Parque Tecnológico de Valencia C/Benjamín Franklin 5 - 11
E46980 Paterna Valencia España 961366090 fax 961318008
email info@ainia.es www.ainia.es

INFORME DE EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA ZONA DE PUNO. Actividad 1.“Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas” 2015/ACDE/002955.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN (ITP)-AINIA
15-P00206

15 de Diciembre de 2015
15-12-2015
24

Con la financiación de:

aecid
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

01 Antecedentes

02 Objeto

03 Plan de Trabajo

Resultado 1. Transferencia de tecnología.

04 Metodología

Resultado 1. Transferencia de tecnología.

05 Cronograma

06 Resultados obtenidos

07 Conclusiones y trabajos futuros

08 Anexos

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

01 Antecedentes

Con fecha 18/03/2015 ainia centro tecnológico, contando con la colaboración del Instituto Tecnológico de la Producción como socio local, elabora y presenta al AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) una solicitud de acción de cooperación titulada "Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas" o Proyecto "ESPORA". La citada acción de cooperación con Código de expediente: 2015/ACDE/002955 ha sido concedida por el AECID resultando ainia como adjudicataria de la acción. El presente documento constituye el informe de evaluación preliminar de la actividad 1 desarrollada para dicha acción de cooperación.

Por su parte, el Instituto Tecnológico de la Producción (en adelante ITP) es un Organismo Técnico Especializado (OTE), adscrito al Ministerio de la Producción peruano. Su objetivo es integrar en un solo organismo al ex Instituto Tecnológico Pesquero, con los Centros de Innovación Tecnológica públicos del Sector Producción, dando cumplimiento a la Vigésimo Quinta Disposición de la Ley de Presupuesto 2013, Ley N° 29951 . Al ITP se han adscrito los Centros de Innovación Tecnológica públicos del sector producción: CITEmadera (madera y muebles), CITEccal (cuero y calzado), CITEagroindustrial – anteriormente CITEvid- y el CITEproductivo de Madre de Dios, los que, sumados a la experiencia pesquera del Instituto, constituirán una plataforma de servicios compartidos en favor de la industria nacional de Perú.

02 Objeto

El objetivo principal del presente documento es establecer una evaluación preliminar de la zona de Puno en Perú, correspondiente con la activividad 1, para desarrollar la siguiente acción de cooperación al desarrollo según consta en la propuesta presentada al AECID:

Título: "Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas"

Tipo de solicitud: Innovación para el desarrollo

Prioridad temática: Mejora de la eficiencia ambiental en los proyectos mediante el ahorro energético y el uso de fuentes sostenibles (energías renovables), ahorro de agua, gestión de residuos, adaptación al cambio climático, agrodiversidad o mejora de los suelos, entre otros.

Duración (en meses): 18

Ámbito regional: Proyecto en único país de ejecución

País de ejecución: Perú

Como resultado de los trabajos de la acción, se esperan los documentos y resultados siguientes según consta en la propuesta aprobada por el AECID:

- Nº de técnicos del ITP formados con curso avanzado de biogás: 6.
- Nº de técnicos del ITP formados con el curso básico de biogás: 50.
- Nº de residuos o mezclas de residuos estudiados para conocer su potencial de biogás: 24 pruebas de sustratos o mezclas de sustratos.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación "Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas". El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

- Laboratorio de biogás montado en el ITP: 1.
- Número de residuos o mezclas de residuos estudiados con el digestor continuo: 1 pruebas/ 6 meses.
- Número de colectivos/actividades para las que se realizará un estudio de mejora técnica, económica y ambiental alcanzable con una planta de biogás: 2.
- Informe final de justificación de la acción de cooperación.

03 Plan de Trabajo

A continuación se describe el correspondiente plan de trabajo para realizar las acciones propuestas para el correcto desarrollo de la acción de cooperación:

Resultado 1. Transferencia de tecnología.

Actividad 1. Evaluación preliminar de la zona.

El objetivo principal de esta primera actividad es llevar a cabo un análisis más detallado del tejido empresarial de la zona de Puno donde se pretende implantar la solución innovadora con el fin último de realizar una estimación preliminar de residuos disponibles y evaluar la compatibilidad entre ellos y consecuentemente la potencialidad técnica para implantar una solución de producción de biogás a partir de residuos orgánicos en la zona.
Para esta tarea se implicará tanto personal del socio local ITP como personal de la sede de AINIA en España. El ITP aportará su conocimiento de la zona en cuanto a características geográficas, industriales, climatológicas, sociales, etc. y AINIA aportará su experiencia en la gestión de residuos orgánicos y su valorización vía biogás.

Fecha Inicio: 02/11/2015
Fecha Fin: 05/12/2015

04 Metodología

A continuación se describe la metodología a seguir para realizar el diagnóstico de disponibilidad de materias primas para producción de biogás para el correcto desarrollo de la acción de cooperación. Esta metodología ha sido adaptada a partir del proyecto PROBIOGÁS y forma parte del conocimiento a transferir al ITP.

Resultado 1. Transferencia de tecnología.

Actividad 1. Metodología usada para el diagnóstico de disponibilidad de materias primas para producción de biogás por digestión anaerobia.

