

## RESUMEN

En el marco del proyecto CONICYT *Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations* se realizó una gira técnica a Alemania, país que cuenta con un importante desarrollo en el uso de la biomasa forestal para generación de energía y el uso de plantaciones forestales para la generación de biomasa con este objetivo.

La gira se efectuó entre el 28 de julio y el 8 de agosto del año 2014 y tuvo por objeto conocer la silvicultura de plantaciones dendroenergéticas en Alemania, experiencias en el uso de la biomasa a escala local (pequeña y mediana) y experiencias en el cultivo de especies forestales, gestión de la biomasa y sistemas de generación de energía para sectores residenciales o industriales. Conocimientos y experiencias aplicar si es posible en proyectos en desarrollo del Instituto Forestal (INFOR) en Chile en los cuales se investiga sobre esta materia.

La gira en Alemania incluyó las zonas de Freiburg, Rottenburg, Munich, Baden-Wurtemberg, Baviera y Renania-Palatinado. Se pudo apreciar que Alemania presenta una gran experiencia con el uso de especies forestales con fines energéticos (astillas, pellets), posee plantaciones para este fin, conoce su silvicultura y posterior procesamiento, y los mercados para electricidad y calor a nivel local.

Investigadores y profesionales ligados al rema de la biomasa para energía manifestaron su interés por el trabajo que se desarrolla en Chile y por establecer relaciones de colaboración mutua.

Esta gira permite concluir que Chile presenta condiciones adecuadas para el uso de plantaciones forestales con fines energéticos y que lo importante es abordar los sistemas a utilizar; las especies y su manejo, y los procesos de generación de energía.

Palabras clave: Plantaciones forestales, Biomasa, Energía, Alemania.

## SUMMARY

Under the frame of the CONICYT's Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations it was realized a technical tour to Germany, country with an important development on the planted forest silviculture and its use to biomass production field.

The trip was on July 28 to August 8 and the main objective was to learn about planted forest species and silviculture for biomass production, as well as the use of this material to generate energy for residential or industrial sectors. Knowledge and experience to be applied if possible to the Chilean Forestry Institute's research projects on the matter in Chile.

The technical tour included the Freiburg, Rottenburg, Munich, Baden-Wurtemberg, Baviera and Renania-Palatinado zones. Germany has a great development on the use of forest species to energy production (chips, pellets), important planted forest areas and a good knowledge on the silviculture and energy process production as well as the energy markets at the local level. Researchers and institutions on the matter there showed their interest on the Chilean projects developed by the Forestry Institute and their availability to establish mutual collaboration.

As results of this technical tour to Germany, can be concluded that Chile has appropriated conditions to fast growing species planted forests for biomass based energy production. Research has to be conducted to species selection, planted forest silviculture for high biomass volumes production and to face the energy production processes.

Key words: Planted forests, Biomass, Energy, Germany.

## DESARROLLO DE LA GIRA TÉCNICA

La experiencia existente en Alemania es de gran interés, los sistemas utilizados, las especies empleadas y su manejo se vislumbran como una interesante opción para su aplicación en Chile, pero es preciso conocer en forma más detallada los procedimientos y la logística en materia de la silvicultura, la transformación de la biomasa y sus usos dendroenergéticos.

La gira fue planificada precisamente para abordar las materias mencionadas y al mismo tiempo explorar iniciativas conjuntas de investigación con el Instituto de la utilización del bosque (FOBAWI) de la Universidad de Friburgo.

La gira técnica en Alemania se inició en la ciudad de Friburgo de Brisgovia, Baden-Wurtemberg, la ciudad más meridional de Alemania, y finalizó en Colonia (Figura N°1).



Figura N° 1  
MAPA POLÍTICO DE ALEMANIA

## Objetivos

Los objetivos de la gira se enmarcaron en:

- Conocer la silvicultura de plantaciones dendroenergéticas en Alemania y experiencias en el uso de la biomasa a escala local (pequeña y mediana).
- Visitar experiencias de cultivo de especies forestales, gestión de la biomasa y sistemas de generación de energía para sectores residenciales o industriales.
- Realizar contactos y establecer relaciones con instituciones, empresarios e investigadores en Alemania para el intercambio de experiencias y conocimiento científico en el sector de la bioenergía y la ampliación de su utilización en Chile.

