



Universidad  
de Concepción

udt

Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía



2015

2016

Memoria Report







## Contenidos

## Content

|            |   |            |  |            |
|------------|---|------------|--|------------|
| <b>1</b>   | <b>Saludos</b>  | <b>7</b>   | <b>Greetings</b>   | <b>7</b>   |
| 1.1        | Saludo del Rector   | 7          | Greetings from the Rector  | 7          |
| 1.2        | Saludo del Director Ejecutivo   | 8          | Greetings from the Executive Director                                  | 8          |
| <b>2</b>   | <b>Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción</b> | <b>10</b>  | <b>Technological Development Unit of the Universidad de Concepción</b> | <b>10</b>  |
| 2.1        | Introducción  | 14         | Introduction   | 15         |
| 2.1.1      | Misión  | 16         | Mission  | 16         |
| 2.1.2      | Visión  | 17         | Vision   | 17         |
| 2.2        | Servicios   | 18         | Services   | 18         |
| 2.3        | Colaboradores   | 20         | Collaborators  | 20         |
| <b>3</b>   | <b>Infraestructura y Equipamiento</b>                                   | <b>26</b>  | <b>Infrastructure and Equipment</b>                                    | <b>26</b>  |
| 3.1        | Infraestructura   | 28         | Infrastructure   | 28         |
| 3.2        | Equipamiento  | 28         | Equipment  | 28         |
| <b>4</b>   | <b>Áreas de Trabajo</b>   | <b>68</b>  | <b>Thematic Areas</b>  | <b>68</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Biomateriales</b>  | <b>70</b>  | <b>Biomaterials</b>  | <b>70</b>  |
| 4.1.1      | Ámbito de trabajo   | 72         | Scope of work  | 72         |
| 4.1.2      | Líneas de Investigación   | 75         | Research Lines   | 75         |
| 4.1.3      | Proyectos destacados  | 76         | Current projects   | 76         |
| <b>4.2</b> | <b>Bioenergía</b>   | <b>80</b>  | <b>Bioenergy</b>   | <b>80</b>  |
| 4.2.1      | Ámbito de trabajo   | 82         | Scope of work  | 82         |
| 4.2.2      | Líneas de Investigación   | 85         | Research Lines   | 85         |
| 4.2.3      | Proyectos destacados  | 86         | Current projects   | 86         |
| <b>4.3</b> | <b>Bioproductos</b>   | <b>94</b>  | <b>Bioproducts</b>   | <b>94</b>  |
| 4.3.1      | Ámbito de trabajo   | 96         | Scope of work  | 96         |
| 4.3.2      | Líneas de Investigación   | 99         | Research Lines   | 99         |
| 4.3.3      | Proyectos destacados  | 100        | Current projects   | 100        |
| <b>4.4</b> | <b>Medio Ambiente y Servicios</b>                                       | <b>104</b> | <b>Environment and Services</b>  | <b>104</b> |
| 4.4.1      | Ámbito de trabajo   | 116        | Scope of work  | 116        |
| 4.4.2      | Servicios   | 109        | Services   | 109        |
| 4.4.3      | Proyectos destacados  | 110        | Current projects   | 110        |
| <b>4.5</b> | <b>Gestión Tecnológica</b>  | <b>114</b> | <b>Technology Management</b>   | <b>114</b> |
| 4.5.1      | Ámbito de trabajo   | 116        | Scope of work  | 116        |
| 4.5.2      | Líneas de Trabajo   | 117        | Lines of Work  | 117        |



| <b>5</b> | <b>Resultados durante el período</b>      | <b>118</b> | <b>Results during the period</b>                        | <b>118</b> |
|----------|---|------------|---|------------|
| 5.1      | Proyectos por Área                        | <b>120</b> | Projects by Department                                  | <b>120</b> |
| 5.1.1    | Proyectos Área Biomateriales              | <b>120</b> | Biomaterials Department Projects                        | <b>120</b> |
| 5.1.2    | Proyectos Área Bioenergía                 | <b>121</b> | Bioenergy Department Projects                           | <b>121</b> |
| 5.1.3    | Proyectos Área Bioproductos               | <b>122</b> | Bioproducts Department Projects                         | <b>122</b> |
| 5.1.4    | Proyectos Área Medio Ambiente y Servicios | <b>123</b> | Environment and Analytical Services Department Projects | <b>123</b> |
| 5.1.5    | Proyectos Área Gestión Tecnológica        | <b>124</b> | Technology Management Projects                          | <b>124</b> |
| 5.2      | Formación de estudiantes                  | <b>125</b> | Student training  | <b>125</b> |
| 5.2.1    | Tesis de pregrado                         | <b>125</b> | Undergraduate theses                                    | <b>125</b> |
| 5.2.2    | Tesis para el grado de Magíster           | <b>132</b> | Graduate M.S. Theses                                    | <b>132</b> |
| 5.2.3    | Tesis para el grado de Doctor             | <b>134</b> | Graduate Ph.D. Theses                                   | <b>134</b> |
| 5.2.4    | Prácticas Profesionales                   | <b>137</b> | Internships   | <b>137</b> |
| 5.3      | Publicaciones                             | <b>141</b> | Publications  | <b>141</b> |
| 5.3.1    | Publicaciones ISI                         | <b>141</b> | ISI Publications  | <b>141</b> |
| 5.3.2    | Publicaciones No-ISI                      | <b>146</b> | Non-ISI Publications                                    | <b>146</b> |
| 5.4      | Patentamiento                             | <b>147</b> | Patenting   | <b>147</b> |
| 5.4.1    | Solicitudes de patentes                   | <b>147</b> | Patent applications                                     | <b>147</b> |
| 5.4.2    | Patentes concedidas                       | <b>148</b> | Granted patents   | <b>148</b> |
| 5.4.3    | Acuerdos de transferencia de material     | <b>149</b> | Material transfer agreements                            | <b>149</b> |



## 1.1 Saludo del Rector

Con gran satisfacción celebramos los 20 años de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de nuestra Universidad. Después de un inicio modesto y a cargo de un pequeño grupo de personas, UDT creció, evolucionó y se convirtió en un centro de investigación único en el país, lo que le ha permitido constituirse en un ejemplo de una repartición de nuestra Universidad que surgió con méritos y esfuerzos propios, para ocupar una posición de privilegio en Concepción, Chile y Latinoamérica. Hoy, con más de 100 profesionales y técnicos contratados con dedicación exclusiva, se distingue por realizar ciencia, tecnología e innovación de vanguardia, en estrecha alianza con empresas de diversas industrias de todo el país e interactuando en redes de colaboración en Chile y el extranjero.

Los resultados obtenidos son notables: Publicaciones científicas de alto impacto, patentes de invención, tecnologías innovadoras, nuevos productos, licencias y emprendimientos. En especial, sin embargo, deseo resaltar la estrecha relación que existe con las reparticiones académicas de nuestra Universidad; entre otros, a través de la estadía de estudiantes en UDT para realizar prácticas y tesis, la ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación conjuntos, el establecimiento de nexos entre investigadores universitarios y empresas, y la creación de condiciones propicias para que el conocimiento tecnológico universitario encuentre caminos de aplicación. Estas formas de interacción con facultades y otros centros, favorecen a los involucrados y fortalecen a la Universidad en su conjunto.

UDT responde de manera cercana a las necesidades de la Región y del País, aportando a su desarrollo con nuevo conocimiento científico y soluciones innovadoras. Más que nunca, en Chile se requieren tecnologías disruptivas que contribuyan a diferenciar su producción y aumentar su valor agregado. En este contexto, un centro como UDT - en el que se integran ciencia fundamental y aplicada, innovación de procesos y de mercado, y miradas técnicas, económicas y de gestión - sin dudas juega un papel relevante y seguirá contribuyendo de manera importante al desarrollo de la industria, en especial, aquella ligada a la bioeconomía.

En este aniversario, un cordial saludo a su Director y a todos los colaboradores de UDT y felicitaciones por su labor y resultados.

## Greetings from the Rector

We are very pleased to celebrate the 20 years of the Technological Development Unit (UDT) of our University. After a modest start and run by a small group of people, UDT grew, evolved and became a unique research center in the country allowing it to be recognized as an example of one division of our University that emerged with its own merits and efforts to occupy a privileged position in Concepción, Chile and Latin America. Today, with more than 100 professionals and technicians contracted with exclusive dedication, it distinguishes itself engaging in cutting-edge science, technology and innovation, in close alliance with companies from diverse industries at the national level and actively participating in collaborative networks in Chile and abroad.

The results obtained are remarkable: high impact scientific publications, invention patents, innovative technologies, new products, licenses and entrepreneurship. In particular, I would like to emphasize the close relationship with the academic divisions of our University; among others, by offering our students the opportunity to conduct their internships and theses at the UDT, by executing joint scientific, technological and/or innovation projects, by establishing links between university researchers and companies, and by creating conditions to find paths of applications for the university technological knowledge. These forms of interaction with faculties and other centers favor those involved and strengthen the University as a whole.

UDT responds closely to regional and national needs, contributing with new scientific knowledge and innovative solutions to their development. More than ever, Chile needs disruptive technologies to help differentiate its production capabilities and increase their added value. In this context, a center such as UDT - which integrates fundamental and applied science, innovation in processing and marketing, as well as techno-economic and managerial expertise - undoubtedly plays an important role and will continue to make a significant contribution to our industrial development, in areas related to the bioeconomy.

