GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

OFICINA DE PARTES - FIA
RECEPCIONADO
Fecha 31 MAYO 2007
Hora 17:20
Nº Ingreso 2502

INFORME TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

Fecha de entrega del Informe
21 marzo 2007
Nombre del coordinador de la ejecución
Cristian Pedro Moya Villablanca
Firma del Coordinador de la Ejecución
Firma del representante legal de la Entidad Patrocinante

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA

Nombre de la propuesta
"Técnicas de Análisis Termo-Mecánico de desechos orgánicos silvoagroindustriales para producir artículos en base a materiales compuestos mezclados con o sin plástico mediante moldeo por inyección"
Código
Postulante o Postulantes
Cristian Pedro Moya Villablanca
Firma del Coordinador de la Ejecución
Lugar de Formación (País, Región, Ciudad, Localidad)
Suecia, Estocolmo y Alemania, Hamburgo
Tipo o Modalidad de Formación (curso, pasantía, otros)
Pasantía
Fecha de realización (Inicio y término)
26 de agosto 2006- 07 de octubre 2006

2. ALCANCES Y LOGROS DE LA PROPUESTA

Justificación y objetivos planteados inicialmente en la propuesta

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el comportamiento viscoelástico de determinados Lignocelulósicos generados por el sector silvoagropecuario en Chile mediante técnicas térmicas para ser utilizada en el diseño de procesos de transformación mediante moldeo por inyección, extrusión o prensado en plano.

Justificación

El comportamiento viscoelástico de los materiales es de especial interés en la industria transformadora del plástico, principalmente por los efectos de la temperatura sobre la deformabilidad plástica del material, sobre todo los termoplásticos. Debido a razones ambientales, el interés en utilizar material Lignocelulósicos ya sea como carga o como material reforzante también ha aumentado, generando grandes expectativas en investigación y desarrollo, tanto en países desarrollados como en Sudamérica. La información que se genere con técnicas térmicas permite conocer los parámetros de proceso principalmente de temperatura para la fabricación de artículos útiles similares a los confeccionados con plástico sintéticos mediante moldeo por presión y temperatura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las temperaturas de ablandamiento de los residuos como cascarilla de arroz, podas de viñas, desechos de la industria azucarera y frutícola, entre otros.
Adaptar la información obtenida para aplicarlas mediante técnicas de moldeo por inyección.
Optimizar estas condiciones de proceso para producir probetas de materiales compuestos.
Determinar las propiedades físicas del material resultante y certificarlas por organismos competentes.
Comercializar los productos según las propiedades físicas más adecuadas para su uso.

Objetivos alcanzados tras la realización de la propuesta

El objetivo general se cumplió parcialmente para la madera de la especie *Pinus radiata* D. Don y sólo utilizando el Análisis Dinámico Mecánico (DMA). También se incluyó en el análisis DMA a materiales compuestos previamente fabricados a partir de polietileno reciclado y aserrín o corteza mediante moldeo por inyección. Gracias a la técnica DMA se pudo determinar las temperaturas de ablandamiento de la madera y de los materiales compuestos. Esta información está permitiendo optimizar las condiciones de proceso para fabricar en Chile materiales compuestos a partir de plástico y aserrín de la especie pinus mediante moldeo por inyección. El producto resultante está en proceso de análisis de las propiedades físicas más relevantes de acuerdo a sus usos y su certificación en Cesmec así como también se gestiona la comercialización de un producto para la BCC de Suecia.

Resultados e impactos esperados inicialmente en la propuesta

Diseñar e implementar ensayos para conocer el comportamiento térmico de los residuos

lignocelulósicos. Los análisis a realizar posteriormente en Chile podrán contemplar las respuestas en este comportamiento térmico a partir de modificaciones químicas y/o enzimáticas que se pueden aplicar al material para mejorar las interacciones inter e intramoleculares del compuesto. Toda esta información puede servir para diseñar procesos de transformación utilizando los procesos tradicionales de la industria del plástico, así como también de la industria de tableros de madera. Es de importancia para el conocimiento de los procesos de transformación donde contemple la aplicación de temperatura sobre distintos tipos de lignocelulósicos como pulpa, papel, restos de frutos, alimentos, maderas y cortezas, entre otros. Se pueden estudiar además, efectos del frío y del tiempo de almacenamiento de frutas y hortalizas, entre muchas otras posibilidades de investigación. Los resultados se extrapolarán a los procesos de moldeo por inyección, sobre todo las temperaturas y tiempos de exposición para su transformación, de forma similar a los productos derivados del petróleo (termoplásticos y termoendurecibles). Para esto, la empresa cuenta con una Inyectora industrial que será utilizada para la obtención de probetas. Estas serán analizadas en sus propiedades físicas mediante normas internacionales aplicadas por el IDIEM u otro organismo competente en Chile