## Itinerario y Visitas

### Día 1

Universidad de Freiburg. Reunión con profesores de la universidad y del Instituto de Utilización Forestal de esta universidad, quienes presentaron sistemas y de cosecha de la biomasa, junto con otros antecedentes relacionados con el ciclo de vida (*Life Cycle Analysis*). Se habló sobre el estado actual de la investigación y tecnología en el sector de bioenergía en Alemania.

### Día 2

Universidad de Rottenburg. En reunión con autoridades de la universidad se conoce los laboratorios de la universidad y su investigación en bioenergía, y se conversa sobre las actividades que está desarrollando INFOR en Chile. Se visita un ensayo agroforestal con plantaciones de *Salix spp.*

### Día 3

St. Peter Bioenergiedorf. Visita a planta y sistema de calefacción distrital de la comuna St. Peter. Se conoce planta de biomasa de 1,7 MW y el sistema para calefacción de 220 casas.

### Día 4

Se visita un ensayo agroforestal con investigadores del Institute for Forest Growth y una plantación de corta rotación de un propietario particular. Manejo de plantaciones de corta rotación con especies de los géneros *Populus*, *Salix* y *Miscanthus* para producir calor para calefacción distrital. Máquina de plantación y cosecha.

### Día 5

Bingen y Neufra. Visita a variadas plantaciones de corta rotación en el distrito forestal de la comuna Neufra. Ensayos e investigación sobre *Populus spp* (con irrigación y fertilización), se visitan varias visitar plantaciones con *Populus spp* cerca de Sigmaringen. También se visita un sector de bosque nativo manejado para producción de biomasa.

### Día 6

Erkheim. Baufritz casas de madera donde se implementa calefacción en base a biomasa en la fabricación de casas.

### Día 7

Freising. Visita a granja particular en la cual se produce calor y electricidad para autoconsumo con una planta de biomasa pequeña. Planta de la empresa Spanner.

### Día 8

Bingen. Se conoce un ensayo del Forest Resarch Institute Baden-Württemberg (FVA). Plantación de corta rotación con *Populus spp*, con un sistema de irrigación y fertilización.

### **Día 9**

Karlsruhe. Reunión final de trabajo en Universidad de Freiburg. Revisando el proyecto bilateral y sus próximas actividades.

### **Día 10**

Colonia. Visita a Landwirtschaftliches Technologiezentrum LTZ. Se conoce ensayo de una plantación de corta rotación con 35 especies diferentes; géneros *Populus*, *Salix*, *Acacia*, *Paulownia*, *Miscanthus* y otros.

### **Día 11**

Retorno a Chile.

## **Actividades**

Durante el primer día de la gira se visitaron las dependencias de la Universidad de Freiburg<sup>7</sup> y del Institute of Forest Utilization<sup>8</sup> (FOBAWI). Durante esta visita se realizó una jornada de trabajo con el profesor de utilización forestal Dr. Gero Becker, Director del Instituto de Utilización Forestal, y la investigadora Dr. Janine Schweier. Se realizó una breve presentación de la labor de INFOR en general y de sus actividades relacionadas con la investigación en bioenergía. El profesor Becker entregó antecedentes acerca del instituto FOBAWI, sus actividades y principales proyectos en desarrollo, y la Dra. Schweier mostró diferentes presentaciones sobre el sector forestal en Alemania, la universidad y la investigación del instituto en el sector de bioenergía. Se analizó el proyecto bilateral, las actividades a realizar durante las dos semanas de la gira y se propusieron nuevas ideas de investigación y posibilidades de cooperación.

En relación con las actividades a desarrollar, el profesor Becker sugirió plantear algunas iniciativas para ser discutidas una vez finalizada la gira y conocido del sector de la bioenergía en Alemania.

Se señalaron instancias de trabajo en relación con la silvicultura y manejo de plantaciones de corta rotación (SRC. Short Rotation Crops) y su utilización en Chile, planteando que uno de los primeros factores a analizar son las áreas disponibles para plantación, las especies forestales a utilizar y la ubicación de los centros de demanda o consumo de esta biomasa, entre otros aspectos. También se señaló lo importante de contar con la logística necesaria y conocer los productos y formas de uso de la biomasa.