I extend a warm greeting to the Executive Director and all collaborators of UDT on this anniversary and congratulations for their work and results.

SERGIO LAVANCHY M.  
RECTOR  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

SERGIO LAVANCHY M.  
UNIVERSITY PRESIDENT  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

## Saludo del Director Ejecutivo

Las instituciones, tal como las personas, pasan por diferentes etapas de desarrollo durante su existencia. Después de 20 años de actividad, UDT ha salido de la adolescencia, caracterizada por una búsqueda de identidad institucional, de autonomía económica y de madurez organizacional. La edad adulta, en la que hoy estamos insertos, trae nuevos desafíos: Una mayor responsabilidad frente al medio, un deseo creciente de estabilidad y un actuar más resuelto, seguro y trascendente. Tal como los inicios fueron apasionantes -había tanto por construir y desarrollar-, la etapa de consolidación actual es igualmente satisfactoria. Somos más de 100 personas que trabajamos en UDT, entregando nuestro talento y mejores esfuerzos, para que las actividades científicas, tecnológicas y de innovación que realizamos, contribuyan al desarrollo y crecimiento del país. Aun así, cabe recordar lo modesto, lento y paulatino que fue el desarrollo de nuestra Unidad.

A diferencia de otros centros de ciencia, tecnología e innovación (CTi), UDT no nació al amparo de un gran proyecto institucional o nacional. Sencillamente fue la conjunción de voluntades de un pequeño grupo de personas que decidió soñar en grande. La inauguración oficial aconteció el día 29 de agosto de 1996.

Paso a paso fuimos creciendo: ganamos los primeros proyectos de investigación científica y tecnológica, nos comenzamos a relacionar con empresas, nos proyectamos estratégicamente y establecimos condiciones organizacionales y materiales, para desarrollar nuevos procesos y productos en base a biomasa forestal. Fue una época de mucho esfuerzo y condiciones de trabajo difíciles: Todos nuestros egresos, incluidos los de personal, debían ser cubiertos con ingresos propios; disponíamos de muy poco equipamiento experimental, no contábamos con referentes técnicos u organizacionales en Chile a los que pudiésemos seguir y sólo pocas empresas nos conocían.

Incursionamos en varios ámbitos temáticos, buscando cubrir las necesidades de I+D reales del sector productivo. Sin embargo, con el paso del tiempo reconocimos que una especialización era indispensable para diferenciarse. Por ello, privilegiamos desafíos relacionados con el procesamiento químico y termoquímico de biomasa, como el punto medular de nuestro know-how. Muy temprano, en relación a otros centros de CTi, focalizamos nuestros esfuerzos en obtener nuevos productos biobasados, de alto valor agregado - principalmente químicos finos y biomateriales, y sólo secundariamente combustibles y energía - más que en procesos y productos tradicionales.

## Greetings from the Executive Director

1.2

Institutions, like people, go through different stages of development during their existence. After 20 years of activity, the UDT has emerged from adolescence characterized by a search for institutional identity, economic autonomy and organizational maturity. Adulthood, in which we are inserted today, brings new challenges: a greater responsibility towards the environment, a growing desire for stability and a performance that is more resolute, safe and relevant. Just as our beginnings were exciting - there was so much to build and develop - the current stage of consolidation is equally satisfying. We are more than 100 people who work at the UDT, delivering our talent and best efforts, so that our scientific, technological and innovation activities can contribute to national development and growth. Even so, it is worth remembering how modest, slow and gradual the development of our Unit has been.

Unlike other R+D+I centers, the UDT was not born under a major institutional or national project. It was simply the initiative of a small group of people who decided to dream big. The official inauguration took place on August 29, 1996.

Step by step we grew, were awarded the first R+D projects, began to collaborate with companies, introduced strategies and established an organization and infrastructures that enabled us to develop new processes and products based on forest biomass. It was a period of hard work and difficult working conditions because all our expenses, including staff, were covered by our own income; we had limited experimental equipment, we lacked technical or organizational references in Chile that we could follow, and only a few companies knew us.

We developed activities in several thematic areas, seeking to meet real R+D needs of the productive sector. However, over the years, we realized that specialization was indispensable for distinguishable excellence. Therefore, we focused on challenges related to the chemical and thermochemical processing of biomass as the core of our know-how. Very early compared to other R+D+I centers, we defined our interest in new biomass-based products with high added value - mainly fine chemicals and biomaterials, and only secondarily fuels and energy - rather than in more traditional processes and products.



El tiempo pasó y después de 10 años de actividad, UDT tenía 35 colaboradores y se había ganado un pequeño espacio en el sistema de ciencia y tecnología nacional, como centro especializado en el escalamiento de procesos de valorización de biomasa. En este contexto, postulamos el año 2007 al primer llamado para reconocer centros de investigación de excelencia de CONICYT (Centros Basales) en Chile y, para gran sorpresa nuestra, fuimos uno de los proyectos ganadores.

Se iniciaba, de esta manera, una nueva etapa de desarrollo de UDT, de proyecciones muy distintas a las del pasado. De hecho, por primera vez pudimos contar con una subvención de nuestro presupuesto operativo, lo que posibilitó iniciar de manera sistemática líneas de investigación científicas fundamentales, establecer lazos de colaboración permanentes con investigadores, departamentos y facultades de la Universidad de Concepción; establecer proyecciones estratégicas de mediano y largo plazo, y aumentar fuertemente la dotación de personal. Después de dos años de ejecución del Proyecto Basal, contábamos con 100 colaboradores; los indicadores de gestión en ciencia, tecnología, innovación, formación y vinculación con el medio se duplicaron; la infraestructura y equipamiento disponible creció fuertemente, y el conocimiento y reconocimiento de UDT a nivel nacional e internacional se fortaleció.

En la actualidad el énfasis principal de nuestra acción se focaliza en aumentar significativamente el impacto de UDT en la sociedad, abriendo alternativas tecnológicas a la bioeconomía en el país. Para ello, estamos estableciendo un modelo de gestión de ciencia y tecnología orientado a la transferencia de resultados. Esto significa que en todas las actividades de nuestro quehacer la concepción de proyectos de I+D, el contacto con empresas, el escalamiento de procesos y el diseño de productos, entre otros, incluimos una mirada económica y de mercado, evaluamos la factibilidad tecnológica industrial y establecemos posibles escenarios de transferencia.

Estamos optimistas frente a nuestro futuro, conscientes que hoy, más que nunca, el conocimiento científico y las soluciones tecnológicas innovadoras son requeridas por la sociedad.

DR. ALEX BERG G.  
DIRECTOR EJECUTIVO

After 10 years of activity, the UDT had 35 collaborators and had gained a small space in the national science and technology system, as a center specialized in scale-up of biomass upgrading processes. In this context, in 2007 we responded to the first national Call for Proposals by CONICYT-Chile to recognize research centers of excellence (Basal Centers) and, to our great surprise, ours was one of the winning projects.

This was the beginning of a new development stage for the UDT with very different projections from those of the past. In fact, for the first time we were able to rely on guaranteed funds in our operating budget, which made it possible to systematically initiate fundamental longer-term research programs, establish permanent collaboration with investigators, departments and faculties at Universidad de Concepción, define medium- and long-term strategic goals, and greatly increase our staff. After two years of execution of the Basal Project, we had 100 collaborators, our indicators in science, technology, innovation, training and networking had doubled, the infrastructure and equipment acquisition experienced strong growth, and our reputation at both national and international levels was strengthened.

Currently, the main focus of our activities is to greatly increase our societal impact by offering technological bioeconomy-based opportunities to the country. To accomplish this, we are establishing a R+D+I management model aimed at technology transfer in all our activities e.g., design and formulation of projects, contact with companies, process scale up and product design, we include an economic and marketing analysis, we evaluate technological feasibility, and we include possible transfer scenarios.

We are optimistic about our future and well aware that today, more than ever, scientific knowledge combined with innovative technological solutions is what Chilean society needs and wants.

DR. ALEX BERG G.  
EXECUTIVE DIRECTOR

# Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción



**Technological Development Unit  
of the Universidad de Concepción**

# 2

Unidad de Desarrollo  
Tecnológico de  
la Universidad de  
Concepción

Technological  
Development Unit of  
the Universidad de  
Concepción



Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía

## 2.1

# Introducción

### Personas

El personal de UDT ha permanecido estable durante los años 2015 – 2016, después de un crecimiento abrupto en años anteriores. Se cuenta con 102 colaboradores con dedicación exclusiva, entre ellos 6 ejecutivos, 4 investigadores, 45 profesionales y 33 técnicos y operarios (estado al 31 de diciembre de 2016); de igual manera, se trabaja con 5 académicos universitarios en calidad de Investigadores Principales y 22 profesores como Investigadores Asociados.

Un aspecto que cabe resaltar durante el período, es una participación cercana del personal de UDT en su conducción y direccionamiento. En el contexto planteado, se contrató a una profesional española-canadiense, para que realice un diagnóstico del clima laboral de UDT y plantee medidas de fortalecimiento. Este proceso se realizó durante varios meses y fue muy bien evaluado por parte de los involucrados. En numerosos talleres de motivación, conversación y discusión, se establecieron las fortalezas y debilidades de la organización, se identificaron oportunidades de mejora, se recogieron inquietudes y sugerencias, y finalmente se estableció un plan de fortalecimiento del clima laboral. Si bien aún hay aspectos pendientes, hoy existe más participación, personas más comprometidas y un trabajo más armónico. La preocupación por las condiciones de trabajo y una alta motivación del personal es un aspecto de la alta trascendencia; de igual manera, la identificación y contratación de profesionales talentosos que contribuyan al crecimiento y desarrollo de UDT.