A continuación se detalla la metodología a seguir para la determinación de residuos en un determinado área.

Subtarea 1.1 Tipificación de residuos.

Para realizar la tipificación de residuos adecuados para la generación de biogás se partirá de la clasificación general planteada por el proyecto singular y estratégico Probiogás y se desagregarán más en función de los intereses del proyecto y disponibilidad de datos para su cuantificación.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Ganaderos (G)	G1: Purín de cerdo G2: Estiercol de vaca G3: Gallinaza G4: Restos de otras especies
Alimentarios de origen animal (An)	An1: Residuos cárnicos An2: Residuos lácteos An3: Residuos de pescado
Alimentarios de origen vegetal (Ve)	Ve1: Residuos hortofrutícolas excedentes Ve2: Residuos hortofrutícolas no conformes Ve3: Subproductos de transformación de productos hortofrutícolas. Ve4: Otros
Cultivos energéticos (Ce)	Ce1: Cultivos agrícolas Ce2: Cultivos energéticos.
Glicerina (GI)	GI1: Glicerina

Los diferentes códigos se podrán desagregar más incluyendo un índice para diferenciar los diferentes subtipos encontrados dentro de la clasificación. Por las particularidades de la cabaña de Perú se incluye un quinto grupo en los residuos ganaderos para las incluir deyecciones de auquénidos (alpaca, llama y guanaco).

Subtarea 1.2. Caracterización básica.

La caracterización básica puede incluir Materia sólida o humedad (%), materia volátil (% MS), carbono total (g/l), nitrógeno total y amoniacal (g/l), fósforo (g/l), potasio (g/l), DQO (g/l), DQO (g/l) y composición centesimal (%).

La caracterización debe incluir consideraciones puntuales que puedan incidir sobre el transporte, sobre la imposibilidad de utilización por su carácter tóxico para la digestión anaerobia o por su contenido en sustancias nocivas o inhibidoras para el proceso de digestión que pueden limitar las proporciones máximas de la mezcla a tratar en la planta de biogás.

La caracterización se cumplimentará con valores obtenidos de la bibliografía estudios precedentes y análisis específicos en su caso.

Subtarea 1.3. Cuantificación.

La cuantificación de los residuos accesibles se podrá realizar mediante datos directos de estudios precedentes y estimaciones indirectas basadas en datos estadísticos disponibles en el territorio a estudiar. Las estimaciones se realizarán mediante coeficientes de generación de residuos en función de la producción agrícola, superficie de cultivo, o en función de otros indicadores de la actividad agroalimentaria o industrial (facturación, numero de empleados, producción…).
Los tipos de coeficientes a utilizar son:

> C_{RF}, C_{Rmpu}: Coeficientes de generación de residuos en función de la actividad agroalimentaria o industrial (leche, industria cárnica, conservas vegetales, aceite, producción de vino…) y algunos parámetros indicadores de la producción (facturación, produción anual de toneladas o unidas, nº de empleados, etc..). Estos coeficientes tendrían las unidades: [t residuo]/[unidad ganadera], [t residuo/t producto], [t residuo/[unidad producida · 10^3]. Cuando el coeficiente se

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

base en producto final obtenido será del tipo CRF y cuando esté referido a materia prima será del tipo CRmpu.

$C_{RF,}$ C_{Rmpu}: Coeficientes de generación de residuos en función de la actividad agrícola (t residuo/ t fruto). Relacionan la cantidad de residuo con la cantidad de fruto recolectado.

C_{RS}: Coeficientes de generación superficial de residuos, CRS (t residuos/km2; tresiduos/Ha) para cada tipo de cultivo o cultivos energéticos. Asignan una producción de residuos por unidad de superficie. Este tipo de coeficientes resulta útil cuando se puede estimar la generación de residuos debido a la primera gestión o recogida de fruto que se realiza a nivel local (cooperativas), es decir, en el área donde se encuentran los cultivos. Esta es la última opción pero en ocasiones la única para estimar cantidades de residuos a nivel de distrito o provincial.

Las industrias transformadoras tienden a situarse cerca de las zonas de producción que es donde se produce la máxima cantidad de residuos.

En general, las aguas residuales pueden cuantificarse, aunque de cara a la producción de biogás son más interesantes los lodos. La estimación de los lodos a partir de la cantidad de aguas residuales, así como su carga orgánica, se puede cuantificar. No obstante, en algunos casos el agua residual puede interesar directamente como materia prima para la producción de biogás (por ejemplo, las aguas residuales de las queserías).

Subtarea 1.4. Análisis de dispersión.

Para analizar la ubicación y dispersión geográfica de los residuos el área de estudio (Departamento de Puno) se divide en zonas de influencia (las 13 provincias) y estas a su vez en puntos o superficies de aportación (los distritos y/o focos puntuales de grandes agroindustrias).

Zona de actuación

Las alternativas más usuales son Departamento, Provincia, agrupación específica del municipios/comarcas ó superficie correspondiente a un radio máximo de recogida. La unidad elegida para el estudio preliminar será el Departamento. Aunque se recomienda realizar un análisis por provincias y para el caso de provincias muy extensas se puede escoger como zona de actuación el distrito en caso de que existan datos disponibles a este nivel.