Además, los contactos generados tanto en Suecia como en Alemania, permitirán un intercambio continuo de información y asesorías entre ambos institutos involucrados, con su consecuente impacto en relaciones comerciales y académicas de carácter internacional, beneficiando al sector que genere residuos orgánicos e inorgánicos

Resultados alcanzados

Describir si se lograron adquirir los conocimientos, experiencias, alianzas u otros resultados que se esperaban alcanzar a través de la participación en la actividad de formación y del desarrollo de las actividades de difusión. Si hay resultados que no se alcanzaron total o parcialmente, indicar las razones que a juicio del participante explican dicha situación.

La técnica DMA (Análisis Mecánico Dinámico) permitió conocer las temperaturas de ablandamiento de la madera y el comportamiento frente a dos tipos de solventes, agua y etilenglicol. Además, se determinó un método para determinar el comportamiento térmico de materiales compuestos en base a Polietileno y aserrín de madera en forma de harina. Otro logro importante fue la de obtener perfiles térmicos de ligninas tratadas con agentes oxidantes como el Peróxido de Hidrógeno, donde se obtuvo un material activo que fue impregnado en madera de pino. Los resultados de este ensayo permiten proponer un tratamiento oxidativo para mejorar la calidad de unión y formado de materiales en procesos de moldeo por presión y temperatura. Sin embargo, no se logró determinar las propiedades viscoelásticas de otros tipos de vegetales como corteza, ramas y otras especies debidos principalmente a la falta de tiempo. Además, se consideró no necesaria la utilización de otras técnicas térmicas como DSC y TA debido a la potencia suficiente del DMA. La información obtenida por DMA reemplazaría la información obtenida por las otras dos técnicas térmicas, cuestión ignorada por el alumno y decidida por el Dr. Lennart Salmén del STFI.

Resultados adicionales

Describir los resultados obtenidos que no estaban contemplados inicialmente como por ejemplo: formación de una organización, incorporación de alguna tecnología, desarrollo de un proyecto, firma de un convenio, entre otros posibles.

Uno de los resultados que no se consideró oficialmente es la de obtener contactos para futuras investigaciones en conjunto entre RECICLASA de Chile y el STFI de Suecia. Este tipo de

contacto permitiría además de firmar un preacuerdo de intercambio en abril del presente año, entre el STFI y RECICLASA para investigar en materiales compuestos y producción de bioenergía. Paralelamente, una empresa Sueca subsidiaria del STFI logró contacto en Chile a través de Latin Equipment, empresa relacionada con silvicultura y que actualmente está asesorando en materia de mecanización de viveros a las más grandes empresas nacionales del sector forestal, para solicitar un presupuesto para la fabricación industrial de contenedores para plantas forestales fabricadas con materiales de desechos mediante moldeo por inyección. Este producto pretende reemplazar en parte los actualmente producidos al 100% con plástico virgen.

Actualmente se está confeccionando el primer acuerdo de confidencialidad con Fundación Chile para desarrollar proyectos que involucran la fabricación y comercialización de mezclas de una determinada especie forestal chilena y plásticos reciclados. Además, se está desarrollando un proyecto de Capital Semilla Línea I, de innova Chile CORFO, administrada por CODESSER de Talca.

Aplicabilidad

Explicar la situación actual del rubro y/o temática en Chile (región), compararla con las tendencias y perspectivas presentadas en la iniciativa de formación y explicar la posible incorporación de los conocimientos adquiridos por parte del postulante, en el corto y mediano plazo, los procesos de adaptación necesarios, y los apoyos tanto técnicos como financieros necesarios para hacer posible su incorporación en nuestro país (región).