### Infraestructura y equipamiento

UDT cuenta con una excelente infraestructura y equipamiento para escalar procesos y desarrollar productos relacionados con la bioeconomía; en los ámbitos conversión química y termoquímica es, sin lugar a dudas, la más completa en Latinoamérica.

Durante el período se asfaltó los estacionamientos de vehículos, se mejoraron las calderas de vapor y la calefacción a pellet, se instalaron redes de suministros, se amplió el laboratorio de Materiales Carbonosos y la sala de Procesos Termoquímicos y se aislaron las paredes exteriores de las Salas de Procesos II y III.

Los laboratorios de UDT han crecido en cuanto a capacidad para desarrollar investigación de frontera, implementando nuevos equipos y capacitando a su personal. La inversión en este ítem durante los años 2015-2016 fue superior a 500 millones de pesos. Importante, a su vez, es una colaboración creciente

# Introduction

### Staff

The UDT staff has remained stable during the period 2015-2016, after a steep growth in previous years. As of December 31, 2016, we have 102 full-time employees, including 6 executives, 4 investigators, 45 professionals and 33 technicians and operators; additionally, we have close collaborative relationships with 5 university academics (as Principal Researchers) and 22 university professors (as Associate Researchers).

One aspect worth highlighting during this period is the close commitment of our staff in management and goals of the UDT. To achieve this, a Spanish-Canadian professional was hired to make a diagnosis of the working environment at UDT and propose improvement measures. This process took several months and was very highly evaluated by those involved. In the course of many motivational and discussion workshops, our strengths and weaknesses were recognized, opportunities for improvement were identified, concerns and suggestions were streamlined, and a concrete plan was formulated to strengthen the working environment. While there are still pending issues, today there is more participation, more personal commitment and more harmonious day-to-day work. Concern for adequate working conditions and high motivation of our staff is a very important priority for our management, as is the recruiting of talented professionals who can further contribute to our growth and reputation.

### Infrastructure and equipment

The UDT today has excellent infrastructure and is well equipped to scale-up processes and develop Bioeconomy-related products; in the area of chemical and thermochemical conversion of biomass it is undoubtedly the most complete in Latin America.

During the current period our parking lots were paved, the steam boilers and pellet heating units were improved, additional utility supply networks were installed, the Carbon Materials Laboratory and the Thermochemical Processing Room were expanded and the outer walls of Process Rooms II and III were insulated.

The UDT laboratories have grown in terms of their ability to support frontier research, acquire new equipment and train the required staff. The investment in this budget line item during the period 2015-2016 exceeded 500 million pesos. Equally important is the growing collaboration with laboratories at Universidad

con laboratorios de la Universidad de Concepción, en especial, los laboratorios del Departamento de Análisis Instrumental de la Facultad de Farmacia y los Laboratorios de Carbones y Productos Forestales del Departamento de Ingeniería Química, lo que ha permitido ampliar el tipo de análisis, caracterizaciones y ensayos susceptibles de realizar.

En cuanto a equipamiento de escalamiento, cabe destacar la remodelación y mejoramiento de las plantas piloto de co-combustión y torrefacción, la construcción de una planta piloto móvil de pelletización y una planta de pirólisis de plásticos. El monto invertido supera los 100 millones de pesos.

### **Organización**

La estructura organizacional de UDT está presidida por un Directorio, el que sesiona regularmente una vez por año; un nivel ejecutivo, compuesto por el Director Ejecutivo y seis Jefes de Área, y el equipo de trabajo de cada área, integrado por investigadores, profesionales y técnicos. Esta organización se mantiene estable con el tiempo y no se ha alterado durante los años 2015-2016.

### **Ciencia, tecnología e innovación**

Los años 2015 y 2016 fueron un período de consolidación de UDT.

Los esfuerzos sistemáticos por fortalecer las capacidades de crear conocimiento científico, exigidas por el Proyecto Basal segunda parte (años 2013 – 2018), mostraron resultados altamente auspiciosos. Esto se refleja en el establecimiento de una masa crítica de investigadores y un aumento del número de publicaciones y su alto factor de impacto. Entre las medidas tomadas, destaca la contratación de investigadores, cuyo objetivo fundamental es generar conocimiento científico, y la atracción de doctorandos de Chile y el extranjero, para que realicen una estadía por 6 meses en UDT. Estos investigadores y doctorandos se han integrado a grupos de trabajo, compuestos por profesionales y técnicos, a los que han apoyado en temas especializados en ámbitos químico-analíticos, de ingeniería de procesos y de fenómenos de superficie, entre otros; todo ello, fortaleciendo la ejecución de proyectos y abriendo nuevos ámbitos de trabajo. A futuro, la intención es seguir aumentando de manera paulatina y gradual la capacidad científica en UDT, teniendo presente su direccionamiento estratégico y el presupuesto disponible.

Con relación al desarrollo tecnológico, cabe destacar varios aspectos. Por una parte, se ha continuado con la implementación y uso de plantas piloto de escalamiento; destacando aquéllas de las áreas Bioenergía y Bioproductos. Importante ha sido también el mejoramiento de plantas existentes, para posibilitar la respuesta a desafíos tecnológicos específicos y/o la producción demostrativa. Por otra parte, se reevaluó el desarrollo tecnológico de varios paquetes, susceptibles de ser transferidos y, en muchos casos, se determinó que los resultados disponibles no eran suficientemente sólidos, para una implementación

de Concepcion, especially in the Department of Instrumental Analysis of the Faculty of Pharmacy and the Laboratories of Coals and Forest Products in the Department of Chemical Engineering; this has allowed us to expand our portfolio of analyses, characterization and testing.

With regard to scale-up facilities, the remodeling and improvement of the co-combustion and torrefaction pilot plants deserves to be highlighted, together with the construction of a mobile pelletization pilot plant and a pyrolysis unit for processing plastics. The associated investment exceeds 100 million pesos.

### **Organización**

The organizational structure of the UDT is presided by a Board of Directors, which meets once a year; at the executive level, apart from the Executive Director, we have six Department Heads; each department is composed of investigators, professionals and technicians. This structure is now stable and has not changed during the 2015-2016 period.

### **Science, technology and innovation**

The years 2015 and 2016 were a period of consolidation for the UDT.

Systematic efforts to strengthen our capability to create scientific knowledge, demanded during the second phase of the Basal Project (2013-2018), showed highly auspicious results. This is reflected in the emergence of a critical mass of investigators and the resulting increase both in the number of publications and their impact factor. Among these initiatives, the recruiting of investigators whose main objective is to generate scientific knowledge, as well as the attraction of doctoral students from Chile and abroad to stay for 6 months at UDT, are particularly noteworthy. Their integration into existing teams composed of professionals and technicians has been very successful; they are contributing valuable expertise in specialized topics such as chemical analysis, process engineering and surface phenomena. All this is strengthening the execution of our projects and opening new R+D+I opportunities. In the future, we intend to continue a gradual increase of our scientific expertise in UDT, in harmony with strategic goals and available budget.

As far as technological development is concerned, several aspects should also be highlighted. On the one hand, the implementation and utilization of pilot scale-up plants has continued; especially those of the Bioenergy and Bioproducts Departments. We have also improved existing plants in order to be able to respond to specific technological challenges and/or demonstration-scale production opportunities. On the other hand, the development of several technological packages capable of being transferred to industry was reassessed and, in quite a few cases, we determined that the available results were not currently sufficient.



industrial. En función de ello, se ha vuelto a evaluar en detalle la tecnología en cuestión, incluyendo todos los aspectos de contorno relevantes, como la generación y el uso de subproductos, la homogeneidad de la producción en el tiempo (un aspecto muy importante en productos biobasados, debido a las fluctuaciones de la composición de la biomasa con el tiempo), la minimización de riesgos y la búsqueda de soluciones tecnológicas de baja inversión. Por ello, se decidió invertir recursos propios, para superar los cuellos de botella de las tecnologías más promisorias.

El principal énfasis, durante el período, sin embargo, estuvo centrado en innovación. Si bien UDT es reconocida nacional e internacionalmente como un instituto de CTI líder en bioeconomía, con indicadores de transferencia, como contratos de licenciamiento y creación de empresas spin-off, la autoevaluación interna establece que el efecto de la aplicación de resultados en el sector productivo es insuficiente. Creemos que UDT debe tener un impacto más gravitante en la sociedad. En función de lo anterior, se contrató a una empresa asesora, PUSH Ltda., desde septiembre de 2015 a la fecha, con la que se estableció un plan de acción basado en tres pilares fundamentales:

1. Reestructuración y formalización de los procesos de ciencia, tecnología e innovación. Ello incluyó una evaluación crítica de la práctica habitual por parte de todos los miembros de la organización, la modificación de aspectos erróneos o deficitarios, la estructuración de un proceso global coherente y la formalización de los 9 procesos principales, por medio de procedimientos específicos.
2. Acciones de reflexión, discusión y capacitación, para considerar aspectos relacionados con la futura aplicación de resultados en todas las etapas de creación de conocimiento científico y tecnológico. Ello significa que al momento de plantear una idea de proyecto y, en mucho mayor medida, durante su ejecución, debe considerarse aspectos de mercado, de competencia y de sustentabilidad económica, ambiental y social, entre otros.
3. Identificación de aquellos resultados con mayor grado de desarrollo y cercanía con el mercado, para establecer los factores que han impedido su transferencia. En base a ello, se decidió ejecutar proyectos de aceleración ágiles y efectivos, para superar los obstáculos y materializar su implementación industrial.