Punto o superficie de aportación

Se utilizarán datos de cantidad de biomasa a nivel comarcal y la ubicación puntual de grandes focos generadores como grandes agroindustrias, granjas, u otros focos de interés identificados en estudios y monografías sectoriales.

Para el análisis se utilizarán programas de bases de datos y hojas de cálculo para organizar la información estadística y generación de informes.

Las zonas de influencia deben tener aproximadamente una superficie en el rango 500-2000 km2 y una longitud característica de no más de 30 -50 km. Estas dimensiones pueden considerarse valores típicos observados en estudios anteriores como áreas de

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

aportación para centrales de biomasa y corresponden a distancias medias estimadas de transporte inferiores a 30 km.

Normalmente en Perú las provincias son algo mayores que este tamaño y los distritos suelen cumplir estos criterios. Sin embargo debido a la falta de datos desglosados a nivel de distritos se deberán ubicar geográficamente las cantidades de residuos de cada grupo por provincias o regiones según el caso. (Se hará por distritos en el caso de que haya información disponible pormenorizada a este nivel)

En este paso se deberá ubicar geográficamente las cantidades de residuos de cada grupo de residuos producido a nivel provincial o regional empleando los coeficientes de cuantificación definidos en la tarea anterior.

Subtarea 1.5. Análisis de estacionalidad.

El análisis de estacionalidad permite obtener una distribución del ciclo anual de los aportes de biomasa predominantes. Mediante el análisis de diferentes áreas de aportación por separado pueden hacerse consideraciones específicas para agrupar en una misma planta de biogás superficies con tipología de residuos complementarias para que la estacionalidad global sea menos brusca y para que la composición haga un aporte de biomasa más uniforme en el tiempo.

Dentro del sector de transformados vegetales se agrupan las industrias que procesan materias primas vegetales, en estos casos la actividad normalmente no es continua, sino que se trabaja por campañas, (como es el caso de la producción de Pisco) debido a los ciclos de crecimiento y maduración de los productos agrícolas.

Para los residuos de frutas y hortalizas, este análisis se basa en las fechas propias de las labores agrícolas generadoras de cada tipo de residuo. Las fechas de recolección de los cultivos mayoritarios de cada área son las que indican la generación de residuos vegetales de tipo Ve2 (residuos hortofrutícolas no conformes)

Gran parte de las industrias agroalimentarias sin embargo presentan una estacionalidad poco severa. El objetivo de la tarea es analizar la posible estacionalidad de los diferentes residuos generados ya que puede haber fuertes implicaciones para asegurar el aporte de sustratos aceptablemente durante el ciclo anual.

Subtarea 1.6. Análisis de Disponibilidad/ viabilidad. Implicaciones ambientales y de la legislación.

En este apartado se enmarcan las consideraciones sobre cada residuo en cuanto a las alternativas de gestión o aprovechamiento actuales (residuo a vertedero, alimento del ganado, producción de compost…) que pueden limitar o aumentar la disponibilidad para la generación de biogás.

Las implicaciones ambientales y las impuestas por la legislación vigente en Perú pueden potenciar o limitar el aprovechamiento de algunos residuos para la generación de biogás y se tendrán en cuenta en cada caso.

En esta apartado se analizan las alternativas de aprovechamiento o gestión actual de cada grupo de residuos y subtipos para establecer que porcentaje respecto a la cantidad total de residuos generados, estaría disponible para la valoración energética de biogás. Estas consideraciones se presentarán como un rango (por ejemplo 50 -70%), ya que la

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

disponibilidad/ viabilidad puede depender de las restricciones del escenario o escenarios de implementación considerados en cada caso.

05 Cronograma

El cronograma de general de la actuación se muestra a continuación, indicando el plazo de ejecución previsto para la realización de las tareas realizadas y propuestas.

Actividades

Año		2015		2016												2017			
Mes		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
R1. Transferencia de tecnología																			
A1	Evaluación preliminar de la zona (Puno)																		
A2: (Acción1)	Capacitación avanzada de los técnicos del ITP (Valencia)																		
A2: (Acción2)	Capacitación básica de los técnicos del ITP (Perú)																		
A3	Diseño y puesta en marcha del piloto																		
A4	Análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental (Puno)																		
R2. Estrategia de replicación																			
A5	Plan de replicación en zonas objetivo (ICA y Madre de Dios)																		

El inicio de los trabajos coincidió con la fecha de comunicación oficial al AECID del comienzo de las acciones de cooperación previstas. En azul se muestran las desviaciones previstas en la ejecución de las acciones.