El tema de los materiales compuestos en Chile está aún en etapa experimental, algunos avances importantes se han logrado utilizando los métodos de extrusión reactiva, aún en período de desarrollo entre la Universidad de Concepción y Plásticos Burgos, FOSKO y Wenco. Sin embargo, en materia de inyección sólo RECICLASA está más cerca de desarrollar sus productos considerando material orgánico como aserrín, corteza y otros desechos agrícolas y forestales, quienes están desarrollando la patente que se encuentra en fase terminal en la DPI del Ministerio de Hacienda y Economía de Chile. Estos incipientes trabajos están a la par con los que actualmente se están desarrollando en países como Suecia, España, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. La información obtenida en la presente pasantía están a nivel mundial en novedad e inventiva por lo que permite demostrar un grado importante de innovación en el área de los materiales compuestos, los que terminarán de ser absorbidos a mediano plazo por el postulante para la implementación en los procesos de moldeo por inyección de materiales compuestos, fabricados a partir de plásticos reciclados y materiales orgánicos considerados desechos de la industria secundaria de la madera.

Los procesos requieren adaptación en varias de las etapas del proceso actual, los que serán llevados a cabo mediante apoyos técnicos con el STFI de Suecia, la BCC de Suecia así como de proyectos en confección a ser presentados prontamente a FIA, Capital Semilla de Innova-CORFO y Fundación Chile.

Detección de nuevas oportunidades y aspectos que quedan por abordar

Señalar aquellas iniciativas que surgen para realizar un aporte futuro para el rubro y/o temática en el marco de los objetivos iniciales de la propuesta, como por ejemplo la posibilidad de realizar nuevas actividades.

Indicar además, en función de los resultados obtenidos, los aspectos y vacíos tecnológicos que aún quedan por abordar para ampliar el desarrollo del rubro y/o temática.
Se sugiere otra pasantía en el STFI por al menos seis meses para determinar las condiciones más adecuadas para estudiar los distintos tipos de materiales compuestos que pueden desarrollarse, tanto del punto de vista científico como tecnológico. Esta pasantía deberá complementarse además con la visita de expertos del STFI a RECICLASA con el ánimo de profundizar con estas investigaciones, debido a que uno de los vacíos tecnológicos es la caracterización de los materiales compuestos obtenidos, principalmente relacionado con las propiedades físicas. También, el manejo del proceso por inyección utilizando este tipo de material requiere de conocimiento de Institutos Internacionales con experiencia probada en estas materias. Todo esto considerando la gran variedad química y física de los desechos orgánicos que se producen tanto en el sector forestal como en el agrícola.

3. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

Programa de actividades realizado

Fecha	Actividad	Objetivo	Lugar
25-30/8/ 2006	Presentación en Plant Biomechanics Congress	Evaluación del capacitante	KTH, Estocolmo, Suecia.
31/8-07/9/ 2006	Ingreso al STFI, Introducción al uso de técnicas térmicas	Conocer las técnicas térmicas.	KTH, Estocolmo, Suecia.
8-22/9/ 2006	Uso de DMA en muestras llevadas desde Chile	Conocer el comportamiento viscoelástico de Lignocelulósicos y plástico PEBD.	KTH, Estocolmo, Suecia.
23-31/9/ 2006	Planteamiento de experiencia usando 3 tipos de ligninas	Detectar influencia de oxidación en material lignocelulósico para activación superficial.	KTH, Estocolmo, Suecia.
1-7/10/ 2006	Preparación y dictado de Charla con resultados de DMA en plástico, madera y corteza	Difusión de técnica aprendida en DMA en el Biomaterials Congress.	Universidad Karting Luder King, Hamburgo, Alemania
11/12/2006	Charla de Difusión	Difusión de la técnica DMA	Universidad de Talca
11/12/2006	Charla de Difusión	Difusión de la técnica DMA	Universidad de Talca

11/12/2006	Charla de Difusión	Difusión de la técnica DMA	Universidad de Talca

Al comparar las actividades programadas en la propuesta aprobada con las actividades que realmente se realizaron, cuando corresponda, señalar las razones por las cuales algunas de las actividades programadas no se realizaron como estaba previsto o se modificaron. **Incorporar en este punto fotografías relevantes que contribuyan a describir las actividades realizadas.**
Las actividades programadas fueron cambiadas de fecha por problemas de actividades de fin de año por parte de los distintos centros de estudios considerados. La asistencia fue parcial debido al período académico de estos centros de estudios donde fueron programadas. Se adjunta el material dado en cada charla que correspondió al resumen del proyecto y al póster de presentación previa a la charla. No se entregó material adicional debido al incipiente conocimiento de esta técnica, más bien se pudo dar un barniz que introduzca a los nuevos ingenieros y otros interesados.