Al respecto y luego de los antecedentes entregados por INFOR en relación al sector forestal y energético de Chile, se concluyó que la opción de las SRC en Chile debería apuntar a satisfacer demandas de biomasa para energía a distintas escalas y centros industriales, y se resaltó la oportunidad que la biomasa representa para disminuir los problemas de contaminación ambiental o polución que afectan a varias ciudades en Chile.

Especial interés se prestó a las ciudades del sur de Chile, donde el uso de la leña es común, tales como Concepción, Chillan, Temuco, y Coyhaique, entre otras. Se comentó la posibilidad de desarrollar proyectos en conjunto apuntando a estos dos temas, la generación de biomasa para su uso en energía y el apoyo a los procesos de descontaminación que se implementan en Chile a través del uso eficiente de biomasa.

Posteriormente se reúnen los equipos técnicos para intercambiar experiencias sobre la silvicultura y manejo de plantaciones para energía, y la bibliografía disponible en la Universidad de Freiburg, repasando además las actividades a realizar, reunión en la que participó la Dra. Schweier y otros investigadores del instituto.

Durante el segundo día, en compañía del investigador del FOBAWI señor Martin

---

<sup>7</sup> <http://www.uni-freiburg.de/>

<sup>8</sup> <http://www.fobawi.uni-freiburg.de/>

Brunsmeyer, se visitó la escuela de Ciencias Forestales de la Universidad de Rottenburg, sosteniéndose una reunión con el profesor Dr. Stefan Pelz y el Rector de la Universidad, profesor Bastian Kaiser<sup>9</sup>. La reunión se inició con presentaciones de la universidad acerca de su investigación en el área de los SRC y especialmente en el tema del uso de la biomasa en energía, su análisis, caracterización e investigación. Se destaca el nivel de equipamiento tecnológico en sus laboratorios lo que les permite realzar este tipo de investigación, visitando sus laboratorios y observando sus estudios, por ejemplo en la calidad del pellet obtenido desde diferentes fuentes de biomasa. También se conoció de sus otras actividades en cuanto a la caracterización y clasificación de maderas nativas, tales como *Fagus*. Se analizó la posibilidad de trabajos y proyectos conjuntos.

Posteriormente se visitó un ensayo de bioenergía establecido cerca de la Universidad, en compañía del asistente de investigación señor Göran Spanngenberg conociendo la investigación en una plantación de corta rotación con *Salix* con un doble objetivo, generar biomasa para energía y protección de animales domésticos. Se obtuvieron antecedentes acerca de la silvicultura utilizada, cuidados y mantención, turnos esperados y otros datos de interés. En este tipo de bosques en Alemania se privilegia la silvicultura por sobre la mejora genética, donde la variable principal es la especie/variedad a utilizar.



**UNIVERSIDAD DE FREIBURG (IZQ), PROFESOR DR. GERO BECKER E INVESTIGADORA JANINE SCHWEIER DEL INSTITUTE OF FOREST UTILIZATION (FOBAWI), UNIVERSIDAD DE FREIBURG Y JUAN CARLOS PINILLA, INVESTIGADOR DE INFOR (DER)**



**INSTITUTE OF FOREST UTILIZATION (FOBAWI), UNIVERSIDAD DE FREIBURG**

<sup>9</sup> <https://en.hs-rottenburg.net/startseite/>



**UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG  
DR. STEFAN PELZ, SCIENTIFIC DIRECTOR INSTITUTE OF APPLIED SCIENCES (CENTRO)**



**LABORATORIOS UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG (IZQ) LABORATORIO DE PELLETS (DER)**



**UNIVERSIDAD DE ROTTENBURG LABORATORIO ESTUDIOS DE LA MADERA (IZQ)  
ENSAYOS CON ESPECIES DEL GÉNERO SALIX PARA PRODUCCIÓN BIOMASA PARA ENERGÍA**

Continuando la gira se visitó una caldera de biomasa para calefacción distrital para 220 casas en el pueblo St. Peter. La producción por el año es 8.500 MWh. Se conoció del diseño de la planta, sus características técnicas y la forma de operación en base a astillas. La propiedad de la planta es de la comunidad, que se abastece a través de ella de energía térmica y/o eléctrica.