Periodo del informe: 02/11/2015-05/12/15

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

La agenda completa de la misión realizada en Perú con motivo de la actividad 1 (A1) se muestra a continuación:

MISION de AINIA a Perú (Diciembre- 2015)						
	Lunes / 30	**Martes / 01**	**Miércoles / 02**	**Jueves / 03**	**Viernes / 04**	**Sábado / 05**
AM		8:30 A.M. REUNIÓN PREVIA 11:30 REUNIÓN EN LA SEDE DEL AECID LIMA.	SALIDA 10:55 AM VUELO LIMA JULIACA (*)	REUNION CON AGENTES LOCALES (ALCALDE DE PUNO) LLEGADA A PUNO DEL PERSONAL DE AINIA(*)	VISITA: LUGARES DE INTERES MEDIOAMBIENTAL BAHIA DEL LAGO TITICACA (CONTAMINACION DE AGUAS)	10:00 AM REUNION DE BRIEFING EN LIMA
PM	LLEGADA PERSONAL AINIA A LIMA DESDE VALENCIA	REUNIÓN EN EL ITP en CALLAO. VISITA AL SITE DEL, LABORATORIO DE BIOGÁS.	LLEGADA A PUNO DEL ITP	VIAJE A PROVINCIA DE ARAPA ZONA DE PROCESAMIENTO DE TRUCHA VISITA PROYECTO ENSILADO DE ITP	15.20 LLEGADA DE VUELO DE RETORNO JULIACA-LIMA	VUELO DE VUELTA DE PERSONAL AINIA LIMA-VALENCIA

(*) Como consecuencia de una incidencia en el vuelo Lima-Juliaca causada por el mal tiempo el personal de ainia hizo su llegada el jueves a la zona de Puno, sin embargo el personal del ITP ha continuado con la agenda prevista inicialmente para la misión en Puno.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Reuniones mantenidas (presenciales):

28 de Octubre de 2015 (Madrid)**:** De 13:00 a 14:00 Reunión en la sede del AECID en Madrid de con Miguel Ángel Martínez de la Riva Molina, Pilar Cano del Rincón (AECID) y personal de la Unidad de Empresa y Desarrollo para sobre el inicio del proyecto. Asisten Jorge Saludes y Roberto Giralda por parte de ainia.

24 de Noviembre de 2015 (Valencia)
17:00 -18:00 Reunión de coordinación con Alberto Salas (ITP) en la sede de ainia

01 de Diciembre de 2015: (Lima)

9:00 -11:00 Puesta en común de diferentes cuestiones sobre el proyecto entre Mercedes Inés Carazo, Alberto Salas (ITP), Paul Kladolfer (AECID), Jorge Saludes y Roberto Giralda (ainia).
De 11:30 a 12:00 Reunión en la sede del AECID en Perú con Juan Diego Ruiz y María Morazo (AECID) para presentación el proyecto y relatar las acciones en curso. Asisten además Mercedes Inés Carazo, Alberto Salas (ITP), Paul Kladolfer (AECID), Jorge Saludes y Roberto Giralda (ainia).
De 12:30 a 17:00 Visita al futuro site del laboratorio de biogás en el ITP en Callao y sus instalaciones.

02 de Diciembre de 2015 (Lima) Reunión de Jorge Saludes y Paul Klandolfer con del APCI en Lima a la que asisten Soledad Bernuy y Héctor Silva.

03 de Diciembre de 2015: Silvia Barrenechea del ITP se reúne con el alcalde de Puno y un biólogo en el ayuntamiento de Puno.

05 de Diciembre de 2015: (Lima) Reunión final de briefing entre el ITP y ainia.

Figura 1. Imagen de la reunión sobre el inicio de la acción en la sede de AECID (Madrid 28/10/2015)

Figura 2. Imagen de la reunión en la sede del AECID en Perú (Lima)

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

06 Resultados obtenidos

Actividad 1: Resultados de la evaluación preliminar.

El objetivo principal de esta primera actividad es llevar a cabo un análisis más detallado del tejido empresarial de la zona de Puno donde se pretende implantar la solución innovadora con el fin último de realizar una estimación preliminar de residuos disponibles y evaluar la compatibilidad entre ellos y consecuentemente la potencialidad técnica para implantar una solución de producción de biogás a partir de residuos orgánicos en la zona.

Para esta tarea se ha implicado tanto personal del socio local ITP como personal de la sed de AINIA en España. El ITP aportará su conocimiento de la zona en cuanto a características geográficas, industriales, climatológicas, sociales, etc. y AINIA aportará su experiencia en la gestión de residuos orgánicos y su valorización vía biogás.

Durante la misión a la provincia de Puno se han visitado e identificado varios puntos de interés y actividades económicas en cuanto a la generación de residuos. Se ha utilizado un vehículo cedido muy amablemente por el alcalde de la municipalidad de Puno para los desplazamientos de la misión.