Contactos Establecidos

Presentar los antecedentes de los contactos establecidos durante el desarrollo de la propuesta (profesionales, investigadores, empresas, etc.), de acuerdo al siguiente cuadro:

Institución/ Empresa/Organi-zación	Persona de Contacto	Cargo	Fono/Fax	Dirección	E-mail
STFI	Lennart Salmén	Investigador		Estocolmo Suecia	Lennart.salmen@stfi.se
STFI	Peter Axegard	Head Man		Estocolmo Suecia	peter.axegard@stfi.se
STFI	Mikael Lindström	Investigador		Estocolmo Suecia	Mikael.lindstrom@stfi.se
BCC	Andreas Berner	Area Manager		Suecia, Chile	Andreas.brener@bccab.com

Material Recopilado

Junto con el informe técnico se debe entregar un set de todo el material recopilado durante la actividad de formación (escrito y audiovisual: artículos, fotos, libros, diapositivas, cd) ordenado de acuerdo al cuadro que se presenta a continuación (deben señalarse aquí las fotografías incorporadas en el punto 4):

Tipo de Material	Nº Correlativo (si es necesario)	Caracterización (título)
Artículo	1	Resumen Técnicas Térmicas para el Análisis de Lignocelulósicos
Fotos	2	Presentación en Power Point
Libro		
Diapositiva		
CD		

4. PROGRAMA DE DIFUSIÓN EJECUTADO

Programa de difusión ejecutado

En esta sección se deberán describir detalladamente las actividades de difusión realizadas, tales como publicaciones, charlas, seminarios u otras actividades similares, comparando con el programa establecido inicialmente en la propuesta. Se deberá también describir y adjuntar el material de difusión preparado y/o distribuido en dichas actividades.

La información a entregar sobre cada actividad de difusión es la siguiente:

- Tipo de actividad realizada y objetivo principal (incluye elaboración de publicaciones)
- Fecha y lugar de realización
- Temas tratados o exposiciones realizadas
- Destinatarios de la actividad: especificar el tipo y número de personas que asistieron a la actividad (productores, académicos, investigadores, profesionales, técnicos, etc.). Se deberá adjuntar el listado de asistentes según formato indicado más adelante.
- Nombre y tipo de las organizaciones u otras instituciones relevantes en el tema o sector que tuvieron representación en la asistencia al evento.
- Identificación de los expositores que estuvieron a cargo de las presentaciones, indicando su vinculación con la iniciativa y lugar de trabajo
- Indicar si se trató de una actividad abierta a todos los interesados, abierta a quienes se inscribieron previamente, o limitada a quienes fueron específicamente invitados.
- En el caso de los seminarios, deberá adjuntarse el Programa de la actividad que se realizó.

El tipo de actividad realizada correspondió a Charlas de Difusión.

11/12/2006, Universidad de Talca, Talca. Alumnos de Ingeniería Forestal y Maderas (15), Profesores Universitarios (2), Técnicos de Laboratorio (2). Actividad abierta.

13/12/2006, Liceo Abata Molina, Talca. Alumnos de 4tº Medio (12), Profesores de estado (1). Actividad abierta.

15/12/2006, Universidad de Chile, Santiago. Alumnos de Ingeniería distintos niveles (14), Preofesores Universitarios (1). Actividad abierta.

19/12/2006, Universidad de Concepción, Concepción. Alumnos de apostgrado en Cs. Forestales (7), Profesores Universitarios (2). Actividad abierta.

El tema tratado en todas las charlas correspondió a la divulgación de Técnicas Térmicas para el análisis de Lignocelulósicos, centrándose en la metodología de Análisis Mecánico Dinámico (DMA) aplicado a madera, corteza, de pino y eucalipto.