#### **DISTRITO ST. PETER PLANTA PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL EN BASE A BIOMASA 1,7 MW 220 CASAS**

Después de la visita a la planta de biomasa se sostuvo una reunión con la Dra. Schweier para revisar la continuación del proyecto bilateral. Se concluye que la aplicación de sistemas de SRC en Chile requiere de información al menos en lo que se refiere a:

- Datos climatológicos: Temperaturas medias, máximas y mínimas; distribución y monto de precipitaciones; días con heladas; períodos sin lluvia.
- Mapas de suelos: Clasificación, textura, profundidad, densidad, porosidad y otros aspectos.
- Rendimientos de especies para SRC: Rangos de rendimiento anuales en volumen o biomasa para diferentes especies según condiciones de suelo y clima.

Se acordó revisar la información disponible para crear una base para programas de fomento establecimiento de SRC.

Al día siguiente se visitó en compañía de los investigadores, Christopher Morhardt, del Instituto für Waldwachstum (IWW)<sup>10</sup> (crecimiento del bosque) y Michael Nahm del Forest Research Institute Baden-Württemberg (FVA)<sup>11</sup>, un ensayo agroforestal con diferentes especies de árboles y diferentes objetivos, incluido el de biomasa para energía.

Se conoció sobre especies utilizadas, donde destaca *Miscanthus* sp. y algunas del género *Populus* (álamos), para el tema de generación de biomasa para energía. Se conoció la

<sup>10</sup><http://www.wabo.boku.ac.at/en/wafo/>

<sup>11</sup><http://www.auerhuhn-windenergie.de/en/funding-partners/forest-research-institute-baden-wuerttemberg-fva-dep-forest-conservation>

silvicultura utilizada y las formas de evaluación del ensayo, destacando el uso de sensores en el árbol para monitorear crecimiento, variaciones debidas a temperaturas y otros factores. Respecto de las especies, otorgan importancia a las variedades a utilizar y no plantean como algo relevante eventuales programas de mejoramiento genético.



**INSTITUTE FOR FOREST GROWTH. ENSAYO SILVÍCOLA DE ESPECIES PARA ENERGÍA *Miscanthus sp* (IZQ), ENSAYO AGROFORESTAL CON ESPECIES PARA ENERGÍA (DER)**

En compañía de la Dra. Schweier se visitó posteriormente a un agricultor que cuenta con 8 ha de plantaciones de corta rotación de Sauce y Álamo y con una caldera de biomasa para calefacción distrital. Se conoció las plantaciones establecidas, manejo, turnos de corta (4-6 años) y su uso en calefacción distrital. Interesante resultó la experiencia de observar la logística para el tratamiento de la biomasa.



**PLANTACIONES DE CORTA ROTACIÓN CON SAUCE Y ÁLAMO PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL**



Se conoció las formas de cosecha de las plantaciones, su paso por un astillador y la forma de almacenamiento de las astillas. El propietario ha diseñado para estos efectos galpones de acumulación de astillas y también un prototipo para la cosecha de los árboles, maquinaria que es eficiente hasta un cierto diámetro de los árboles.



**ALMACENAMIENTO DE ASTILLAS Y MÁQUINA COSECHADORA**



**DISTRITO ELZACH. BOSQUES DE CORTA ROTACIÓN PARA CALEFACCIÓN DISTRITAL  
SAUCE (IZQ) ALAMO (DER)**

Se viajó posteriormente a la localidad de Neufra (Gammertingen) para conocer el manejo de bosque nativo, siendo acompañados por el consultor Ing. Forestal señor Robert Hauser. Se observaron diferentes tratamientos silvícolas utilizados para su manejo, donde uno de los productos es la biomasa para energía y participan especies latifoliadas y coníferas. Se señaló que los productos de los raleos planificados para los diferentes bosques son comercializados en distintas formas para su uso en energía, desde leña hasta astillas. Sin embargo, se indicó que un tema importante en este caso es la distancia para el transporte de la biomasa, factor relevante a considerar al momento de destinar la biomasa a su uso en energía.

Más tarde se visitó una empresa constructora de casas en madera, Schwoerer Haus<sup>12</sup>, que incluyen la utilización de calefacción central en base a una caldera de biomasa o de chimeneas adaptadas al uso de biomasa en forma de astillas o pellets.



