos aptos para su valorización en el mercado. Una buena planificación debe tener en cuenta la gran estacionalidad de estos subproductos y la distribución espacial de cada cultivo.

El reglamento (CE) 1069/2009 sobre las normas sanitarias de los SANCDACH no prevé el uso de del contenido ruminal de los rumiantes.

La estimación de la transformación de los productos y subproductos agroalimentarios en un sistema fermentativo que emule el digestivo de los rumiantes muestra unos resultados

alentadores para continuar con la investigación. El proyecto continúa con la fase de experimentación de las características fermentativas y los factores de optimización del proceso para su rentabilidad y calidad del producto obtenido.

Variables como la humedad, el aporte de nitrógeno, proporción de inóculo, la relación nitrógeno/materia orgánica y azufre/nitrógeno van a ser claves para la optimización del proceso. Los productos y subproductos escogidos por el equipo de investigación para hacer las primeras pruebas en fermentadores son:

Como aporte de MO:

- ❖ Paja de trigo
- ❖ Biomasa (residuo forestal)
- ❖ Cañote de maíz

Como fuente de Nitrógeno:

- ❖ Urea o
- ❖ Sulfato de amonio*

**El sulfato de amonio es un residuo de las plantas de producción de biogás, que vale la pena tener en cuenta la posibilidad de valorización.*

12. Bibliografía

- Alfonso D., Brines N., Peñalvo E., Vargas C.A., Pérez-Navarro Á., Gómez P., Pascual A., Ruiz, B. 2010. Cuantificación de materias alimentarias de origen vegetal. Proyecto Probiogas. Ministerios de Ciencia e Innovación. Disponible en: http://213.229.136.11/bases/ainia_probiogas.nsf
- Asosación Española de Valorización Energética de la Biomasa, AVEBIOM, 2016. Uso de precios de la astilla de uso doméstico en España. 2T 2015 – 2T 2016. Disponible en: <http://www.avebiom.org/es/ind-precios-biomasa>
- Bellaver C., Fagonde Costa C.A., Silveira de Avila V., Fraha M., Monteiro de Lima G.L.M., Hackenhar L., Baldi P. 2005. Substitution of animal by-product meals by vegetable ingredients in diets for broilers. *Ciencia Rural*, 35: 671-677.
- DARP, 2012. Producció i mercat de matèries primeres per a l'alimentació animal. Observatori del porcí. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Generalitat de Catalunya. Disponible a: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/08_observatoris_sectorials/04_observatori_porci/informes_anuals/fixers_estatics/op_inf_anual_2012_a3_materiesprimeres.pdf
- European Commission. EUROSTAT, 2016. Your key to European statistics. Disponible en: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>
- FAO, 2013. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Disponible en: <http://faostat3.fao.org>
- FAO, INRA, CIRAD, AFZ, 2016. Feedipedia: Animal feed resources information System. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/>
- Indexmundi, 2016. A data portal that gathers facts and a statistics from multiple sources. Disponible en: <http://www.indexmundi.com/commodities/>
- INRA. 2010. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Necesidades de los animales. Valores de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, pp: 336
- Lewis A.J., Southern L.L. 2001. Swine nutrition. 2nd edition - CRC Press
- Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, MAGRAMA, 2015. Anuario de estadística 2014. NIPO: 280-15-063-O
- Molina-Alcaide E., Yanez-Ruiz D.R. 2008. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 147:247-264
- Molina-Alcaide E., Mournen A., Martin-García A.I. 2008. By-products from viticulture and the wine industry: potential as sources of nutrients for ruminants. *J. Sci. Food Agric.* 88:597-604.

Oil World, 2010. Major meals, World summary balances. Oil World Weekly, January 22, 2010, 55:45

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea, 2009. Reglamento (CE) 1069/2009 de 21 de octubre de 2009. Normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales)., DO L 300 de 14.11.2009, p. 1/33

Pettigrew J.E., Soltwedel K.T., Miguel J.C., Palacios M.F. 2008. Fact sheet - Soybean Use - Swine. Soybean Meal Information Center

Red Española de Compostaje. 2014 De Residuos a Recurso. El camino hacia la sostenibilidad. I.1.Residuos agrícolas. Mundi-Prensa. Madrid. pp: 257

Red Española de Compostaje, 2014. De Residuos a Recurso. El camino hacia la sostenibilidad. I.3.Residuos agroalimentarios. Mundi-Prensa. Madrid. pp: 344

Soto E.C., Khelil H., Carro M.D., Yanez-Ruiz D.R., Molina-Alcaide E. 2015. Use of tomato and cucumber waste fruits in goat diets: effects on rumen fermentation and microbial communities in batch and continuous cultures. Journal of Agricultural Science, 153: 343-352.