Material entregado en las actividades de difusión

Entregar un listado del material elaborado y distribuido con motivo de la actividad o material audiovisual exhibido como video, datashow, entre otros.

Además, se debe entregar adjunto al informe un set de todo el material entregado en las actividades de difusión (escrito y audiovisual) ordenado de acuerdo al cuadro que se presenta a continuación.

También se deben adjuntar fotografías correspondientes a la actividad desarrollada. El material se debe adjuntar en forma impresa y en un medio magnético (disquet o disco compacto).

Tipo de material	Nombre o identificación	Preparado por	Cantidad
Carpeta	Resumen Charla	Cristian Moya	56

Participantes en actividades de difusión

Es necesario registrar los antecedentes de todos los asistentes que participaron en las actividades de difusión. El listado de asistentes a cualquier actividad deberá al menos contener la siguiente información:

Nombre	
Apellido Paterno	
Apellido Materno	
RUT Personal	
Dirección, Comuna y Región	
Fono y Fax	
E-mail	
Nombre de la organización, empresa o institución donde trabaja / Nombre del predio o de la sociedad en caso de ser productor	
RUT de la organización, empresa o institución donde trabaja / RUT de la sociedad agrícola o predio en caso de ser agricultor	

Cargo o actividad que desarrolla	
Rubro, área o sector a la cual se vincula o en la que trabaja	

Evaluación de las actividades de difusión Especificar el grado de éxito de las actividades propuestas, señalando las razones de los problemas presentados y sugerencias para mejorarlos en el futuro. Señalar también las razones por las cuales se hicieron modificaciones al programa propuesto inicialmente, en los casos que corresponda.
La actividad de difusión fue relativamente pobre y su asistencia fue baja según lo previsto, esto se puede atribuir a la fecha en que fueron programadas. La mayoría de los participantes estaban concentrados en el término de sus actividades académicas. Se sugiere una fecha en que no coincida con otras actividades de fin de semestre, puede ser a principios de cada temporada académica, sin importar que la pasantía se hubiese efectuado en otras fechas.

5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Organización durante la actividad (indicar con cruces)[1]

Ítem	Bueno	Regular	Malo
Recepción en país o región de destino según lo programado	X		
Cumplimiento de reserva en hoteles	X		
Cumplimiento del programa y horarios según lo establecido por la entidad organizadora	X		
Facilidad en el acceso al transporte	X		
Estimación de los costos programados para toda la actividad		X	

Evaluación de la iniciativa de formación En esta sección se debe evaluar la actividad en relación a los siguientes aspectos:
a) Efectividad de la convocatoria
Excelente, se observó bastante interés de los investigadores para lograr los objetivos propuestos en la pasantía.
b) Grado de participación de los asistentes (interés, nivel de consultas, dudas, etc)
Alta, debido a que es un tema nuevo en muchas áreas
c) Nivel de conocimientos adquiridos en función de lo esperado (se debe indicar si la actividad contaba con algún mecanismo para medir este punto)
La actividad no contaba con algún mecanismo de evaluación. Sin embargo, fui sometido al mismo nivel de preparación de estudiantes de Doctorado de otros países, considerando reuniones formales e informales para supervisar el avance del aprendizaje.
d) Calidad de material recibido durante la actividad de formación. Excelente, el STFI cuenta con todo el equipamiento necesario para este tipo de pasantía.

[1] En caso de existir un ítem Malo o Regular, señalar los problemas enfrentados durante el desarrollo de la actividad de formación, la forma como fueron abordados y las sugerencias que puedan aportar a mejorar.

e) Nivel de adecuación y facilidad de acceso a infraestructura/equipamiento necesario para el logro de los objetivos de la actividad de formación.

Excelente en todos los casos.

f) Indique las materias que fueron más interesantes, más desarrolladas a lo largo de la actividad de formación y las que generan mayor interés desde el punto de vista de la realidad en la cual se desenvuelve el participante.

El acceso al DMA (Analizador Mecánico Dinámico) y las relaciones con otras áreas del STFI como pulpa, papel, materiales compuestos y energía.

g) Problemas presentados y sugerencias para mejorarlos en el futuro

El presupuesto para viático fue un problema debido al alto costo de vida presente en los países visitados (Suecia y Alemania).