Figura 3. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (biodigestores para efluentes líquidos en desuso de la Universidad del Altiplano)

Figura 4. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (Altiplano)

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Figura 5. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (Zona agrícola en el entorno del lago Arapa)

Figura 6. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (Vista del lago Arapa con las jaulas empleadas para acuicultura)

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Figura 7. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (Casco urbano de Puno)

Figura 8. Imágenes del área visitada durante la misión a Puno. (Bahía interior de Puno en el lago Titicaca)

Como áreas de interés en cuanto a la generación de residuos dentro del departamento de Puno se han identificado las provincia de Puno y Chucuito, el distrito de Arapa en la provincia de Azángaro y el distrito de Juliaca en la provincia de San Román. Las áreas

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

principales visitadas durante la misión se muestran en rojo (la bahía interior de Puno, el litoral del lago Arapa, casco urbano de Juliaca) y otras zonas de generación de residuos identificadas durante la misión (bahía de Chucuito) se muestran en el mapa siguiente:

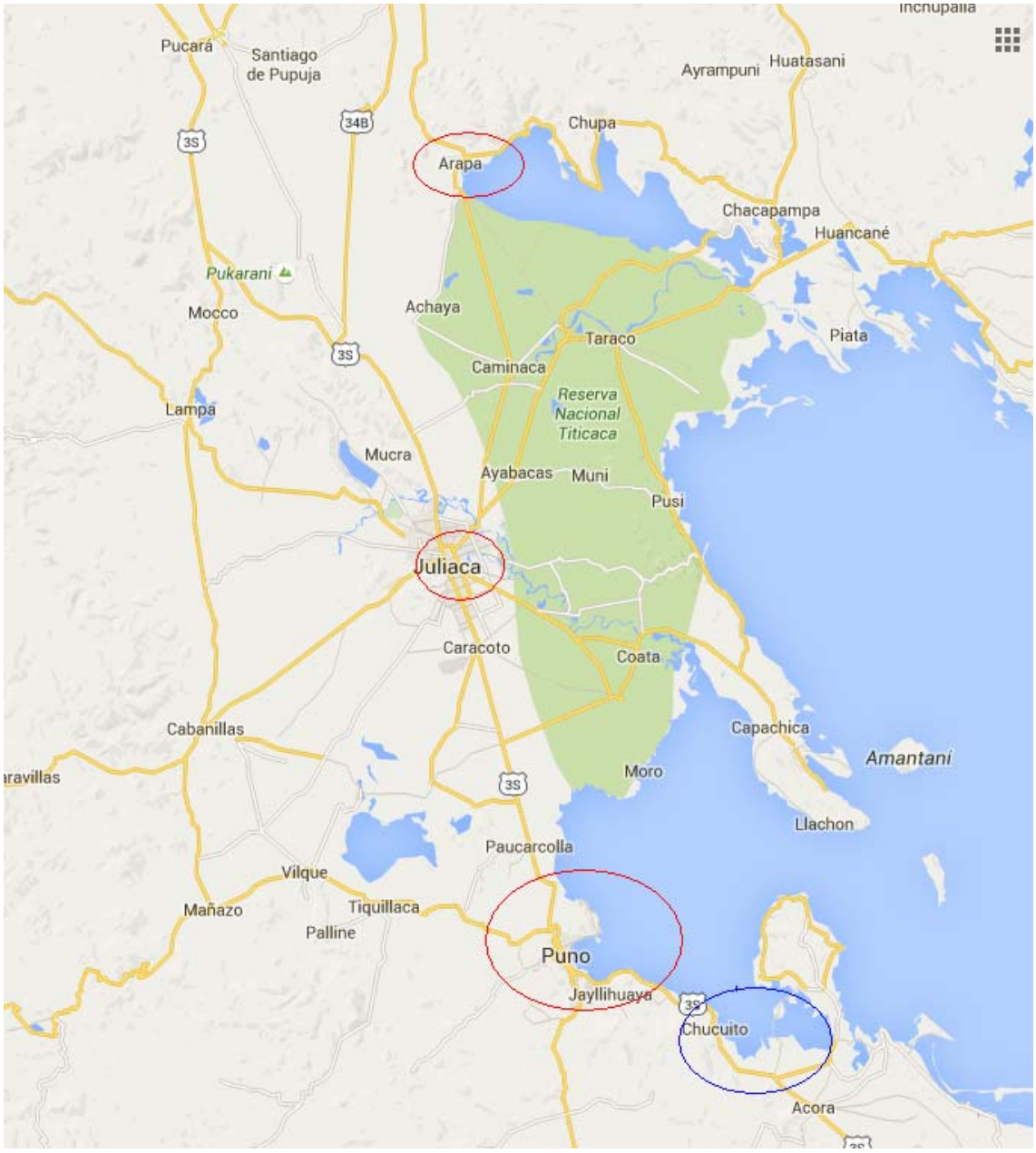

Figura 9. Mapa del área analizada durante la misión al departamento de Puno.

En función de la visita realizada a la región de Puno se ha elaborado un listado de actividades económicas potencialmente generadoras de residuos orgánicos que puedan ser aprovechables para la producción de biogás.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Tabla 1. Listado de actividades económicas identificadas y residuos orgánicos asociados.

Actividad	Residuos identificados	Área
Ganadería estabulada	Deyecciones ovinas Deyecciones vacunas Deyecciones de auquénidos (alpaca) Deyecciones equinas Purín porcino Gallinaza	Toda la provincia.
Agricultura	Matas de patata Paja de cereal (avena) Tallos de quinoa Restos de plantas aromáticas.	Arapa Resto del altiplano
Acuicultura (cultivo de trucha)	Vísceras de trucha Caldos de conservera Sanguesa (sangre de trucha con agua de lavado) Fecas de trucha (sólo alevines)	Lago Arapa y Bahía de Chucuito.
Actividades terciarias y turismo	Vertido de aguas residuales Residuos sólidos urbanos Lenteja de agua y algas	Bahía de Puno.
Minería	Basura orgánica de personal minero (asimilable a RSU domiciliario)	Explotaciones mineras
Mercados	Residuos de mercado (asimilable a domiciliario)	Localidades de Puno y Juliaca.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Residuos de ganadería.