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. 2006. Livestock's long shadow. FAO, Rome 2006

13. Anexos

Annexo 1: Cuantificación de subproductos/residuos

1. Cereales

1.1 Trigo

Tabla 5

Trigo. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014			Probiogas		De residuo a Recurso	
Unidades	superficie ha	grano toneladas	paja toneladas	t_residuo/t_ producido	toneladas residuo	t/ha	toneladas
Barcelona	24.211	101.556	37.184	1,17	118.821	0,467	11.302
Girona	14.994	67.203	—		78.628		6.999
Lleida	49.354	250.464	137.755		293.043		23.038
Tarragona	7.156	34.993	—		40.942		3.340
CATALUÑA	95.715	454.216	174.939		531.433		44.680
Huesca	53.170	253.542	187.113		296.644		24.820
Teruel	43.476	121.672	63.513		142.356		20.295
Zaragoza	161.476	452.902	362.322		529.895		75.377
ARAGÓN	258.122	828.116	612.948		968.896		120.491
Alicante	1.484	5.277	2.111		6.174		693
Castellón	664	1.176	1.765		1.376		310
Valencia	1.600	4.303	645		5.035		747
C. VALENCIANA	3.748	10.756	4.521		12.585		1.750
TOTAL CC.CC	357.585	1.293.088	792.408		1.512.913		166.921
% en relación España	16,8%	16,7%	20,1%		16,7%		16,8%
ESPAÑA	2.124.969	7.744.928	3.945.318		9.061.566		991.936

1.2 Cebada

Tabla 6

Cebada. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014			Probiogas		De residuo a Recurso	
Unidades	superficie ha	grano toneladas	paja toneladas	t_residuo/t_ producido	toneladas residuo	t/ha	toneladas
Barcelona	39.313	149.114	49.949	1,05	156.570	0,524	20.600
Girona	17.586	82.269	—		86.382		9.215
Lleida	106.761	531.213	292.167		557.774		55.943
Tarragona	14.851	62.082	—		65.186		7.782
CATALUÑA	178.511	824.678	342.116		865.912		93.540
Huesca	182.435	831.390	613.565		872.960		95.596
Teruel	100.733	337.092	175.962		353.947		52.784
Zaragoza	152.210	563.053	450.442		591.206		79.758
ARAGÓN	435.378	1.731.535	1.239.969		1.818.112		228.138
Alicante	3.911	8.917	3.567		9.363		2.049
Castellón	4.593	5.471	4.924		5.745		2.407
Valencia	10.974	32.010	6.402		33.611		5.750
C. VALENCIANA	19.478	46.398	14.893		48.718		10.206
TOTAL CC.CC	633.367	2.602.611	1.596.978		2.732.742		331.884
% en relación España	22,7%	26,0%	31,7%		26,0%		22,7%
ESPAÑA	2.784.281	10.004.998	5.036.185		10.505.248		1.458.963

1.3 Avena

Tabla 7

Avena. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014			Probiogas		De residuo a Recurso	
	superficie ha	grano toneladas	paja toneladas	t_residuo/t_ producido	toneladas residuo	t/ha	toneladas
Barcelona	2.464	6.467	2.174	0,99	6.402	0,33	813
Girona	4.664	11.874	—		11.755		1.539
Lleida	3.975	8.048	4.024		7.968		1.312
Tarragona	1.226	2.902	—		2.873		405
CATALUÑA	12.329	29.291	6.198		28.998		4.069
Huesca	1.802	6.159	4.434		6.097		595
Teruel	20.244	47.183	16.137		46.711		6.681
Zaragoza	10.033	12.420	12.420		12.296		3.311
ARAGÓN	32.079	65.762	32.991		65.104		10.586
Alicante	2.799	7.454	2.982		7.379		924
Castellón	1.007	1.119	895		1.108		332
Valencia	1.577	4.033	807		3.993		520
C. VALENCIANA	5.383	12.606	4.684		12.480		1.776
TOTAL CC.CC	49.791	107.659	43.873		106.582		16.431
% en relación España	11,2%	11,2%	8,5%		11,2%		11,2%
ESPAÑA	444.474	957.662	513.960		948.085		146.676