El resultado de estas acciones aún no se conoce plenamente, pero se estima, en base a indicadores parciales y percepciones, que han sido pertinentes y permitirán mejorar sustancialmente la capacidad de innovación al interior de UDT.

The affected projects have been analyzed in detail, including the generation and utilization of by-products and production uniformity over time (a very important aspect for biomass-based products due to inevitable composition fluctuations); the overall objective here is minimization of risk and the search for relatively low-investment solutions. Furthermore, we decided to invest our own resources to overcome the bottlenecks of the most promising among these technologies.

The main focus during this period, however, was on innovation. Although the UDT is recognized nationally and internationally as a leading R+D+I bioeconomy center, with transfer indicators such as licensing agreements and creation of spin-off companies, our self-assessment was that their impact on our society's productive sector is insufficient. We strongly believe that the UDT can have an even more significant impact on society. In pursuit of this goal, we hired consulting firm PUSH Ltda. from September 2015 to date, which assisted us in formulating an action plan based on three fundamental pillars:

1. Restructuring and streamlining science, technology and innovation processes. This includes a critical evaluation of standard practices of all members of our organization, modification of erroneous or deficient procedures, formulation of a coherent global process and the definition of nine main processes and their specific protocols.
2. Reflection, discussion and training actions related to future applicability of results at all stages of creation of scientific and technological knowledge. This means that when a project idea is formulated and, to a much greater extent, during its execution, the aspects of marketability, competition, as well as economic, environmental and social sustainability, should be considered.
3. Identification of those results that have a greater degree of development and proximity to the marketplace in order to be able to overcome those factors that have prevented technology transfer. We have thus decided to execute agile and effective acceleration projects whose goal overcome identified obstacles and facilitate industrial implementation.

The outcome of these initiatives is still not fully known; but we estimate, based on partial indicators and perceptions, that they are making a difference and will allow us to substantially improve the innovation capabilities within UDT.

# Misión

**Contribuir significativamente al desarrollo de la bioeconomía en Chile, generando conocimiento científico, soluciones tecnológicas e innovación que impacten al sector productivo y a la sociedad.**

# Mission

**To contribute significantly to the development of the bioeconomy in Chile, generating scientific knowledge, technological solutions and innovation that have an impact on the productive sector and the society.**



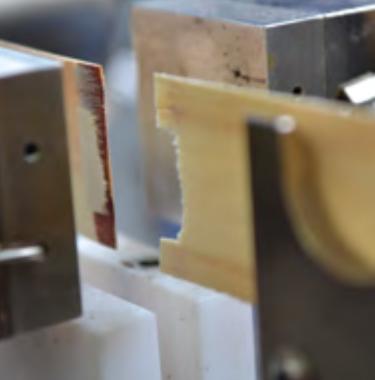
# **Visión**

**Ser reconocido nacional e internacionalmente como un centro científico, tecnológico y de innovación, líder en el ámbito de la bioeconomía en Chile.**

# **Vision**

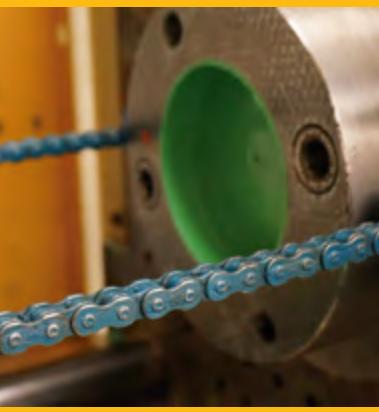
**To be recognized nationally and internationally as a scientific, technological and innovation center leader in the field of bioeconomy in Chile.**





## Servicios

- **Concepción, desarrollo y escalamiento de procesos.**
- **Desarrollo de productos biobasados.**
- **Producción demostrativa.**
- **Empaquetamiento y licenciamiento de tecnología.**
- **Apoyo a la creación de empresas spin-off y start-up de base tecnológica.**
- **Ánalysis y caracterización de productos.**
- **Estudios y gestión medioambiental.**
- **Laboratorio de Servicios Analíticos acreditado por INN.**





## Services

- Design, development and scale-up of processes.
- Development of biomass-based higher-value-added products.
- Demonstration-scale production.
- Packaging and licensing of technology.
- Support to creation of technology-based spin-off and start-up companies.
- Analysis and characterization of products.
- Environmental impact studies and management.
- Laboratory of Analytical Services accredited by INN.



## Colaboradores

## Collaborators

## 2.3

### Dirección

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Dr. Alex Berg         | Director Ejecutivo |
| Prof. Ljubisa Radovic | Subdirector        |

### Área Biomateriales

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Sr. Álvaro Maldonado        | Jefe de Área   |
| Prof. Ljubisa Radovic       | Investigador Principal   |
| Prof. Carolina Gómez        | Investigador Asociado  |
| Prof. Diego Giraldo         | Investigador Asociado  |
| Prof. Koduri Raman          | Investigador Asociado  |
| Prof. Paulo Flores          | Investigador Asociado  |
| Prof. Rafael García         | Investigador Asociado  |
| Dra.. Saddys Rodríguez      | Investigador Asociado  |
| Prof. Ramalinga Mangalaraja | Investigador Asociado  |
| Dra. Johanna Castaño        | Investigador   |
| Dr. Juan Matos Lale         | Investigador   |
| Sr. Juan Carrasco Prado     | Ingeniero de Proyecto  |
| Sr. Iván Restrepo           | Ingeniero de Proyecto  |
| Sra. Silvia Riquelme        | Ingeniero de Proyecto  |
| Dr. Cristian Miranda        | Ingeniero de Proyecto  |
| Sr. Néstor Urra             | Ingeniero de Proyecto  |
| Srita. Isabel Calle         | Ingeniero de Proyecto  |
| Srita. Catalina Castillo    | Ingeniero de Proyecto  |
| Sr. Felipe Sanhueza         | Ingeniero de Proyecto  |
| Dra. Po Shan Poon           | Ingeniero de Proyecto  |
| Dra. Patricia Castaño       | Ingeniero de Proyecto  |
| Sr. Felipe Barra            | Ingeniero de Proyecto  |
| Srita. Carolina Olivari     | Ingeniero, Encargada Plantas Piloto                                  |
| Sra. Carmen Pradenas        | Químico Analista, Encargada de Laboratorio Materiales Termoplásticos |
| Sra. Johana Sanzana         | Químico Analista,Encargada de Laboratorio Biomateriales              |
| Sra. Susana Castillo        | Químico Analista   |
| Srita. Victoria Benítez     | Químico Analista   |
| Sr. Gabriel Churio          | Químico Analista   |
| Sra. Ricmary Montaña        | Químico Analista   |
| Srita. Karen Gálvez         | Químico Analista   |
| Sr. Gastón Alarcón          | Operador   |
| Sr. Jordan Jofré            | Operador   |
| Sr. Piero Riquelme          | Operador   |
| Sr. Franco Alarcón          | Operador   |

### Área Bioenergía

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Dra. Cristina Segura      | Jefe de Área           |
| Prof. Alfredo Gordon      | Investigador Principal |
| Prof. Igor Wilkomirsky    | Investigador Principal |
| Prof. Fernando Parada     | Investigador Asociado  |
| Prof. Eduardo Balladares  | Investigador Asociado  |
| Prof. Romel Jiménez       | Investigador Asociado  |
| Prof. Ximena García       | Investigador Asociado  |
| Prof. Néstor Escalona     | Investigador Asociado  |
| Prof. Rafael García       | Investigador Asociado  |
| Prof. William DeSisto     | Investigador Asociado  |
| Dra. María Cristina Muñoz | Investigador Asociado  |

### Executive Office

|                    |
|--------------------|
| Executive Director |
| Deputy Director    |

### Biomaterials Department

|  |
|--|
| Department Head  |
| Principal Researcher   |
| Associate Researcher   |
| Researcher   |
| Researcher   |
| Project Engineer   |
| Engineer, Pilot Plants Manager                               |
| Chemical Analyst, Thermoplastic Materials Laboratory Manager |
| Chemical Analyst, Biomaterials Laboratory Manager            |
| Chemical Analyst   |
| Operator   |
| Operator   |
| Operator   |
| Operator   |