Durante la visita se ha observado la presencia de ganadería extensiva en la zona de las siguientes especies: Ovejas, Cabras, Vacas, Alpacas, cerdos, Gallinas y caballos.

Las entrevistas con la población local de las zonas del lago de Arapa y de Puno han identificado la presencia de ganadería intensiva estabulada en la zona para producción de lana y carne sobre todo en cuanto a la ganadería ovina y alpacas. También destaca la ganadería intensiva de ganado vacuno.

Estas actividades ganaderas generar residuos de deyecciones ganaderas a menudo mezclada con paja de avena para cama. Ver figuras siguientes:

Figura 10. Deyecciones ganaderas de distintas especies mezcladas con paja.

En cuanto a la disponibilidad de estos residuos para la producción de biogás. En el pasado las deyecciones vacunas se empleaban como combustible para cocinar pero en la actualidad se emplean como combustible de bajo coste en las explotaciones mineras por lo que no todo el potencial de biogás de deyecciones ganaderas vacunas puede estar disponible en la práctica. Sin embargo la cantidad total de deyecciones de otras especies como ovinas y camélidos (alpaca) si que estaría disponibles para la producción de biogás.

Residuos agrícolas.

En la misión se ha visitado la zona agrícola del altiplano cercana a la población de Arapa. En la zona se han detectado como residuos agrícolas disponibles los residuos de las matas de patata, tallos de quinoa, la paja de cereal (principalmente avena) y los restos de

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

cultivos de plantas aromáticas. (Estos últimos únicamente se han observado en las inmediaciones de la población de Arapa.)

Figura 11. Vista de los cultivos en el área del lago Arapa

Figura 12. Imágenes de residuos orgánicos de origen agrícola. (izda. Restos de plantas aromáticas y paja de avena)

Casi todos los residuos vegetales encontrados en la zona presentan un aspecto fibroso, por lo que se debería evaluar posteriormente su contenido en fibra y el grado de biodegradabilidad anaerobia de la misma para su valorización energética. Estos residuos estarían disponibles para su valorización energética después de su uso como cama para la ganadería.

Residuos de acuicultura.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Durante la misión se ha evidenciado la actividad de acuicultura para cultivo de trucha en la zona, especialmente en la región del lago Arapa. El cultivo de trucha de la zona de Arapa visitada se realiza en jaulas en medio del lago y en piscinas para el caso de los alevines. En las entrevistas mantenidas con la población local se han identificado una gran concentración de piscifactorías en la zona de la bahía de Cuchuito.

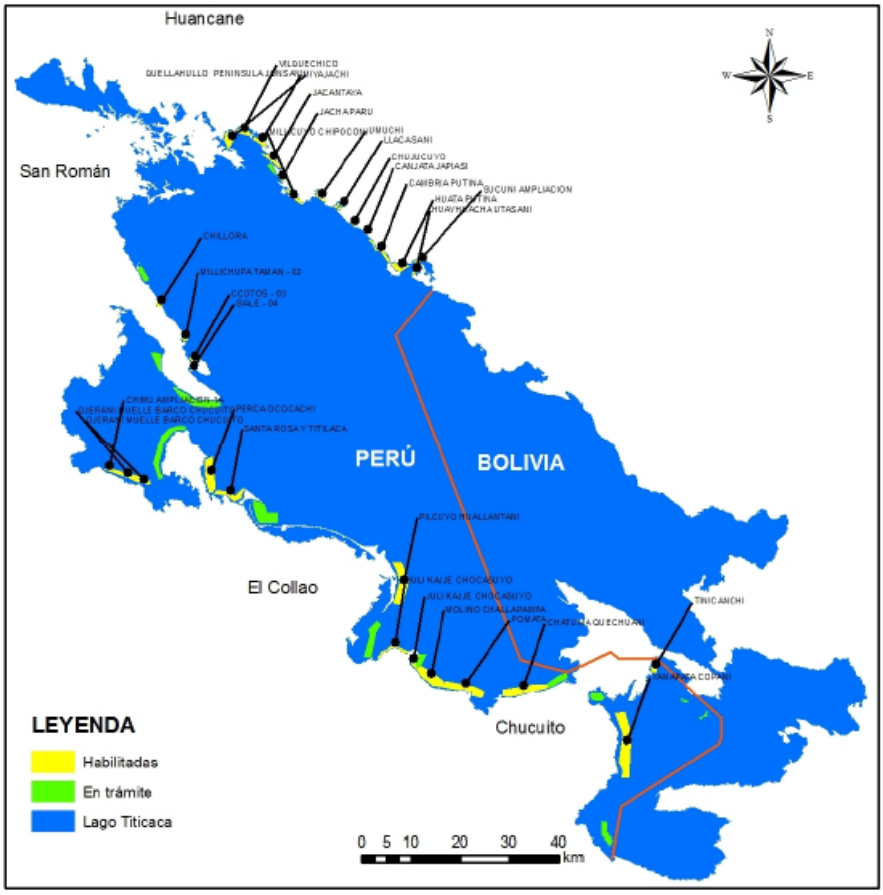

Figura 13. Mapa de ocupación de las actividades de acuicultura (2009) en el lago Titicaca.