1.4 Centeno

Tabla 8

Centeno. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014			Probiogas	
	superficie ha	grano toneladas	paja toneladas	t_residuo/t_ producido	toneladas residuo
Barcelona	31	101	31	1,92	194
Girona	112	331	—		636
Lleida	251	1.002	551		1.924
Tarragona	—	—	—		—
CATALUÑA	394	1.434	582		2.753
Huesca	414	1.258	905		2.415
Teruel	11.699	33.366	17.417		64.063
Zaragoza	4.506	6.345	1.827		12.182
ARAGÓN	16.619	40.969	20.149		78.660
Alicante	39	35	32		67
Castellón	422	413	723		793
Valencia	246	543	163		1.043
C. VALENCIANA	707	991	918		1.903
TOTAL CC.CC	17.720	43.394	21.649		83.316
% en relación España	11,4%	11,3%	12,3%		11,3%
ESPAÑA	155.734	384.339	176.581		737.931

1.5 Triticale

Tabla 9

Triticale. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014		
	superficie	grano	paja
Unidades	ha	toneladas	toneladas
Barcelona	837	2.693	944
Girona	1.859	5.161	—
Lleida	3.003	12.325	7.395
Tarragona	527	2.072	—
CATALUÑA	6.226	22.251	8.339
Huesca	2.503	9.226	6.642
Teruel	4.882	15.027	6.537
Zaragoza	3.641	3.818	3.818
ARAGÓN	11.026	28.071	16.997
Alicante	2	3	—
Castellón	43	54	89
Valencia	46	124	19
C. VALENCIANA	91	181	108
TOTAL CC.CC	17.343	50.503	25.444
% en relación España	12,2%	12,8%	11,3%
ESPAÑA	142.310	394.752	225.702

1.6 Maíz

Tabla 10

Maíz. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario Estadístico 2014		Probiogas		De residuo a Recurso	
	superficie	grano	t_residuo/t_	toneladas	t/ha	toneladas
Unidades	ha	toneladas	producido	residuo		
Barcelona	303	2.979	1,34	3.992	4,764	1.444
Girona	7.839	101.192		135.597		37.348
Lleida	30.746	333.034		446.266		146.486
Tarragona	67	599		803		319
CATALUÑA	38.955	437.804		586.657		185.597
Huesca	48.840	624.421		836.724		232.693
Teruel	3.414	36.541		48.965		16.266
Zaragoza	24.516	285.088		382.018		116.804
ARAGÓN	76.770	946.050		1.267.707		365.763
Alicante	292	3.504		4.695		1.391
Castellón	176	826		1.107		839
Valencia	206	3.008		4.031		981
C. VALENCIANA	674	7.338		9.833		3.211
TOTAL CC.CC	116.399	1.391.192		1.864.197		554.571
% en relación España	26,3%	28,5%		28,5%		26,3%
ESPAÑA	442.298	4.888.462		6.550.539		2.107.285

2. Frutales

2.1 Manzano

Tabla 11

Manzano. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		Probiogas								
	Producción		Retirada		No conformes		Transformación			Total	
Unidades	ha	toneladas	t_retiradas/t_producidas	toneladas	t_retiradas/t_producidas	toneladas	Cantidad a transformados	Restos producidos	t_residuo/t_producidas	toneladas residuo	toneladas
Barcelona	73	1.559	0,05	77,95	0,02	31	17%	13%	0,022	34	144
Girona	2.494	69.909		3.495,45		1.398				1.545	6.439
Lleida	6.787	152.386		7.619,30		3.048				3.368	14.035
Tarragona	72	1.487		74,35		30				33	137
CATALUÑA	9.426	225.341		11.267,05		4.507				4.980	20.754
Huesca	713	16.755		837,75		335				370	1.543
Teruel	25	561		28,05		11				12	52
Zaragoza	2.588	75.380		3.769,00		1.508				1.666	6.942
ARAGÓN	3.326	92.696		4.634,80		1.854				2.049	8.537
Alicante	656	5.276		263,80		106				117	486
Castellón	113	884		44,20		18				20	81
Valencia	259	2.700		135,00		54				60	249
C. VALENCIANA	1.028	8.860		443,00		177				196	816
TOTAL CC.CC	13.780	326.897		16.345		6.538				7.224	30.107
% en relación España	44,7%	59,9%		59,9%		59,9%				59,9%	59,9%
ESPAÑA	30.794	545.992		27.300		10.920				12.066	50.286