### Bioenergy Department

|                      |
|----------------------|
| Department Head      |
| Principal Researcher |
| Principal Researcher |
| Associate Researcher |



|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Dra. Catherine Tessini  | Investigador Asociado                                    | Associate Researcher                           |
| Dr. Alejandro Karelovic | Investigador Asociado                                    | Associate Researcher                           |
| Dra. Marion Carrier     | Investigador Asociado                                    | Associate Researcher                           |
| Dra. Yannay Casas       | Investigador Asociado                                    | Associate Researcher                           |
| Dr. Luis Arteaga        | Investigador   | Researcher                                     |
| Dr. Mauricio Flores     | Ingeniero de Proyecto                                    | Project Engineer                               |
| Sr. Niels Müller        | Ingeniero de Proyecto                                    | Project Engineer                               |
| Sr. Mauricio Escobar    | Ingeniero de Proyecto                                    | Project Engineer                               |
| Sr. Óscar Pinto         | Ingeniero de Proyecto                                    | Project Engineer                               |
| Sr. Héctor Grandón      | Ingeniero de Proyecto, Encargado de Plantas Piloto       | Project Engineer, Pilot Plants Manager         |
| Dra. Romina Romero      | Ingeniero  | Engineer                                       |
| Srita. Patricia Herrera | Químico Analista, Encargada de Laboratorio de Bioenergía | Chemical Analyst, Bioenergy Laboratory Manager |
| Sr. Diego Lagunas       | Químico Analista   | Chemical Analyst                               |
| Srita. Lilian Suárez    | Químico Analista   | Chemical Analyst                               |
| Srita. Patricia Olivera | Químico Analista   | Chemical Analyst                               |
| Sr. Robert Irribarra    | Operador   | Operator                                       |
| Sr. Manuel Morales      | Operador   | Operator                                       |

## Área Bioproductos

|                           |   |  |
|---------------------------|---|--|
| Dra. Cecilia Fuentealba   | Jefe de Área  | Department Head  |
| Prof. Dietrich von Baer   | Investigador Principal  | Principal Researcher                                   |
| Prof. Carola Vergara      | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Claudia Mardones    | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Claudia Pérez       | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. José Becerra        | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Miguel Pereira      | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Edgar Pastene       | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Carolina Gómez      | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Danny García        | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Jaqueline Sepúlveda | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Jorge Ávila         | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Juan Elissetche     | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Pamela Williams     | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Rodrigo Allende     | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Teresita Marzialetti      | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Prof. Víctor Hernández    | Investigador Asociado   | Associate Researcher                                   |
| Dr. Andy Pérez            | Investigador  | Researcher   |
| Dr. Jorge Santos          | Investigador  | Researcher   |
| Dr. Rodrigo Cancino       | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Sr. Danilo Escobar        | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Sr. Fabián Parra          | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Srita. Johana Vega        | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Sr. Juan Pablo Salazar    | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Sr. Juan Cea              | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Srita. María Paz Martínez | Ingeniero de Proyecto   | Project Engineer                                       |
| Sr. Nabin Karna           | Ingeniero   | Engineer   |
| Dra. Nacarid Delgado      | Ingeniero   | Engineer   |
| Sr. José Fuentes          | Ingeniero , Encargado de Plantas Piloto                       | Engineer, Pilot Plants Manager                         |
| Srita. Jeniffer Cisternas | Químico Analista , Encargada de Laboratorio Forestal          | Chemical Analyst, Forest Laboratory Manager            |
| Sra. Corina Silva         | Químico Analista, Encargada de Laboratorio Productos Químicos | Chemical Analyst, Chemical Products Laboratory Manager |
| Sr. Horacio Araya         | Químico Analista  | Chemical Analyst                                       |
| Srita. Paulina Garcés     | Químico Analista  | Chemical Analyst                                       |
| Srita. Camila San Martín  | Químico Analista  | Chemical Analyst                                       |
| Sr. Sebastián Riquelme    | Químico Analista  | Chemical Analyst                                       |
| Sr. Jonathan Irribarra    | Operador  | Operator   |
| Sr. Juan Vargas           | Operador  | Operator   |
| Sr. Sergio Sotomayor      | Operador  | Operator   |

## Bioproducts Department

## Área Medio Ambiente

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Sra. Carla Pérez             | Jefe de Área                             |
| Prof. Claudio Zaror          | Investigador Principal                   |
| Prof. Carlos Peña            | Investigador Asociado                    |
| Prof. Fernando Márquez       | Investigador Asociado                    |
| Prof. Héctor Mansilla        | Investigador Asociado                    |
| Prof. Héctor Valdés          | Investigador Asociado                    |
| Prof. María Angélica Mondaca | Investigador Asociado                    |
| Prof. Manuel Sánchez         | Investigador Asociado                    |
| Prof. Marco Sandoval         | Investigador Asociado                    |
| Prof. Rafael Rubilar         | Investigador Asociado                    |
| Prof. Luis García            | Investigador Asociado                    |
| Sra. Ximena Matus            | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Carolina Llanos         | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Mariela Yáñez           | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sr. Juan Toledo              | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sr. Gonzalo López            | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Alejandra Pérez         | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sr. Daniel Fuenzalida        | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Daniela Ríos            | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Paula Barría            | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Verónica Valdebenito    | Ingeniero de Proyecto                    |
| Sra. Valentina Moreno        | Ingeniero                                |
| Sr. Christopher Pihán        | Ingeniero                                |
| Sra. Andrea Verdugo          | Ingeniero                                |
| Sr. Tomás Larraín            | Ingeniero                                |
| Sra. Javiera Aburto          | Ingeniero                                |
| Sra. Daniela Concha          | Ingeniero                                |
| Sr. Héctor Oliva             | Químico Analista                         |
| Sra. Valeria Zuñiga          | Químico Analista                         |
| Sra. Valeria Matamala        | Técnico                                  |
| Sr. Jonathan Morales         | Operador                                 |
| Sra. Marlene Santander       | Jefe Laboratorio de Servicios Analíticos |
| Sr. Marcelo Finsterbusch     | Encargado Comercial                      |
| Sr. Guillermo Cáceres        | Químico Analista                         |
| Sra. Sidney Riffó            | Químico Analista                         |
| Sr. Edwin Campos             | Químico Analista                         |
| Sra. María Beatriz Navarrete | Químico Analista                         |

## Área Gestión Tecnológica

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| Sr. Ignacio Muñoz       | Jefe de Área          |
| Sr. José Trejos         | Ingeniero de Proyecto |
| Sr. Alejandro Salazar   | Ingeniero de Proyecto |
| Sr. Juan Pablo González | Ingeniero de Proyecto |
| Sr. José Vallejos       | Ingeniero de Proyecto |
| Sr. Jorge Munguía       | Ingeniero de Proyecto |

## Environment and Services Department

|                                       |
|---------------------------------------|
| Department Head                       |
| Principal Researcher                  |
| Associate Researcher                  |
| Project Engineer                      |
| Engineer                              |
| Engineer                              |
| Engineer                              |
| Engineer                              |
| Engineer                              |
| Engineer                              |
| Chemical Analyst                      |
| Chemical Analyst                      |
| Technician                            |
| Operator                              |
| Analytical Service Laboratory Manager |
| Business Manager                      |
| Chemical Analyst                      |
| Chemical Analyst                      |
| Chemical Analyst                      |
| Chemical Analyst                      |

## Technology Management Department

|                  |
|------------------|
| Department Head  |
| Project Engineer |



## Área Administración

|                        |   |
|------------------------|---|
| Sra. Carolina Poblete  | Jefe de Área  |
| Sra. Luisa Pardo       | Encargada de Unidad de Contabilidad, Finanzas y Recursos Humanos      |
| Sra. María Pardo       | Apoyo de Unidad de Contabilidad, Finanzas y Recursos Humanos          |
| Sra. Melisa Arce       | Apoyo Unidad Control de Gestión                                       |
| Sra. Mónica Paz        | Encargado de Unidad de Comunicaciones                                 |
| Sr. Nelson Zbinden     | Apoyo de Unidad de Comunicaciones                                     |
| Sr. Osvaldo Vergara    | Encargado Unidad de Tecnología de la Información y las Comunicaciones |
| Sra. Rosa Maldonado    | Encargada Unidad de Sistema de Gestión de la Calidad                  |
| Sra. Alicia Gómez      | Apoyo Unidad de Sistema de Gestión de la Calidad                      |
| Sr. Christopher Romero | Encargado Unidad Prevención de Riesgos y Medio Ambiente               |
| Sra. Andrea Verdugo    | Encargada Unidad de Medioambiente                                     |
| Sra. Marcela Torres    | Secretaría de Dirección   |
| Sra. Karen Iturrieta   | Secretaría Administrativa   |
| Sr. Israel Ibáñez      | Servicios   |
| Sr. Jorge Provoste     | Encargado de Unidad de Infraestructura, Equipos y Servicios           |
| Sr. Germán Jiménez     | Ingeniero   |
| Sr. Jaime Villarreal   | Ingeniero   |
| Sr. Ricardo Albornoz   | Ingeniero   |
| Sr. Mario Fonseca      | Operador  |
| Sr. Eleuterio Arias    | Operador  |
| Sr. José Luis López    | Operador  |
| Sr. Pedro Lavín        | Operador  |

## Management Department

|  |
|--|
| Department Head  |
| Accounting, Finance and Human Resources Unit Manager           |
| Accounting, Finance and Human Resources Unit Manager Assistant |
| Control Management Unit Assistant                              |
| Communications Unit Manager                                    |
| Communications Unit Manager Assistant                          |
| Communications and Information Technologies Unit Manager       |
| Head of Quality Management System Unit                         |
| Quality Management System Unit Support                         |
| Head of Prevention of Risks and Environment Unit               |
| Environment Unit Manager                                       |
| Management Secretary   |
| Administrative Secretary                                       |
| Services   |
| Infrastructure, Equipment and Services Unit Manager            |
| Engineer   |
| Engineer   |
| Engineer   |
| Operator   |
| Operator   |
| Operator   |
| Operator   |



NUESTRA MISIÓN  
LO DE LA BIOECONOMÍA EN CHILE, GENERANDO CONOCIMIENTO  
ACIÓN QUE IMPACTEN AL SECTOR PRODUCTIVO Y A LA SOCIEDAD

NUESTRA VISIÓN  
ALMENTE COMO UN CENTRO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y DE  
MBITO DE LA BIOECONOMÍA EN CHILE

ESTRUCTURA  
REPECTO  
TRANS



## Infraestructura y Equipamiento

A wide-angle photograph of a large industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The scene is dominated by a complex network of steel structures, including walkways, ladders, and support beams. Numerous thick-walled pipes in various colors (black, grey, blue) run across the frame, some with visible valves and fittings. In the background, tall storage tanks and more intricate piping systems are visible against a clear sky. The overall atmosphere is one of a massive, functional industrial complex.