**NEUFRA (GAMMERTINGEN). SCHWOERER HAUS, EMPRESA QUE PRODUCE CASAS DE MADERA CON CALEFACCIÓN EN BASE A BIOMASA**

Al inicio de la segunda semana de la gira se visitó la empresa Spanner Holzkraftwerke<sup>13</sup>, la cual se dedica a la producción de calderas de cogeneración con biomasa para toda Alemania. Durante la visita se conoció del proceso de fabricación, el tipo de biomasa recomendado para su uso en estas calderas y el creciente interés por el uso de este tipo de elementos. Respecto de la biomasa, se han estado desarrollando innovaciones para utilizar desechos de la agroindustria y de la industria del vino (restos de poda de vides), entre otros. La empresa desconocía el uso de la biomasa en Chile y manifestaron interés en conocer más del mercado nacional y de los tipos de tecnologías utilizadas en los procesos de generación y cogeneración.



**EMPRESA QUE PRODUCE CALDERAS DE COGENERACIÓN BASADAS EN BIOMASA**

<sup>12</sup> <https://www.schwoerer.es/es/>

<sup>13</sup> <http://www.holz-kraft.de/es/>



**SPANNER HOLZKRAFTWERKE ASTILLAS UTILIZADAS EN CALDERAS DE COGENERACIÓN CON BIOMASA E INSTALACIONES**

En la localidad de Bingen se visitó un ensayo de la Universidad de Freiburg, donde se prueban diferentes especies de álamos y sauces en un formato de corta rotación con fines de producción de biomasa para energía. El ensayo se destaca además, por la utilización de un sistema de irrigación y fertilización totalmente computarizado con monitoreo a distancia. En este ensayo se analizaron las especies y variedades utilizadas, el porqué de su selección y el método de establecimiento. El ensayo fue cosechado el año 2012 y se manejó la retoñación de modo de generar biomasa para uso energético, estimándose rotaciones de 4 años. Se conoció las mejores variedades en cuanto a rendimiento en biomasa, destacando la variedad *Monviso*, adquirida en Italia. Se observó también el efecto de un insecto que afectó en particular a una de las variedades de álamo utilizadas, que presentó notorias diferencias en su crecimiento.



**BINGEN, ENSAYO DE LA UNIVERSIDAD DE FREIBURG. PLANTACIÓN DE CORTA ROTACIÓN CON DIFERENTES ESPECIES DE ÁLAMO Y CON UN SISTEMA DE IRRIGACIÓN Y FERTILIZACIÓN E INSTALACIONES PARA EL CONTROL DEL SISTEMA**



#### **DISTINTAS ESPECIES DE ÁLAMOS, DETALLES DE RETOÑACIÓN DESPUÉS DE PRIMERA COSECHA Y DIFERENCIAS DE CRECIMIENTO ENTRE ESPECIES**

Después de estas visitas se efectuó una nueva reunión del equipo técnico en la Universidad de Freiburg; Prof. Becker, Prof. Jaeger, Dra. Schweier y Martin Brunsmeier, de la universidad y Cisco Aust y Juan Carlos Pinilla de INFOR. Se analizaron las experiencias visitadas y se revisó la información que se pudo obtener en relación con los objetivos del proyecto. Se decidió sobre diversas nuevas actividades a desarrollar y productos inmediatos de este viaje. Junto con ello se discutió acerca de nuevas opciones de desarrollo en el marco del proyecto.

Se señaló la necesidad de establecer las áreas disponibles de plantación en Chile para su uso en plantaciones forestales dedicadas a energía. El profesor Becker reiteró la necesidad para esto de contar con bases de datos de suelo y clima apropiadas para este análisis en Chile, todo modelado a través de sistemas de información geográfico (SIG) e inicialmente, enfocado en áreas piloto.

En principio se señaló que las primeras opciones de trabajo deberían ser la región del Bio Bio por ser la principal región forestal del país en materia de plantaciones, con gran población y desarrollo industrial, y la región de Aysén, dados sus requerimientos de energía local y su grave problema de contaminación ambiental derivado del uso ineficiente de leña.

Se acordó analizar las bases de datos disponibles en Chile y realizar una actividad piloto utilizando alguna de las especies forestales que está investigando INFOR. Se decidió hacer el primer estudio en la región del Bio Bio con la especie forestal *Acacia dealbata*.

Un segundo tema analizado correspondió a la necesidad de contar con antecedentes de crecimiento y rendimiento de especies forestales potenciales para su uso en energía n forma de SRC. Se comentó la necesidad de contar con información acerca del efecto del espaciamiento inicial sobre el crecimiento y rendimiento de las especies forestales para energía.