2.2 Peral

Tabla 12

Peral. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		Probiogas								
Unidades	Producción		Retirada		No conformes		Transformación				Total
	ha	toneladas	t_retiradas/t_	toneladas	t_retiradas/t_	toneladas	Cantidad a	Restos	t_residuo/t_p	toneladas	toneladas
			producidas		producidas		transformados	producidos	roducidas		
Barcelona	44	621	0,05	31	0,02	12	9%	44%	0,040	25	68
Girona	367	7078		354		142				280	776
Lleida	10.569	194964		9.748		3.899				7.721	21.368
Tarragona	133	1633		82		33				65	179
CATALUÑA	11.113	204296		10.215		4.086				8.090	22.391
Huesca	1.274	28007		1.400		560				1.109	3.070
Teruel	20	284		14		6				11	31
Zaragoza	2.366	32833		1.642		657				1.300	3.598
ARAGÓN	3.660	61124		3.056		1.222				2.421	6.699
Alicante	342	4389		219		88				174	481
Castellón	231	1585		79		32				63	174
Valencia	120	571		29		11				23	63
C. VALENCIANA	693	6545		327		131				259	717
TOTAL CC.CC	15.466	271965		13.598		5.439				10.770	29.807
% en relación España	63,8%	63,9%		63,9%		63,9%				63,9%	63,9%
ESPAÑA	24.243	425560		21.278		8.511				16.852	46.641

2.3 Cerezo

Tabla 13

Cerezo. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		Probiogas								
Unidades	Producción		Retirada		No conformes		Transformación				Total
	ha	toneladas	t_retiradas/t_	toneladas	t_retiradas/t	toneladas	Cantidad a	Restos	Coef. Directo	residuo	toneladas
			producidas		_producidas		transformados	producidos	(t_res/t_producidas)	residuo	
Barcelona	325	1.170	0,05	58,50	0,02	23,40	16%	20%	0,032	37,44	119,34
Girona	117	665		33,25		13,30				21,28	67,83
Lleida	594	2.397		119,85		47,94				76,70	244,49
Tarragona	1.284	3.338		166,90		66,76				106,82	340,48
CATALUÑA	2.320	7.570		378,50		151,40				242,24	772,14
Huesca	613	2.478		123,90		49,56				79,30	252,76
Teruel	198	220		11,00		4,40				7,04	22,44
Zaragoza	6.546	22.677		1.133,85		453,54				725,66	2.313,05
ARAGÓN	7.357	25.375		1.268,75		507,50				812,00	2.588,25
Alicante	1.927	3.550		177,50		71,00				113,60	362,10
Castellón	750	1.293		64,65		25,86				41,38	131,89
Valencia	85	190		9,50		3,80				6,08	19,38
C. VALENCIANA	2.762	5.033		251,65		100,66				161,06	513,37
TOTAL CC.CC	12.439	37.978		1.899		760				1.215	3.873,76
% en relación España	49,1%	39,0%		39,0%		39,0%				39,0%	39,0%
ESPAÑA	25.358	97.489		4.874,45		1.949,78				3.119,65	9.943,88