Esta actividad genera los siguientes residuos en la zona de acuerdo a la población local:

- Vísceras de trucha
- Caldos de conservera
- Huevas de pescado
- Sanguesa (sangre de trucha con agua de lavado)
- Fecas de trucha (sólo alevines)

Las vísceras de trucha se están empleando en Arapa con bastante éxito para elaborar un ensilado para alimentación animal en un proyecto piloto del ITP. Se espera que en la zona de Arapa este residuo no estén disponibles para la valorización energética. Sin embargo en la zona de la bahía de Cuchuito si existirá excedente para este residuo.

Sin embargo los caldos de conservera, la sanguesa, las huevas y las fecas de trucha no tienen otro uso y si están disponibles para su valoración energética a través de biogás. Sólo en Arapa se ha reportado una producción de entre 10 y 40 m3 al día de caldos, fecas y huevas de trucha. Lo que supone una estimación inicial de entre 4.000 y 15.000 toneladas al año de estos residuos en el distrito de Arapa.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Figura 14. Jaulas flotantes en el lago Arapa para el cultivo de trucha.

Figura 15. Estanques para los alevines.

Actividades terciarias y turismo

Los vertidos de aguas residuales de la ciudad de Puno generan una contaminación apreciable con proliferación de lentejas de agua o lentejuela (Lemna gibba) y algas macroscópicas que provocan un importante problema en la bahía interior de Puno. En la temporada en que se ha realizado la misión (primavera en el hemisferio austral) la cantidad de lenteja de agua encontrada en la bahía es muy limitada. Sin embargo en época de lluvias se han documentado una gran proliferación de estas algas en la misma zona de la bahía (ver figura 10). Esto nos indica que se trata de una biomasa de carácter muy estacional y cuya disponibilidad no esta asegurada durante todo el año. Por lo tanto su incorporación a una dieta para producción de biogás debería hacerse en función de dicha estacionalidad sólo durante la época del año en que abunda y como un cosustrato secundario.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Figura 16. Vista de la bahía de Puno durante la misión.

Figura 17. Crecimiento de Lemna gibba y algas observado en la bahía durante la misión a principios de Diciembre.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Figura 18. Vista de la bahía interior de Puno durante la misión.

Figura 19. Crecimiento de lemna en otras épocas del año en la bahía (fuente imagen: Google Earth)

Por otra parte el aprovechamiento de la Lemna que crece en el lago Titicaca para producción de biogás plantea el reto de su cosechado de lenteja en el lago que está aún por resolver.

Minería

Según las entrevistas realizadas a personas locales de Puno, las explotaciones mineras generan residuos orgánicos de comida de los trabajadores asimilable a la fracción orgánica de residuo sólido urbano. Estos residuos suponen un problema de gestión y recogida por encontrarse en zonas remotas y alejadas de las poblaciones. El aprovechamiento de los mismos para la producción de biogás sería una posibilidad siempre que se encuentren en las inmediaciones de la planta de biogás y resulta viable su recogida y logística.

Otros residuos.

En la misión se han observado pequeños mercados locales al aire libre principalmente en las localidades de Puno y Juliaca. Por su pequeño tamaño el volumen de residuos

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

generados disponibles se puede considerar como muy limitado y de difícil aprovechamiento.

Estimación preliminar de la cantidad total de biomasa disponible.

A continuación se muestra una estimación preliminar de la biomasa disponible de origen agroindutrial para generación de biogás en el departamento de Puno, realizada según la metodología descrita anteriormente. Los datos estimados se han calculado a partir de los coeficientes de conversión establecidos en el proyecto PROBIOGAS y los datos de producción agrícola publicados en la web del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (*INEI*). Los residuos de mercados, residuos domiciliarios o asimilables (como los descritos para explotaciones mineras) no se han considerado por el escaso volumen observado y la falta de datos estadísticos para su cuantificación.

En el cómputo se ha incorporado la lenteja de agua que crece a causa de la contaminación en la bahía de Puno como un recurso aprovechable en la categoría de cultivo energético. Para realizar el cálculo se han empleado un coeficiente de producción superficial C_{RS} basado en productividad de Lemna en el la bahía interior de Puno en el lago Titicaca encontrados en la bibliografía.[1]

Debido a que la información estadística disponible no está suficientemente actualizada y detallada la estimación realizada en este informe ha de tomarse como una primera aproximación preliminar. Es necesario recopilar datos e información actualizada de producción agropecuaria en la zona para realizar una estimación por provincias más exacta del potencial de biomasa en la región.

En todos los casos se ha distinguido la cantidad anual de biomasa **accesible** que sería la cantidad total de biomasa generada en la zona y la cantidad **disponible** que es la que se podría destinar a generación de biogás una vez descontados los otros usos alternativos de dicha biomasa (usos como alimentación animal, combustible etc…).