Los investigadores chilenos señalaron que INFOR y otras instituciones en Chile están estudiando este tema, mencionado que existe un listado de especies potenciales a utilizar, entre las que destacan:

*Populus* spp. (álamos)  
*Acacia dealbata* y *A. mearnsii* (acacias)  
*Eucalyptus globulus*, *E. nitens* y *E. camaldulensis* (eucaliptos)  
*Salix* spp. (sauces)

Para cada especie se deberían estudiar las mejores procedencias para cada zona e instalar nuevos ensayos con distintas densidades iniciales. A partir de estos ensayos más antecedentes recopilados desde las investigaciones anteriores de INFOR y otras fuentes se deberían conformar bases de datos de crecimiento y rendimiento según especie y procedencia.

Un tercer punto analizado correspondió a la logística de cosecha y transporte de la biomasa, y de la forma de utilización. Se mencionó la necesidad de estudios de la maquinaria disponible, tanto para la cosecha como para el transporte, así como de las condiciones del material biomásico. Una vez analizados estos factores se debería estudiar el modo de utilización de la biomasa; chips, pellets u otras formas. Cada uso dependerá de las condiciones o escenarios donde se desee utilizar esta biomasa; generación eléctrica o térmica, domiciliaria o industrial.

Se abrió también la discusión en torno al Pellet y cómo este producto a incrementado su participación en el mercado chileno. Los profesionales de la Universidad de Freiburg mencionaron su experiencia al respecto agregando que es una buena opción para uso en generación térmica para comunidades, edificios públicos y otras aplicaciones. Agregaron que lo importante es conocer las características técnicas y económicas de este producto y de la biomasa que se utilizará, y las opciones de abastecimiento de la biomasa antes de recomendar su uso.

En el tema tecnológico recomiendan realizar estudios respecto del tipo de biomasa a utilizar para la producción de pellet en Chile, analizando distintas especies, zonas de crecimiento y características del aserrín o virutas para hacer el pellet, y caracterizar el pellet resultante. Para esto se requiere de un número importante de pruebas y de laboratorios para hacer los análisis, estando la universidad dispuesta a participar y apoyar este estudio, junto con prestar asesoría para la instalación de un laboratorio para estos fines en INFOR.

Desde el punto de vista económico, se analizaron opciones para la realización de estudios para demostrar la eficacia económica de este tipo de soluciones para energía, ya sea en forma de astillas o pellet. Esto implica análisis a distintas escalas; local, comunal, provincial o regional, y conocer las tecnologías disponibles para el uso de este tipo de material y las condiciones de ubicación, transporte y abastecimiento de la biomasa. El análisis de las distintas combinaciones de escenarios permitiría revisar en qué circunstancias recomendar el uso de uno u otro tipo de combustible, en qué condiciones y en qué escenarios de demanda, consumo, precios y otros. Para estos análisis la universidad también manifestó su disposición a participar de proyectos conjuntos.

Finalmente, se abordó la necesidad de conformar en Chile una red de trabajo en torno a la biomasa. Esto requiere de reunir en torno a este tema a distintas entidades, tales como ministerios (energía, agricultura, salud, medioambiente), INFOR, gobiernos locales, universidades, propietarios, empresas forestales, CONAF, CORMA, comunidades indígenas, municipios, empresas de servicios, consultores, empresas generadoras de energía, pymes forestales, privados y otros. La conformación de esta red permitiría consensuar acciones o puntos de vista respecto del uso de la biomasa, definir acciones requeridas en beneficio del sector, afrontar en conjunto las demandas o desafíos que se generan en esta temática y tener una voz común ante la sociedad y sus demandas, entre otros beneficios.