2.4 Melocotón

Tabla 14

Melocotonero. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		Probiogas								
	Producción		Retirada		No conformes		Transformación			Total	
Unidades			t_retiradas/t		t_retiradas/t		Cantidad a	Restos	Coef. Directo residuo	toneladas	
	ha	toneladas	_producidas	toneladas	_producidas	toneladas	transformados	producidos	(t_res/t _producidas)	residuo	toneladas
Barcelona	572	5.649	0,05	282,45	0,02	112,98	21%	25%	0,053	296,57	692,00
Girona	124	2.091		104,55		41,82				109,78	256,15
Lleida	10.433	160.872		8.043,60		3.217,44				8.445,78	19.706,82
Tarragona	1.845	27.902		1.395,10		558,04				1.464,86	3.418,00
CATALUÑA	12.974	196.514		9.825,70		3.930,28				10.316,99	24.072,97
Huesca	6.109	127.183		6.359,15		2.543,66				6.677,11	15.579,92
Teruel	1.905	21.555		1.077,75		431,10				1.131,64	2.640,49
Zaragoza	4.901	89.686		4.484,30		1.793,72				4.708,52	10.986,54
ARAGÓN	12.915	238.424		11.921,20		4.768,48				12.517,26	29.206,94
Alicante	403	3.025		151,25		60,50				158,81	370,56
Castellón	384	1.984		99,20		39,68				104,16	243,04
Valencia	1.289	7.530		376,50		150,60				395,33	922,43
C. VALENCIANA	2.076	12.539		626,95		250,78				658,30	1.536,03
TOTAL CC.CC	27.965	447.477		22.374		8.950				23.493	54.815,93
% en relación España	54,3%	54,6%		54,6%		54,6%				54,6%	54,6%
ESPAÑA	51.511	820.139		41.006,95		16.402,78				43.057,30	100.467,03

2.5 Almendro

Tabla 15

Almendo. Cuantificación de subproductos

Unidades	Anuario 2014		De residuo a Recurso					
	Producción		Restos de poda		Cáscara		Residuo	
	ha	toneladas	t/ha	toneladas	kg/tonelada	toneladas	t/ha	toneladas
Barcelona	854	320	2	1.708	415	132,80	0,90	768,60
Girona	28	17		56		7,06		25,20
Lleida	17.032	5.178		34.064		2.148,87		15.328,80
Tarragona	20.999	6.779		41.998		2.813,29		18.899,10
CATALUÑA	38.913	12.294		77.826		5.102,01		35.021,70
Huesca	10.100	5.194		20.200		2.155,51		9.090,00
Teruel	21.971	5.450		43.942		2.261,75		19.773,90
Zaragoza	34.629	12.881		69.258		5.345,62		31.166,10
ARAGÓN	66.700	23.525		133.400		9.762,88		60.030,00
Alicante	24.065	12.119		48.130		5.029,39		21.658,50
Castellón	38.146	9.868		76.292		4.095,22		34.331,40
Valencia	38.163	6.190		76.326		2.568,85		34.346,70
C. VALENCIANA	100.374	28.177		200.748		11.693,46		90.336,60
TOTAL CC.CC	205.987	63.996		411.974		26.558,34		185.388,30
% en relación España	38,6%	44,7%		38,6%		44,7%		38,6%
ESPAÑA	534.057	143.081		1.068.114		59.378,62		480.651,30

2.6 Naranja

Tabla 16

Naranja. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario estadístico 2014				De Residuo a Recurso								Probiogas								
Unidades	Producción		Zumos		Pulpa		Albedo		Flavedo		Semillas		Retirada		No conformes		Transformación				Total
	ha	toneladas	%	toneladas	%	toneladas	%	toneladas	%	toneladas	%	toneladas	t_retiradas/t_ producidas	toneladas	t_retiradas/t_ producidas	toneladas	Cantidad a transformados	Restos producidos	t_residuo/t_p roducidas	toneladas residuo	toneladas
Barcelona	2	39	48%	19	25%	10	23%	9	9%	4	2%	1	0,05	2	0,02	1	21%	63%	0,13	5	8
Girona	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
Lleida	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
Tarragona	2.292	44.577		21.397		11.144		10.253		4.012		892		2.229		892				5.884	9.005
CATALUÑA	2.294	44.616		21.416		11.154		10.262		4.015		892		2.231		892				5.889	9.012
Huesca	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
Teruel	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
Zaragoza	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
ARAGÓN	0	0		0		0		0		0		0		0		0				0	0
Alicante	14.468	313.041		150.260		78.260		71.999		28.174		6.261		15.652		6.261				41.321	63.234
Castellón	5.626	124.782		59.895		31.196		28.700		11.230		2.496		6.239		2.496				16.471	25.206
Valencia	54.468	1.297.478		622.789		324.370		298.420		116.773		25.950		64.874		25.950				171.267	262.091
C. VALENCIANA	74.562	1.735.301		832.944		433.825		399.119		156.177		34.706		86.765		34.706				229.060	350.531
TOTAL CC.CC	76.856	1.779.917		854.360		444.979		409.381		160.193		35.598		88.996		35.598				234.949	359.543
% en relación España	51,2%	50,3%		50,3%		50,3%		50,3%		50,3%		50,3%		50,3%		50,3%				50,3%	50,3%
ESPAÑA	150.198	3.536.745		1.697.638		884.186		813.451		318.307		70.735		176.837		70.735				466.850	714.422