Aspectos relacionados con la postulación al programa de formación o promoción

a) Apoyo de la Entidad Patrocinante (cuando corresponda)

__X__ bueno ____ regular ____ malo
Justificar:
En general bueno, pero el aporte es bajo según lo publicitado.

b) Información recibida por parte de FIA para realizar la postulación

____ amplia y detallada __X__ aceptable ____ deficiente
Justificar:
Puede mejorar si eliminan los valores de referencia de viático que aparecen en la propuesta, esto no se ajustan a la realidad que promueve FIA.

c) Sistema de postulación al Programa de Formación o Promoción (según corresponda)

__X_ adecuado ____ aceptable ____ deficiente
Justificar:

d) Apoyo de FIA en la realización de los trámites de viaje (pasajes, seguros, otros) (sólo cuando corresponda)

__X__ bueno ____ regular ____ malo
Justificar:

e) Recomendaciones (señalar aquellas recomendaciones que puedan aportar a mejorar los aspectos administrativos antes indicados)

La falta de supervisión de las actividades de Difusión, no apareció ningún integrante de FIA a las charlas para darle mayor realce a la imagen corporativa de FIA.

DMA of wood and Bark-Recycled Plastic Composites: Influence of Filler Content on Their Viscoelastic Properties

Cristian Moya Villablanca, Reciclados de Compuestos Integrados S.A.C., Parcelas 46 y 47, Villa San Ramón, Constitución, Chile. (e-mail: cristianmoy@reciclasa.cl).

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA LA INNOVACIÓN
Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Reciclados de Compuestos Integrados RECICLASA S.A.C.
Proyecto FIA-FP-V-2006-1-A-047

By means Dynamic Mechanical Analysis (DMA), the viscoelastic properties of two kinds of lignocellulosic-composite veneers have been studied in the temperature range 25 to 200°C, in environmental air. These composites were obtained from recycled high density polyethylene (HDPE) and bark and wood flour of radiata pine (*Pinus radiata* D.Don) at 20-80, 40-60, and 60-40% (dbw) by means injection moulding. The veneers were submitted to stress relaxation in flexural mode at 1 Hz of fixed frequency during the heating at 5°C/min from 25-200°C, and the storage modulus (E') and tanδ were measured. A gradually falling trend in the values of E' from 25-140°C is observed, A significant increase in the E ' values of composites is clearly seen with the addition of natural fiber. Among the different fillers, wood contribute the most to increasing the E' than bark. From 140°C the composites do not show elastic behavior. Tanδ spectra show a peak at 50°C attributed to the movement of amorphous and semiamorphous component of lignocellulosic fillers and to the softening process of HDPE, the peaks at 110-120°C can be related to transition temperature of these polymers. From 120-160°C the tanδ values increase with the addition of natural filler, and also wood generate more internal friction than bark filler.

1) Back E. and Salmén L. 1982. Tappi Journal, vol. 65 N° 7.
2) Ehrenstein G., Riedel G., Trawiel P., Carl Hanser, 2004. Thermal Analysis of Plastics, Verlag Munich, 336-345.
3) Mehdi Tajvidi, Robert H. Falk, John C. Hermanson, and Colin Felton, 2003. The 7th International Conference on Wood fiber-Plastic Composites Proceeding. 187-195.