1 Canales-Gutiérrez. A (2010) "Evaluación de la biomasa y manejo de *Lemna gibba* (Lenteja de agua) en la bahía interior del lago titicaca, Puno", Ecología Aplicada, 9(2), 2010, Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación "Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas". El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Ficha regional- Cuantificación preliminar de materias primas disponibles				
Departamento	PUNO			
Datos geográficos del departamento				
Superficie Total	66997 km²			
Coordenadas	15º04 'S 70º07'O			
id_cat	**Categoría**	**Residuos accesibles**	**Coeficiente disponibilidad**	**Residuos disponibles**
Residuos ganaderos				
		T/año	**(0 -1)**	**T/año**
G1	**Purín de cerdo**	**101.076**	**0,75**	**75.807**
G2	**Estiércol de vaca**	**1.496.620**	**0,5**	**748.310**
G3	**Gallinaza**	**3.337**	**0,25**	**834**
G4	**Restos de otras especies (ovino, caprino y equino)**	**74.574**	**0,25**	**18.644**
G5	**Estiércol de auquénidos (llamas, alpacas y guanacos)**	**117.230**	**0,25**	**29.308**
Residuos animales				
An1	**Residuos cárnicos**	**37.716**	**0,5**	**18.858**
An1.01	*Residuos cárnicos porcino*	199		
An1.02	*Residuos cárnicos ovinos*	2.320		
An1.03	*Residuos cárnicos bovino*	13.953		
An1.06	*Residuos cárnicos aves*	163		
An1.07	*Residuos cárnicos auquénidos*	21.080		
An2	**Residuos lácteos**	**--**		**--**
An3	**Residuos de pescado**	**8.498**	**0,5**	**4.249**
Residuos vegetales				
Ve1	**Residuos hortofrutícolas excedentes**	**--**	**0,25**	
Ve2	**Residuos hortofrutícolas no conformes**	**55.956**	**0,25**	**13.989**
Ve2.10	*Residuos de patata*	53.872		
Ve2.18	*Residuos de Quínoa*	2.084		
Ve3	**Subproductos de transformación de productos hortofrutícolas**	**--**	**0,25**	
Ve4	**Otros residuos alimentarios de origen vegetal (paja de cereal)**	**1.491.833**	**0,25**	**372.958**
Ve4.05	*Paja de Avena forrajera*	1.151.766		
Ve4.02	*Paja de Cebada (grano y forrajera)*	340.067		
Ve5	**Aguas residuales**	**--**		
Cultivos energéticos				
Ce1_A Cultivos energéticos	**Lemna del lago Titicaca**	**111.040**	**0,1**	**11.104**

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.

Actividad 3: Resultados del Diseño y puesta en marcha del laboratorio de biogás en el ITP.

Como consecuencia de la visita a las instalaciones del ITP en la provincia de Callao por parte del personal de ainia se ha identificado y seleccionado la ubicación del futuro laboratorio de biogás. Se incluye como anexo un documento de especificaciones técnicas del mismo que se ha remitido al ITP por parte de ainia.

07 Conclusiones y trabajos futuros

Durante la misión se han identificado varías actividades económicas en la zona de Puno que son generadoras de residuos. Como resultado de la misión se han detallado la presencia de residuos generados en estas actividades que podrían ser empleados para la valorización energética en una planta de biogás. Principalmente existe disponibilidad en la provincia de Puno de residuos de cultivo de trucha, residuos de deyecciones ganaderas de distintas especies (ovino, vacuno y auquénidos) y residuos vegetales como paja de cereales, tallos de quínoa, matas de patata y de otras especies. También existen otros residuos secundarios que podrían incorporarse a la dieta de una planta de biogás de forma estacional como son las lentejas de agua.

Debido a la cantidad de residuos del cultivo de trucha disponibles en las inmediaciones se establecen como mejores ubicaciones para la instalación de una planta de biogás las cercanías de Arapa y las inmediaciones de la bahía de Chucuito. En el distrito de Arapa se ha reportado además una escasez de acceso a la energía en la población local.

En los futuros trabajos se deben recopilar datos más precisos sobre la disponibilidad de los residuos más importantes en las zonas cercanas a la ubicación de las plantas de biogás. En las actividades posteriores de la acción de cooperación se estudiará además la viabilidad técnica y económica de emplear estos residuos descritos para elaborar una dieta adecuada para la producción de biogás en la zona.

Se debe establecer la posible complementariedad de la estacionalidad de los residuos vegetales de cosecha con la biomasa de Lemna para establecer si se puede asegurar el aporte de sustratos aceptablemente durante todo el ciclo anual.

08 Anexos

I. Especificaciones técnicas del laboratorio de biogás.
II. Presentación del proyecto “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas. ESPORA.”

Este informe has sido realizado con el apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), con cargo a la acción de cooperación “Gestión sostenible de residuos orgánicos y producción de energía renovable para autoabastecimiento energético en zonas desfavorecidas”. El contenido de dicha publicación es responsabilidad de ainia y no refleja necesariamente la opinión de la AECID.