3. Patatas

Tabla 17

Patatas. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		Probiogas							Total
	Producción		No conformes		Transformación					
	ha	toneladas	t _retiradas/t _producidas	toneladas	Cantidad a transformados	Restos producidos	Coef. Directo (t _res/t _producidas)	residuo toneladas		
Unidades	ha	toneladas								
Barcelona	362	7.137	0,01	71	2%	20%	0,004	28,55	99,92	
Girona	247	6.473		65				25,89	90,62	
Lleida	379	9.095		91				36,38	127,33	
Tarragona	334	6.680		67				26,72	93,52	
CATALUÑA	1.322	29.385		294				117,54	411,39	
Huesca	20	720		7				2,88	10,08	
Teruel	223	5.350		54				21,40	74,90	
Zaragoza	73	2.482		25				9,93	34,75	
ARAGÓN	316	8.552		86				34,21	119,73	
Alicante	618	13.987		140				55,95	195,82	
Castellón	589	10.559		106				42,24	147,83	
Valencia	489	15.320		153				61,28	214,48	
C. VALENCIANA	1.696	39.866		399				159,46	558,12	
TOTAL CC.CC	3.334	77.803		778				311,21	1089,24	
% en relación España	4,6%	3,6%		3,6%				3,6%	7,1%	
ESPAÑA	72.431	2.182.082		21.821				8.728	30.549	

4. Sector forestal

Tabla 18

Sector forestal. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014				De residuo a Recurso		
	Superficie ordenada (ha)	% sup. Ordenada	Superficie sin ordenar (ha)	Total Forestal (ha)	toneladas de sup. t/ha	toneladas sup. Ordenada	toneladas sup. total
CATALUÑA	752.312	38,8	1.184.641	1.936.953	0,15	113.524	292.286
ARAGÓN	70.431	2,7	2.544.901	2.615.332		10.628	394.654
C. VALENCIANA	920	0,1	1.266.116	1.267.036		139	191.196
TOTAL CC.CC	823.663	14,2	4.995.658	5.819.321		124.291	878.136
% en relación España	20,99%		20,98%	20,98%		20,99%	20,98%
ESPAÑA	3.924.603	14,2	23.813.402	27.738.005		592.223	4.185.665