## Infrastructure and Equipment

# 3

## Infraestructura y Equipamiento

## Infrastructure and Equipment

### Infraestructura

UDT cuenta con un edificio de 5.557 m<sup>2</sup>, el que incluye laboratorios (676 m<sup>2</sup>), cuatro salas de escalamiento, de preparación de materias primas, procesos químicos, procesos termoquímicos y conversión de biomateriales (3.831 m<sup>2</sup>), y oficinas, salas de reunión, espacios comunes, bodegas y maestranza (1.050 m<sup>2</sup>). Los espacios son de un buen nivel constructivo y están dotados de TICs y elementos de seguridad de vanguardia.

### Infrastructure

### 3.1

UDT has its own building of 5,557 m<sup>2</sup>, including laboratories (676 m<sup>2</sup>), space for pilot plants, raw material preparation, chemical and thermochemical processes and biomaterials conversion (3,831 m<sup>2</sup>), as well as offices, meeting rooms, common areas, warehouses and workshop (1,050 m<sup>2</sup>). The construction quality is good, and it is complemented by state-of-the-art security and ICT facilities.

### Equipamiento

Una de las fortalezas de UDT es su capacidad de escalar procesos a un nivel demostrativo, para lo cual cuenta con diversas plantas piloto, cuyo detalle y características varían de acuerdo a los requerimientos de los proyectos en ejecución. Las principales plantas son las siguientes:

### Equipment

### 3.2

One of the strengths of UDT is our ability to scale-up processes to demonstration level. This is accomplished in several pilot plants, whose details and characteristics vary according to the requirements of ongoing projects. The main plants are described below.







### 3.2.1 Planta piloto para la impregnación de madera

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** Aprox. 1 m<sup>3</sup> de madera/ensayo

**Descripción:** La planta piloto de impregnación de madera es continua y consta de las siguientes partes:

- A) Autoclave para impregnación de madera.
- B) Válvulas.
- C) Reguladores de vacío y presión.
- D) Bomba de presión.
- E) Bomba de vacío.
- F) 4 Estanques de almacenamiento.

La presión máxima de trabajo es de 14 bar.

### Pilot plant for wood impregnation

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** Approx. 1 m<sup>3</sup> of wood/trial

**Description:** The pilot plant of wood impregnation is continuous and consists of the following parts:

- A) Autoclave for wood impregnation.
- B) Valves.
- C) Vacuum and pressure regulators
- D) Pressure pump
- E) Vacuum pump
- F) 4 Storage tanks.

The maximum working pressure is 14 bar.

### 3.2.2 Planta piloto para tratamiento térmico de madera

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Temperatura vapor sobrecalentado:** 300-500 °C.

**Flujo máximo de vapor sobrecalentado:** 200 – 300 kg/h.

**Presión de trabajo:** 0 – 1 bar.

**Dimensión cámara:** 650 mm x 650 mm x 6500 mm.

**Capacidad útil:** 0,84 m<sup>3</sup>.

**Material cámara:** Acero carbono ASTM A-42.

**Descripción:** Consta de una cámara de 4,22 m<sup>3</sup> y 2,55 m<sup>3</sup>, en la que se ubica la madera a tratar. El calentamiento es directo, ya sea con vapor o aceites/ceras.

La planta consta de:

- A) Cámara de tratamiento térmico.
- B) Ventilador centrífugo.
- C) Sobrecalentador de vapor.
- D) Intercambiador de tubo y caraza.
- E) Intercambiador de pasos tubulares.
- F) 16 aparatos de medición (termómetros, manovacuómetros, manómetros).
- G) 20 válvulas (para líneas de purga, de vapor sobresaturado, sobrecalentado y recirculación).

### Pilot plant for thermal treatment of wood

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Superheated vapor temperature:** 300-500 °C.

**Maximum flow of superheated vapor:** 200 – 300 kg/h.

**Working pressure:** 0 – 1 bar.

**Chamber dimension:** 650 mm x 650 mm x 6500 mm.

**Useful capacity:** 0,84 m<sup>3</sup>.

**Chamber material:** Carbon steel ASTM A-42.

**Description:** It has a chamber of 4,22 m<sup>3</sup> and 2,55 m<sup>3</sup>, in which the wood to be treated is located. The heating is direct, either with vapor or oils/waxes.

The plant consists of:

- A) Thermal treatment chamber.
- B) Centrifugal fan.
- C) Vapor superheater.
- D) Tube and shell exchanger.
- E) Tubular step exchanger.
- F) 16 measuring devices (thermometers, compound gauges and pressure gauges).
- G) 20 valves (for purge lines and supersaturated, superheated and recirculation vapor lines).



### 3.2.3 Planta piloto para la producción de tableros reconstituidos de madera

**Marca y modelo:** Prensa marca Becker & van Hüllen  
**Capacidad:** Se pueden producir tableros de dimensiones 35 cm x 35 cm.

**Descripción:** La planta piloto para la producción de tableros de madera reconstituida es discontinua y consta de las siguientes partes:

- A) Tres encoladoras para la fabricación de tableros MDF, partículas y OSB,
- B) Moldes para tableros,
- C) Prensa de platos (temperatura máxima 400 °C y presión máxima de 25 bar (para un tablero de 35 cm x 35 cm)
- D) Sierra para formatear tableros.

Además, se cuenta con una sala climatizada, para el almacenamiento de las probetas, antes del control de calidad de los tableros.

### Pilot plant for the production of wood-based panels

**Brand and model:** Becker & van Hüllen Press

**Capacity:** It can produce boards of 35 cm x 35 cm

**Description:** The pilot plant for the production of reconstituted wood boards is discontinuous and consists of the following parts:

- A) Three splicers for the manufacture of MDF boards, particles and OSB.
- B) Molds for boards.
- C) Plate press (maximum temperature of 400°C and maximum pressure of 25 bar for a board of 35 cm x 35 cm)
- D) Saw to format boards.

Furthermore, it has an air-conditioned room for the storage of test tubes, before the quality control of boards.

### 3.2.4 Planta piloto para la producción de fibras MDF o TMP

**Marca y modelo:** Tipo Sprout-Bauer, fabricante H. Thalhammer K.G., Austria.

**Capacidad:** Aprox. 180 kg de madera/h.

**Descripción:** La planta es continua y consta de las siguientes partes:

- A) Tola de alimentación de madera.
- B) Válvulas de entrada.
- C) Zona de digestión e incorporación de reactivos.
- D) Refinador.
- E) Línea de soplado.
- F) Secador neumático.
- G) Ciclón.
- H) Quemador de gas.

Las partes (A) a (D) se utilizan para producir fibras del tipo TMP o CTMP y las partes (A) a (H) constituyen el equipamiento necesario para producir fibras encoladas para tableros MDF. El refinador es de 14 pulgadas de diámetro y la presión máxima en el digestor es de 12 bar.

### Pilot plant for the production of MDF or TMP fibers

**Brand and model:** Sprout-Bauer type, H. Thalhammer K.G. manufacturer, Austria.

**Capacity:** Approx. 180 kg of wood/hour

**Description:** The plant is continuous and consists of the following parts:

- A) Wood feeding hopper.
- B) Inlet valves.
- C) Area of digestion and incorporation of reagents.
- D) Refiner.
- E) Blowing line.
- F) Pneumatic dryer.
- G) Cyclone.
- H) Gas burner.

(A) to (D) parts are used to produce type TMP or CTMP fibers and (A) to (H) parts constitute the necessary equipment to produce stuck fibers for MDF boards. The refiner has 14 inches in diameter and the maximum pressure in the digester is 12 bar.



a



b

### 3.2.5 Plantas piloto para la producción de materiales plásticos compuestos

#### a) Marca y modelo: Extrusor Tsa Industriale S.r.l , tsa EMP 45-40

**Capacidad:** 100 kg/hr (compuestos termoplásticos).

**Descripción:** La planta produce materiales compuestos a la forma de pellets o perfiles, y está compuesta por tres equipos conectados en serie: Un secador rotatorio, una extrusora doble tornillo y una peletizadora con enfriamiento neumático (fabricante Erema).

El secador rotatorio está conectado a la alimentación de la extrusora y permite secar el material, antes de que éste ingrese a la etapa de extrusión. La extrusora doble tornillo es de 45 mm de diámetro, con una razón L/D de 40 y cuenta con tres alimentadores gravimétricos (marca Brabender); permite producir diversos tipos de materiales compuestos (madera-plástico, plásticos reforzados, masterbatches y nanomateriales, entre otros). Cuenta con diversos moldes.

#### b) Marca y modelo: Extrusor Labtech Engineering Co. LTE26

**Capacidad:** 30 kg/hr (compuestos termoplásticos)

**Descripción:** Esta extrusora tiene la capacidad de producir materiales compuestos termoplásticos a la forma de pellets. Corresponde a una extrusora doble tornillo, co-rotatoria de 26 mm de diámetro de los tornillos y una razón L/D de 40. Cuenta con dos alimentadores gravimétricos que permiten la producción de compuestos biodegradables, nanomateriales y materiales madera-plástico.