Durante el viaje de vuelta a Frankfurt se visitó el Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (Instituto de Investigación de Agricultura) donde se observó la

investigación relacionada con plantaciones para bioenergía utilizando diferentes especies forestales y otras herbáceas como el *Miscanthus sp.*



**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE AGRICULTURA, ENSAYOS DE PLANTACIONES PARA BIOENERGÍA CON DIFERENTES ESPECIES ARBÓREAS (IZQ) Y *Miscanthus sp* (DER)**

## COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Ante la necesidad de aplicar conocimientos relativos al valor de las energías renovables en Chile, se formuló y adjudicó a CONICYT en el marco de las actividades del Programa de cooperación científica internacional convocatoria 2013, el proyecto Bilateral Cooperation Project between Researchers from Chile and Germany to Promote the Use of Renewable Energy through Biomass from Short Rotation Plantations. El proyecto está siendo desarrollado en conjunto por The Institute of Forest Utilization (FOBAWI) de la Universidad de Freiburg y el Instituto Forestal de Chile. En el marco de esta iniciativa se generó y realizó una gira tecnológica por Alemania para conocer la situación actual de los modelos de manejo de plantaciones forestales de corta rotación (SRC) para la producción de biomasa para su uso en la generación de energía.

La dendroenergía es la energía que se produce en base a la combustión de biomasa como madera, leña, astilla, pellets, briquetas y carbón. La gira contempló el estudio del proceso de producción de la dendroenergía dentro del marco de la sostenibilidad energética, esto es que la producción de energía asegure un equilibrio entre la seguridad energética (sostenibilidad en el tiempo), la equidad social (accesible para todos) y la mitigación del impacto ambiental, lo que se traduce en el desarrollo de sistemas de energía estables, accesibles y ambientalmente aceptables.

Se visitaron proyectos de producción de especies forestales de rápido crecimiento (álamos, sauces, otras), se observó sus cuidados silviculturales, su productividad, los mercados de la energía, funcionamientos comunitarios, logística y abastecimiento, entre otros aspectos.

En esta gira, los investigadores de INFOR de la Sede Bio Bio, Juan Carlos Pinilla y Cisco Aust, visitaron la Universidad de Freiburg en Alemania, para conocer el desarrollo de los conceptos de utilización regional de la biomasa procedente de plantaciones de corta rotación como un recurso para los sistemas de calefacción y energía locales.

El objetivo de la gira fue intercambiar experiencias con profesionales y científicos con amplios conocimientos sobre árboles forestales de corta rotación y diseño de proyectos en materia energética, con el objetivo de extender la utilización económica y sostenible del potencial de bioenergía en Chile, junto con propietarios de la tierra y empresas pequeñas y medianas, y propiciar el intercambio científico en el sector de la bioenergía.

El programa de trabajo consideró la visita de los investigadores de INFOR a las Universidades de Freiburg y Rottenburg en Alemania, así como a otras instituciones de

investigación y empresas relacionadas con el uso de la biomasa forestal en la producción de energía y de calefacción distrital. La gira permitió además, interactuar con los investigadores del Institute of Forest Utilization (FOBAWI) para conocer los principales conceptos relacionados con la utilización de especies forestales en bosques de corta rotación, la silvicultura empleada, las aplicaciones locales de calefacción distrital en base a biomasa, los suministros establecidos con madera para energía. Se visitaron plantaciones para energía en diversas localidades de Alemania, se conoció a los actores estratégicos y se analizó la posibilidad de formulación de propuestas de trabajo conjunto que permitan crear una red bilateral de trabajo en bosques de corta rotación para energía.

Las visitas realizadas, las reuniones de trabajo sostenidas y las conversaciones con expertos y productores de biomasa, no hacen sino confirmar que las plantaciones dendroenergéticas o bosques para energía constituyen una importante opción, tanto desde el punto de vista económico como del ambiental. Estas plantaciones están destinadas a suministrar en el corto y mediano plazo, un abastecimiento seguro de biomasa frente a la creciente demanda de energía que requiere el desarrollo económico y productivo. Esta biomasa es utilizada por medio de la combustión, generando energía térmica o eléctrica, sea en un sistema de calefacción interconectado o directamente para la producción de energía eléctrica.

La gestión del uso de la biomasa requiere del análisis de variados factores, desde la recolección de la biomasa en el bosque, el tratamiento de esta materia prima para su uso como chips o pellet, la inversión en equipos térmicos y su mantenimiento, hasta la venta de energía útil al cliente.

Esta generación requiere de una base tecnológica y de investigación con el objetivo de mejorar la eficiencia en todo el ciclo de la biomasa. En este sentido se destaca que la innovación es un pilar fundamental, requiriendo de aplicaciones tecnológicas para hacer seguimiento y control durante la recogida de la biomasa y la logística de las materias primas así como el monitoreo en los consumos y los niveles de confort de las instalaciones térmicas que se gestionan.