5. Olivar e industria del aceite de oliva

Tabla 19

Indústria aceite de oliva y olivar. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014		De residuo a Recurso																					
	Producción		Residuo*		Restos de poda		Hojín		Hueso		Agua de lavado aceituna		Almazara tradicional Orujo		Alpechín		% producción en almaz. 3 fases		Almazara 3 fases Orujo		Alpechín		Almazara 2 fases	
	toneladas	ha	t/ha	toneladas	t/ha	toneladas	%	toneladas	%	toneladas	litros/tonelada	m3	kg/kg aceituna	toneladas	l/kg aceituna	m3	% producción en almaz. 3 fases	kg/kg aceituna	toneladas	l/kg aceituna	m3	% producción en almaz. 2 fases	kg/kg aceituna	toneladas
Unidades																								
Barcelona	4.263	2.816	1,1448	2.460	3	8448	8%	341,04	20%	853	110	469	1,16%	0,35	17	39	3,18%	0,55	75	1,3	176	90,10%	0,8	3.073
Girona	4.103	3.285		2.869		9855		328,24		821		451			17	37			72		170			2.957
Lleida	50.099	41.688		36.415		125064		4007,92		10.020		5.511			203	453			876		2.071			36.111
Tarragona	69.422	68.565		59.893		205695		5553,76		13.884		7.636			282	628			1.214		2.870			50.039
CATALUÑA	127.887	116.354		101.637		349062		10230,96		25.577		14.068			519	1.157			2.237		5.287			92.181
Huesca	13.406	7.648		6.681		22944		1072,48		2.681		1.475			54	121			234		554			9.663
Teruel	21.318	24.797		21.661		74391		1705,44		4.264		2.345			87	193			373		881			15.366
Zaragoza	27.913	15.537		13.572		46611		2233,04		5.583		3.070			113	253			488		1.154			20.120
ARAGÓN	62.637	47.982		41.913		143946		5010,96		12.527		6.890			254	567			1.096		2.589			45.149
Alicante	39.363	27.242		23.796		81726		3149,04		7.873		4.330			160	356			688		1.627			28.373
Castellón	21.240	33.317		29.103		99951		1699,2		4.248		2.336			86	192			371		878			15.310
Valencia	32.019	31.086		27.154		93258		2561,52		6.404		3.522			130	290			560		1.324			23.079
C. VALENCIANA	92.622	91.645		80.053		274935		7409,76		18.524		10.188			376	838			1.620		3.829			66.762
TOTAL CC.CC	283.146	255.981		223.603		767.943		22.652		56.629		31.146			1.150	2.562			4.952		11.705			204.092
% en relación España	3,2%	10,9%		10,9%		10,9%		3,2%		3,2%		3,2%			3,2%	3,2%			3,2%		3,2%			2,9%
ESPAÑA	8.766.897	2.343.184		2.046.806		7.029.552		701.352		1.753.379		964.359			35.594	79.323			153.333		362.424			7.013.518

6. Industria vitivinícola

Tabla 20

Indústria vitivinícola. Cuantificación de subproductos

	Anuario 2014			De Residuo a Recurso								Probiogas			
	Superf total viñedo	viñedo vinificación	Vino	Residuo		Restos de poda - sarmientos		Raspón		Lías (levaduras)		Orujo		Lías (levaduras)	
	ha	ha	hectolitros	t/ha	toneladas	t/ha	toneladas	kg/hL vino	toneladas	kg/hL vino (residuo a recurso)	toneladas	kg/hL vino (residuo a recurso)	toneladas	t/hL vino (Probiogas)	toneladas
Unidades															
Barcelona	21.873	21.872	2.430.877	1,0457	22.873	2	43746	7,15	17.380,77	8,73	21.221,56	20,00	48.617,54	0,0078	18.960,84
Girona	2.214	2.194	70.910		2.315		4428		507,01		619,04		1.418,20		553,10
Lleida	4.744	4.736	106.009		4.961		9488		757,96		925,46		2.120,18		826,87
Tarragona	26.071	26.026	1.094.952		27.262		52142		7.828,91		9.558,93		21.899,04		8.540,63
CATALUÑA	54.902	54.828	3.702.748		57.411		109804		26.474,65		32.324,99		74.054,96		28.881,43
Huesca	5.509	5.504	176.087		5.761		11018		1.259,02		1.537,24		3.521,74		1.373,48
Teruel	2.261	2.247	19.272		2.364		4522		137,79		168,24		385,44		150,32
Zaragoza	30.199	29.973	831.291		31.579		60398		5.943,73		7.257,17		16.625,82		6.484,07
ARAGÓN	37.969	37.724	1.026.650		39.704		75938		7.340,55		8.962,65		20.533,00		8.007,87
Alicante	17.874	12.242	308.775		18.691		35748		2.207,74		2.695,61		6.175,50		2.408,45
Castellón	965	836	5.111		1.009		1930		36,54		44,62		102,22		39,87
Valencia	51.299	50.763	2.243.443		53.643		102598		16.040,62		19.585,26		44.868,86		17.498,86
C. VALENCIANA	70.138	63.841	2.557.329		73.343		140276		18.284,90		22.325,48		51.146,58		19.947,17
TOTAL CC.CC	163.009	156.393	7.286.727		170.459		326.018		52.100,10		63.613,13		145.734,54		56.836,47
% en relación España	17,2%	16,8%	15,8%		17,2%		17,2%		15,8%		15,8%		15,8%		15,8%
ESPAÑA	946.970	930.820	46.078.545		990.247		1893940		329.461,60		402.265,70		921.570,90		359.412,65