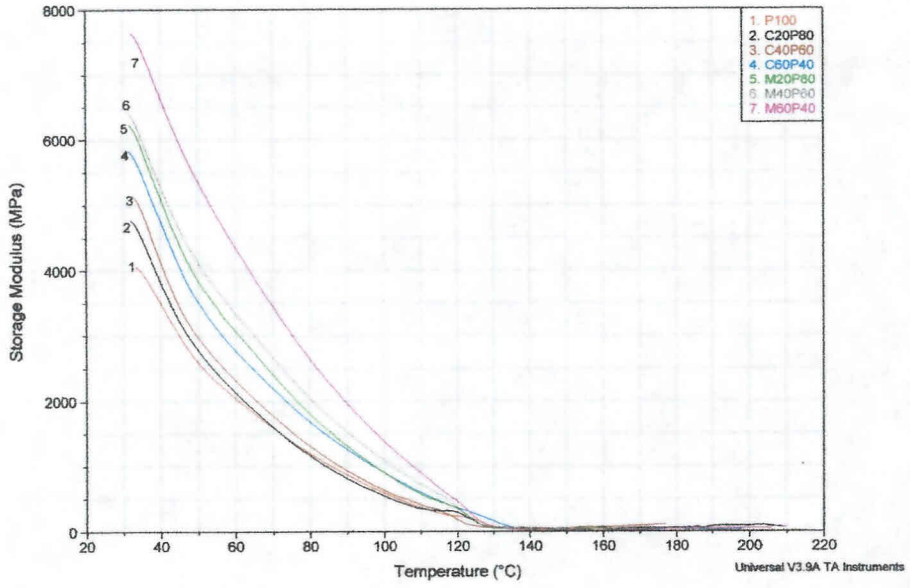

Figure 1. Storage modulus spectra of wood and bark HDPE composites at 20, 40 and 60%.

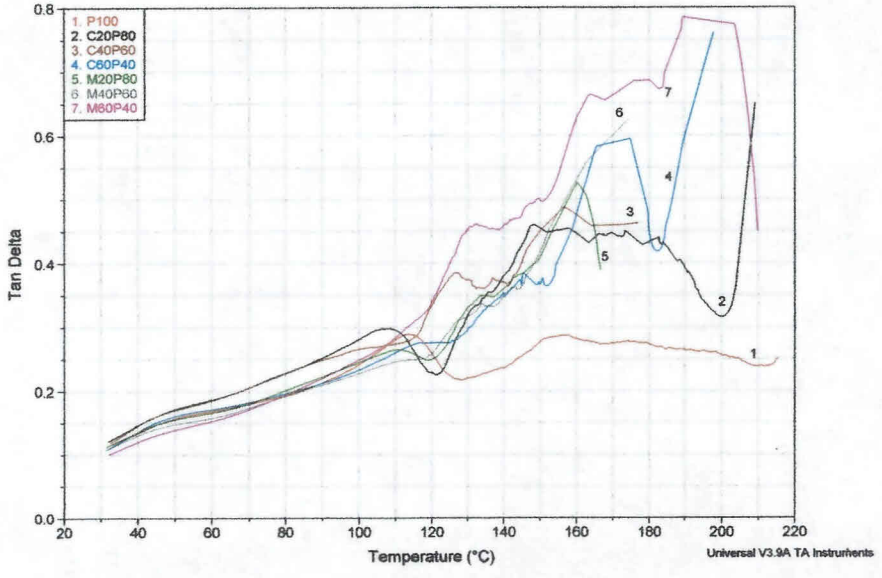

Figure 1. Tanδ spectra of wood and bark HDPE composites at 20, 40 and 60%.

"Técnicas de Análisis Termo-Mecánico de desechos orgánicos silvoagroindustriales para producir artículos en base a materiales compuestos mezclados con o sin plástico mediante moldeo por inyección"

Ingeniero Forestal Cristian Moya Villablanca M.Sc. Dr (c)

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA LA INNOVACIÓN
Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Reciclados de Compuestos Integrados RECICLASA S.A.C.
Proyecto FIA-FP-V-2006-1-A-047

- Tanto el sector agrícola como el forestal continuamente producen residuos de sus actividades en terreno y en la industria, como restos de poda, raleo y residuos silvoagroindustriales. Debido al crecimiento de la economía y de la población, estos materiales son generados en forma creciente. Sin embargo, las alternativas de utilización consideran su uso principalmente como fuente de energía mediante combustión, pero con su consecuente liberación de carbono a la atmósfera. También pueden ser transformados a compost o algún complemento nutricional, pero aún a pequeña escala. Una alternativa de creciente interés lo constituye la utilización como materia prima para confeccionar materiales compuestos para fabricar diversos artículos. Estos se pueden obtener a partir de mezclas de lignocelulósicos de cualquier geometría de partículas, con o sin aditivos orgánicos e inorgánicos mediante moldeo por inyección. Esta tecnología es reciente en algunos países desarrollados, pero en Chile aún está en etapa de investigación. Se basa principalmente en la aplicación de temperatura y presión a una mezcla que presenta comportamiento viscoelástico, como el caso de los termoplásticos derivados del petróleo (vírgenes o reciclados). Aunque actualmente los polímeros naturales presentes en los materiales lignocelulósicos se consideran sólo material de relleno o reforzante del compuesto, estos también pueden ser ablandados bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Según este comportamiento, también pueden ser utilizados mediante moldeo por inyección, extrusión o prensado en plano (*Back E. and Salmén L.* 1982. Glass transition of wood components hold implications for molding and pulping processes Tappi Journal, vol. 65 Nº 7; *Olsson A.; Salmén L.*, 1992. Viscoelasticity of in situ Lignin as Affected by Structure. American Chemical Society Press, pp 132-143; *Moya C. and Reyes N.*, 2003. Sugar lignocellulosic composite: Influence of two saccharides into moulding as additive, J. Chil. Chem. Soc. (48) Nº 3, 51-57.