### Pilot plant for the production of composite plastic materials

#### a) Brand and model: Tsa Industriale S.r.l Extruder, tsa EMP 45-40

**Capacity:** 100 kg/hr (thermoplastic compounds).

**Description:** The plant can produce composite materials in the form of pellets or profiles and is composed of three equipment connected in series: A rotary dryer, a twin-screw extruder and a pelletizer with pneumatic cooling (manufacturer: Erema).

The rotary dryer is connected to the feeding of the extruder and allows drying the material before it enters to the extrusion stage. The twin-screw extruder is 45 mm in diameter, with an L/D ratio of 40 and has two gravimetric feeders (Brabender brand). It can produce different types of composite materials (wood-plastic, reinforced plastics, masterbatches and nanomaterials, among others). It has different molds.

#### b) Brand and model: Labtech Engineering Co. LTE26 Extruder.

**Capacity:** 30 kg/h (thermoplastic compounds).

**Description:** This extruder has the capacity of producing thermoplastic composite materials in the form of pellets. This twin-screw and co-rotary extruder is 26 mm in diameter of screws with an L/D ratio of 40. It has two gravimetric feeders, which allows it to produce biodegradable, nanomaterial and wood-plastic material compounds.



### 3.2.6 Planta piloto para la extrusión de plásticos

**Marca y modelo:** Miotto.

**Capacidad:** 30 kg/hr.

**Descripción:** La planta puede procesar diferentes tipos de polímeros termoplásticos sintéticos (PP, PE, PS, PET, etc.) o biopolímeros (PLA, PHB, etc.). A través de un cabezal adecuado a la salida del extrusor, es posible obtener diferentes tipos de perfiles. De igual forma, es posible obtener pellets, utilizando para tal efecto una peletizadora (marca Primotécnica) y un baño de enfriamiento de agua.

### Pilot plant for plastic extrusion

**Brand and model:** Miotto.

**Capacity:** 30 kg/hr.

**Description:** The plant can process different types of synthetic thermoplastic polymers (PP, PE, PS, PET, etc.) or biopolymers (PLA, PHB, etc.). Through a proper head to the exit of the extruder, it is possible to obtain different types of profiles. Similarly, it is possible to obtain pellets using a pelletizer for that purpose (Primotécnica brand) and a cooling water bath.

### 3.2.7 Planta piloto para la inyección de plásticos

**Marca y modelo:** Arburg, Modelo 420 C.

**Capacidad:** 100 ton fuerza de cierre, 190 gramos de capacidad de plastificación.

**Descripción:** La inyectora está compuesta por dos unidades: inyección y cierre. La unidad de inyección es la parte de la máquina que efectúa la alimentación de los pellets de material plástico, la plastificación y la inyección al molde. Los elementos principales son un tornillo, una tolva de alimentación, un motor y calefactores. La unidad de cierre es el componente de la máquina que sostiene el molde, efectúa el cierre / la apertura y expulsa la pieza moldeada. Su principal componente es el sistema hidráulico de cierre, el cual es de tipo pistón.

Se cuenta con moldes para fabricar probetas para determinar propiedades mecánicas (normas ASTM 790, 256 y 638) y para determinar la fluidez de plásticos (molde espiral).

### Pilot plant for injection moulding

**Brand and model:** Arburg, 420 C Model.

**Capacity:** 100 ton closing force, 190 grams of plasticizing capacity.

**Description:** The injector is composed of two units: injection and closing. The injection unit is part of the machine that conducts the feeding of plastic material pellets, plasticizing and mold injection. The main elements are the screw, a feeding hopper, a motor and heaters. The closing unit is the component of the machine that holds the mold, conducts the closing/ opening and ejects the molded part. The main component is the closing hydraulic system, which is piston type.

It has molds to manufacture test tubes to determine mechanical properties (ASTM 790, 256 and 638 standards) and the fluidity of plastics (spiral mold).



### 3.2.8 Plantas piloto para la producción de películas termoplásticas

#### a) Extrusor películas monocapa

**Marca y modelo:** York

**Capacidad:** 20kg/h, láminas de acuerdo a cabezal de 20 cm de ancho y rango de espesor entre 25-45 micras.

**Descripción:** Extrusora de soplado, monohusillo, empleada para la elaboración de películas plásticas sintéticas (polietileno, polipropileno) y biodegradables (ácido poliláctico, PLA y polibutilén adipato-co-terefthalato, PBAT).

#### b) Extrusor películas multicapa

**Marca y modelo:** Labtech Engineering Co. LF-400.

**Capacidad:** 12 Kg/hr, láminas (de acuerdo a cabezal) de 30 cm de ancho y 20-45 micras de espesor.

**Descripción:** Extrusora de soplado de tres capas, que cuenta con 3 extrusores de 20 mm de diámetro de tornillo y una razón L/D de 30. Esta planta permite fabricar películas multicapa de diferentes polímeros termoplásticos como polietilenos, polipropilenos y plásticos biodegradables, (ácido poliláctico, PLA y polibutilén adipato-co-terefthalato, PBAT).

### Pilot plant for the manufacture of thermoplastic films

#### a) Monolayer film extruder

**Brand and model:** York

**Capacity:** 20kg/h, plates according to head of 20 cm wide and a thickness ranging between 25-45 microns.

**Description:** Single screw blowing extruder used to produce synthetic (polyethylene, polypropylene) and biodegradable (polylactic acid, PLA and polybutylene adipate-co-terephthalate, PBAT) plastic films.

#### b) Multilayer film extruder

**Brand and model:** Labtech Engineering Co. LF-400.

**Capacity:** 12 kg/h, plates according to head of 30 cm wide and a thickness ranging between 25-45 microns.

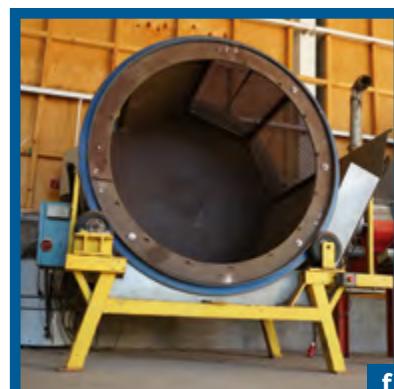
**Description:** Three-layer blowing extruder with 3 extruders of 20 mm in diameter of screw and at a L/D ratio of 30. This plant allows producing multilayer films from different thermoplastic materials such as polyethylenes, polypropylenes and biodegradable plastics (polylactic acid, PLA and polybutylene adipate-co-terephthalate, PBAT).



b



d



f



g

### 3.2.9 Equipamiento para la preparación de muestras y el reciclaje de plástico

#### a) Molino de martillos

**Marca y modelo:** Peerless.

**Capacidad:** Aprox. 200 kg de corteza/h.

**Descripción:** Comminución de muestras sólidas quebradizas (por ejemplo: corteza), a través del impacto producido entre martillos giratorios y el material a tratar. La granulometría máxima del producto queda definida por el tipo de criba que se instale en la parte inferior del molino.

#### b) Molino de púas

**Marca y modelo:** Alpine 160 Z.

**Capacidad:** Aprox. 20 kg/hora.

**Descripción:** El material a moler se alimenta a través de un elemento cilíndrico que gira a alta velocidad, en el que están adosadas numerosas agujas que impactan al material.

#### c) Molino de corte

**Marca y modelo:** AMIS S-20/20 3661.

**Capacidad:** Aprox. 100 kg/hora.

**Descripción:** Molino para moler materiales termoplásticos, a través de cuchillos de corte.

#### d) Refinador

**Marca y modelo:** Sprout Bauer.

**Capacidad:** Aprox. 200 kg/hora.

**Descripción:** El refinador consta de dos discos paralelos, uno de los cuales gira a 1.200 rpm. El material se alimenta por el centro de los discos y se obliga a avanzar en forma oblicua entre los discos.

#### e) Triturador

**Marca y modelo:** Untha, RS 30-4-2.

**Capacidad:** Aprox. 200 kg/hora.

**Descripción:** Triturador rotatorio de bajas revoluciones, típicamente adecuado para moler bolsas plásticas, maxisacos, botellas plásticas, etc. Tiene dos motores de 7,5 kW.

#### f) Criba rotatoria

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** Aprox. 1.000 L/carga.

**Descripción:** Tambor rotatorio hexagonal, de 150 cm de diámetro y 110 cm de largo. Cada cara del hexágono está provisto de una criba de tamaño y forma particular.

#### g) Harnero

**Marca y modelo:** Yamel.

**Capacidad:** 10 m<sup>3</sup>/h, dependiendo de la granulometría del producto.

**Descripción:** Harnero vibratorio con tres niveles de separación, largo aproximado de 2,5 m, altura de 2,7 m y 1 m de ancho. Dispone de dos motovibradores, los cuales entregan la energía necesaria, para la selección de partículas; la carga del material se realiza de forma manual.

### Equipment for sample preparation and plastic recycling

#### a) Hammer Mill

**Brand and model:** Peerless

**Capacity:** Approx. 200 kg of bark/hour

**Description:** Commutation of brittle solid samples (e.g. bark), through the impact produced between rotating hammers and the material to be treated. The type of sieve to be installed at the bottom of the mill defines the maximum granulometry of the product.