7. Bovino, animales sacrificados

Tabla 21

Bovino. Animales sacrificados. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014					Volumen	
						rumen	
Unidades	Temeras	Novillas	Vacas	Toros	Total	litros	m3
Barcelona	197.907	32.516	7.326	50.878	288.627	40	11545
Girona	89.893	5.381	8.292	19.324	122.890		4916
Lleida	49.505	1.920	164	4.807	56.396		2256
Tarragona	2.387	703	6	32	3.128		125
CATALUÑA	339.692	40.520	15.788	75.041	471.041		18842
Huesca	28.057	440	2.025	50.027	80.549		3222
Teruel	57	98	3	351	509		20
Zaragoza	180	8.972	71	17.330	26.553		1062
ARAGÓN	28.294	9.510	2.099	67.708	107.611		4304
Alicante	3.399	2.232	557	3.743	9.931		397
Castellón	1.829	652	249	1.778	4.508		180
Valencia	20.537	9.109	31.650	77.701	138.997		5560
C. VALENCIANA	25.765	11.993	32.456	83.222	153.436		6137
TOTAL CC.CC	393.751	62.023	50.343	225.971	732.088		29.284
% en relación España	38,5%	21,4%	16,0%	40,7%	33,5%		33,5%
ESPAÑA	1.023.638	289.637	314.523	554.792	2.182.590		87.304

8. Ovino, animales sacrificados

Tabla 22

Ovino. Animales sacrificados. Cuantificación de subproductos

Fuente	Anuario 2014					Volumen	
	Corderos					rumen	
Unidades	<=10 kg canal	>10 kg canal	Total	Ovino mayor	Total	litros	m3
Barcelona	44.225	655.458	699.683	0	699.683	4	2798,73
Girona	18.978	177.405	196.383	1.194,00	197.577		790,31
Lleida	11.722	186.418	198.140	6.004	204.144		816,58
Tarragona	6.936	115.661	122.597	132	122.729		490,92
CATALUÑA	81.861	1.134.942	1.216.803	7.330	1.224.133		4896,53
Huesca	21.138	320.023	341.161	53.934	395.095		1580,38
Teruel	7.419	59.418	66.837	3.360	70.197		280,79
Zaragoza	120.753	322.354	443.107	60.178	503.285		2013,14
ARAGÓN	149.310	701.795	851.105	117.472	968.577		3874,31
Alicante	245	290.387	290.632	0	290.632		1162,53
Castellón	26.561	175.191	201.752	85	201.837		807,35
Valencia	16.463	139.136	155.599	12.125	167.724		670,90
C. VALENCIANA	43.269	604.714	647.983	12.210	660.193		2640,77
TOTAL CC.CC	274.440	2.441.451	2.715.891	137.012	2.852.903		11.412
% en relación España	8,1%	41,5%	29,2%	21,3%	28,7%		28,7%
ESPAÑA	3.401.013	5.885.403	9.286.416	641.775	9.928.191		39.713

9. Caprino, animales sacrificados

Tabla 23

Caprino. Animales sacrificados. Cuantificación de subproductos

Fuente Unidades	Anuario 2014				Volumen	
	Cabritos lechales	Chivos	Carpino mayor	Total	rumen litros	m3
Barcelona	107.504	0	224	107.728	4	430,91
Girona	10.151	100	22	10.273		41,09
Lleida	4.656	30	62	4.748		18,99
Tarragona	6.622	154	532	7.308		29,23
CATALUÑA	128.933	284	840	130.057		520,23
Huesca	10.480	0	1.910	12.390		49,56
Teruel	1.483	0	37	1.520		6,08
Zaragoza	2.491	0	632	3.123		12,49
ARAGÓN	14.454	0	2.579	17.033		68,13
Alicante	12.320	0	0	12.320		49,28
Castellón	11.555	2	24	11.581		46,32
Valencia	2.602	280	636	3.518		14,07
C. VALENCIANA	26.477	282	660	27.419		109,68
TOTAL CC.CC	169.864	566	4.079	174.509		698
% en relación España	19,3%	0,7%	2,4%	15,4%		15,4%
ESPAÑA	878.990	82.198	169.027	1.130.215		4.521