Una de las técnicas más poderosas para conocer la influencia de la temperatura sobre la capacidad de ablandarse y fluir de los polímeros lignocelulósicos y los efectos de su modificación química es mediante técnicas termomecánicas, específicamente el análisis mecánico dinámico (DMA) (*Wetton R.* 1983. Dynamic Mechanical Thermal Analysis of Polymer and Related System. In Developments in Polymer Characterization, Dawkins J. Applied Science Publisher. 5: 179-221; *Birkinshaw C., Buggy G. and Henn G.*, 1986. Dynamic mechanical analysis of wood. J. of Mat. Sc. L., Vol. 5: 898-900). Esta propiedad de ablandarse y fluir de los materiales viscoelásticos depende de su composición química, principalmente de los compuestos amorfos y semiamorfos como lignina, taninos y carbohidratos de baja y alta masa molecular presentes en las paredes celulares y que pueden ser modificadas mediante procesos

químicos y/o enzimáticos para aumentar su capacidad de ablandamiento y deformación plásticamente. Los cambios de esta propiedad viscoelástica pueden ser monitoreados mediante DMA con y sin Infra Rojo FT-IR (; *Akerholm M. and Salmén* L., 2001. Interactions between wood polymers studied by dynamic FT-IR spectroscopy. Polymer vol 42, 963-969)), detectando las temperaturas de transición vítrea (Tg) asociada a cambios estructurales. Estas técnicas permitirán determinar las condiciones térmicas para diseñar un adecuado proceso de moldeo por presión y temperatura utilizando mezclas con o sin plásticos sintéticos vírgenes o reciclados. Conocer estos principios mediante estas técnicas termomecánicas, permitirá generar una serie de investigaciones para proponer otras alternativas que sustituyan en parte algunos artículos actualmente elaborados con o sin plásticos derivados del petróleo, y proponga otros artículos con características biodegradables y que provienen de desechos silvoagropecuarios y residuos sólidos urbanos.

Donde se genera el conocimiento en estas materias es en el Instituto de Tecnología de la Fibra de Suecia STFI-Packfosrk. Este Instituto cuenta con personal altamente calificado en el manejo de estas técnicas aplicadas a lignocelulósicos (madera, pulpa y papel). Es uno de los centros más avanzados en el conocimiento de fibras naturales, así como en su modificación química. Además, cuenta con los investigadores que realizarán la capacitación, quienes son reconocidos mundialmente.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el comportamiento viscoelástico de determinados lignocelulósicos generados por el sector silvoagropecuario en Chile mediante técnicas térmicas para ser utilizada en el diseño de procesos de transformación mediante moldeo por inyección, extrusión o prensado en plano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las temperaturas de ablandamiento de los residuos como cascarilla de arroz, podas de viñas, desechos de la industria azucarera y frutícola, entre otros.

Adaptar la información obtenida para aplicarlas mediante técnicas de moldeo por inyección.

Optimizar estas condiciones de proceso para producir probetas de materiales compuestos.

Determinar las propiedades físicas del material resultante y certificarlas por organismos competentes.

Comercializar los productos según las propiedades físicas más adecuadas para su uso.

Objetivos de la actividad de formación

Conocer las técnicas de análisis mecánico dinámico para la caracterización termomecánica de los lignocelulósicos considerados desechos de la agroindustria e industria secundaria de la madera.

Contenidos que se abordarán

Análisis mecánico dinámico de polímeros, principios básicos.

Análisis Mecánico Dinámico, técnica y potenciales de uso.

Análisis de muestras provenientes de lignocelulósicos generados en Chile.