Desde el área de ingeniería, se observó que hay diferentes opciones para el uso de la biomasa para la generación térmica, es posible instalar nuevas calderas de biomasa en centros domiciliarios o la reconvertir calderas a petróleo para su uso con biomasa. Existen empresas que realizan proyectos de transformación de salas de calderas a biomasa y redes de distrito, generando energía térmica consiguiendo ahorros elevados respecto a otros combustibles. Esto incluye la opción que una empresa comercialice la energía directamente, suministrando los equipos requeridos, su instalación, mantención y la biomasa requerida para su funcionamiento, incorporando una adición de valor a la biomasa que se vende en forma regular para el funcionamiento de los equipos, por un determinado plazo luego del cual el dueño de casa o la comunidad se hace dueña de toda la instalación.

Esta transformación es una real posibilidad para su uso en calefacción distrital o bien para su uso en servicios, tales como hospitales, edificios públicos, universidades, otros. Solución que es factible de utilizar en Chile con biomasa en radios adecuados de abastecimiento y, en especial, en áreas aisladas o ciudades con problemas de contaminación derivados del uso inadecuado de biomasa, tales como Temuco, Chillán o Coyhaique, entre otras.

Durante la visita se discutió acerca del denominado círculo virtuoso de la biomasa, que recomienda la promoción de la sustitución de los contaminantes combustibles fósiles potenciando las ventajas socioeconómicas y ambientales que la bioenergía tiene para la sociedad.

El desafío ahora es concretar, a través del proyecto bilateral estudiar la aplicación en Chile de la experiencia alemana. Para esto es necesario definir con claridad donde localizar este tipo de instalaciones y con qué objetivo principal, conocer el verdadero potencial existente de en volumen de biomasa posible de generar anualmente dentro el radio económico de abastecimiento de las instalaciones, y definir las tecnologías basadas en diferentes forma de biomasa como astillas, pellets u otras.

Existe así la evidente necesidad de generar información que permita caracterizar, cuantificar, zonificar y gestionar desde un punto de vista operativo, técnico y económico, el recurso biomasa existente o potencial, condición necesaria para propiciar la generación de emprendimientos productivos basados en la utilización de la biomasa forestal como fuente de energía, sobre el principio del aprovechamiento sustentable de las plantaciones y los bosques nativos. Así, sobre la base de las ERNC (Energía renovables No Convencionales) se podría llegar a significativas reducciones en el consumo de los contaminantes y cada día más costosos combustibles fósiles, y a generaciones energéticas más limpias y diversificadas.

INFOR, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y del proyecto bilateral con la Universidad de Freiburg, ha estado fortaleciendo su línea de trabajo en el área de dendroenergía y espera continuar haciéndolo en los próximos años. El proyecto bilateral concluye a fin de 2016, pero ya se está gestionando una continuidad en esta línea con el Gobierno Alemán.

Existe gran disposición de la Universidad de Freiburg y de otras instituciones alemanas visitadas en Alemania para cooperación mutua e iniciativas conjuntas, que tienen una importante experiencia en el tema, tanto en los aspectos silvícolas como en los de las tecnologías y escalas de generación energética.

INFOR por su parte, tiene completa información de inventarios forestales, tanto de plantaciones como de bosques nativos, a nivel comunal, provincial y nacional, con todo el respaldo digital que esto involucra, información que actualiza permanentemente, y está avanzando en la investigación silvícola sobre plantaciones de corta rotación para producción de biomasa, disponiendo ya de 8 ensayos con este fin entre las regiones de Maule y Aysén, en los cuales se está probando principalmente especies y espaciamientos de plantación, con aquellas especies que hasta ahora parecen adecuadas para generación de biomasa en turnos cortos, como acacias (*Acacia dealbata* y *A. mearssii*), varias especies de álamos (*Populus spp*), eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, *E. nitens* y *E. camaldulensis*) y varias especies de sauces (*Salix spp*). Estos ensayos contemplan tanto la evaluación de crecimiento según especie y espaciamiento como la caracterización técnica de la biomasa producida, en términos de poder calorífico, densidad y otras propiedades de interés para la generación de energía.

En consecuencia, cabría esperar en el corto plazo un significativo aporte de información procedente de las investigaciones y el inicio de algunos emprendimientos energéticos locales con el apoyo de las instituciones alemanas.