#### b) Pin Mill

**Brand and model:** Alpine 160 Z

**Capacity:** Approx. 20 kg/hour

**Description:** The material to be milled is fed through a high-speed rotating cylindrical element, in which numerous needles that impact the material are attached.

#### c) Cutting Mill

**Brand and model:** AMIS S-20/20 3661

**Capacity:** Approx. 100 kg/hour

**Description:** Mill to grind thermoplastic materials, through cutting knives.

#### d) Refiner

**Brand and model:** Sprout Bauer

**Capacity:** Approx. 200 kg/hour

**Description:** The refiner has two parallel discs, one of which rotates at 1.200 rpm. The material is fed through the center of the disks and requires to move forward obliquely between disks.

#### e) Grinder

**Brand and model:** Untha, RS 30-4-2

**Capacity:** Approx. 200 kg/hour

**Description:** Low speed rotary grinder, typically suitable for grinding plastic bags, maxibags, plastic bottles, etc. It has two motors of 7.5 kW.

#### f) Rotating Sieve

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** Approx. 1.000 L/load

**Description:** Hexagonal rotating drums of 150 cm in diameter and 110 cm long. Each side of the hexagon is supplied with a sieve of particular size and shape.

#### g) Sifter

**Brand and model:** Yamel.

**Capacity:** 10 m<sup>3</sup>/h, depending on the granulometry of the product.

**Description:** Vibrating sifter with three levels of separation, approximately 2.5 m long, 2.7 m high and 1 m wide. It has two vibration motors, which deliver the energy required for the selection of particles; material loading is done manually.



a



b



### 3.2.10 Plantas piloto de extracción sólido-líquido

#### a) Planta tipo Soxhlet

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Rango de temperatura:** 0 a 180 °C.

**Presión de operación:** -1 a 1 bar.

**Descripción:** Equipo de acero inoxidable, cuyo recipiente de sólidos a extraer tiene un volumen de 30 L. Incluye un evaporador.

La planta consta de 4 partes principales:

- A) Termostato con agitador de 38 L de capacidad .
- B) Columna de condensación y de almacenamiento.
- C) Reactor de 30 L de capacidad.
- D) Trampas de agua.

#### b) Planta de deslignificación

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** Extractor de 800 litros.

**Descripción:** La planta de extracción es de acero inoxidable (DIN 1.4571), con la excepción de la bomba y el intercambiador, y consta de las siguientes partes:

- A) Extractor de 800 litros (presión máxima 12 bar).
- B) Bomba de recirculación (Rheinhütte, de titanio, motor 3 kW).
- C) Intercambiador de calor (Schiller, de Hastelloy C4, 6 m<sup>2</sup> de superficie de intercambio).
- D) 6 estanques de almacenamiento (1 m<sup>3</sup>, presión atmosférica).

### Pilot plant for solid-liquid extraction

#### a) Soxhlet-type Plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Temperature range:** 0 to 180 °C.

**Operating Pressure:** -1 to 1 bar.

**Description:** Stainless steel equipment, whose solids container to be extracted has a volume of 30 L. It includes an evaporator.

The plant consists of four main parts:

- A) Thermostat with an agitator of 38-liter capacity.
- B) Condensation and storage column.
- C) Reactors of 30-liter capacity.
- D) Water traps.

#### b) Delignification plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** : 800-liter extractors.

**Description:** The extraction plant is made of stainless steel (DIN 1.4571), with the exception of the pump and heat exchanger, and consists of the following parts:

- A) Extractor of 800 liters (maximum pressure 12 bar).
- B) Recirculation pump (Rheinhütte, titanium, motor 3 kW).
- C) Heat exchanger (Schiller of Hastelloy C4, 6 m<sup>2</sup> of exchange surface).
- D) 6 storage tanks (1 m<sup>3</sup>, atmospheric pressure).



c



d

### c) Planta de extracción de corteza

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** Extractor de 4.000 L.

**Descripción:** La planta de extracción es de acero inoxidable (DIN 1.4571), con la excepción de la bomba y el intercambiador, y consta de las siguientes partes:

- A) Extractor de 4000 L. (presión máxima 6 bar).
- B) Bomba de recirculación (KSB, de acero inoxidable 316, motor 1,5 kW, caudal 12m<sup>3</sup>).
- C) Intercambiador de calor (fabricación propia, acero inoxidable 304L, 7,96m<sup>2</sup> de superficie de intercambio).
- D) Estanque de almacenamiento a presión (2,3 m<sup>3</sup>, presión máxima 6 bar).

### d) Planta de extracción continua

**Marca y Modelo:** Fabricación propia

**Capacidad del extractor:** Entre 1-5 kg/h.

**Descripción:** Consta de cuatro módulos que operan en serie; cada uno, se compone de un tubo vertical de alimentación y un tubo oblicuo de reacción, ambos provistos de sifones para el transporte forzado del material. El líquido de extracción circula en contracorriente. Las partes son las siguientes:

- A) Estanque de alimentación de sólidos.
- B) Estanque de alimentación de sólidos a zona de presión.
- C) 4 extractos oblicuos con sifones de transporte.
- D) Sistema de descarga de sólidos desde zona de presión.
- E) Estanque y bomba para la circulación del líquido de extracción.

### c) Bark extraction plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 4.000-liter extractors.

**Description:** The extraction plant is made of stainless steel (DIN 1.4571), with the exception of the pump and exchanger, and consists of the following parts:

- A) Extractor of 4000 liters (maximum pressure 6 bar).
- B) Recirculation pump (KSB, stainless steel 316, motor 1,5 kW, flow 12m<sup>3</sup>).
- C) Heat exchanger (Own manufacture, stainless steel 304L, 7,96 m<sup>2</sup> of exchange surface).
- D) Pressurized storage tank (2,3 m<sup>3</sup>, maximum pressure 6 bar).

### d) Continuous extraction plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Extractor capacity:** Between 1-5 kg/h.

**Description:** It consists of four modules operating in series; each has a vertical feed tube and an oblique reaction tube, both provided with augers for the forced transport of the material. The extraction liquid circulates in countercurrent. The parts are:

- A) Solids feed tank.
- B) Solids feed tank to the pressure zone.
- C) 4 oblique extracts with transport augers.
- D) Solids discharge system from the pressure zone.
- E) Tank and pump for extraction liquid circulation.



## 3.2.II Plantas piloto de evaporación

### a) Evaporador con recirculación I

**Marca y Modelo:** ARTUR PROBST

**Capacidad:** Equivalente a 60-70 L de agua/h.

**Descripción:** Construido en acero inoxidable (DIN 1.4571); cuenta con un sistema de condensación directo, compuesto por una columna de relleno para la condensación de los vapores, una recirculación de condensado, dos intercambiadores de calor, de tubos y placas, conectados en serie; y un estanque de acumulación de 100 L. Superficie de intercambio 5 m<sup>2</sup>.

### b) Evaporador con recirculación II

**Marca y Modelo:** ARTUR PROBST

**Capacidad:** Equivalente a 20-25 L de agua/h.

**Descripción:** Construido en acero inoxidable (DIN 1.4571), cuenta con un sistema de condensación indirecto, compuesto por dos intercambiadores de calor, de tubo y de placa soldadas, conectados en serie, y un estanque de acumulación de 600 L. Superficie de intercambio 1,5 m<sup>2</sup>.

### c) Evaporador con recirculación III

**Marca y Modelo:** ARTUR PROBST

**Capacidad:** Equivalente a 20-25 L de agua/h.

**Descripción:** Construido en acero inoxidable (DIN 1.4571), cuenta con un sistema de condensación indirecto, compuesto por dos intercambiadores de calor, de tubo y de placa soldadas, conectados en serie, y un estanque de acumulación de 600 L. Superficie de intercambio 1,5 m<sup>2</sup>.

## Evaporation pilot plant

### a) Recirculation evaporator I

**Brand and model:** ARTUR PROBST.

**Capacity:** Equivalent to 60-70 L of water/h.

**Description:** The evaporator is made of stainless steel (DIN 1.4571) and has a direct condensation system, consisting of a packed column for the condensation of vapors, a condensate recirculation, two heat exchangers of pipes and plates connected in series, and an accumulation tank of 100 L. Exchange surface of 5 m<sup>2</sup>.

### b) Recirculation evaporator II

**Brand and model:** ARTUR PROBST.

**Capacity:** Equivalent to 20-25 L of water/h.

**Description:** The evaporator is made of stainless steel (DIN 1.4571) and has an indirect condensation system, consisting of two heat exchangers of welded pipes and plates, connected in series, and an accumulation tank of 600 L. Exchange surface of 1,5 m<sup>2</sup>.

### c) Recirculation evaporator III

**Brand and model:** ARTUR PROBST.

**Capacity:** Equivalent to 20-25 L of water/h.

**Description:** The evaporator is made of stainless steel (DIN 1.4571), and has an indirect condensation system, consisting of two heat exchangers of welded pipes and plates, connected in series, and an accumulation tank of 600 L. Exchange surface of 1,5 m<sup>2</sup>.



d



e

## d) Evaporador con agitación mecánica I

**Marca y modelo:** EBERHARD BAUER  
**Modelo:** DF 143/116 k

**Capacidad:** 100 L de agua/h.

**Descripción:** La planta de evaporación cuenta con un recipiente metálico de acero inoxidable AISI 304, calefaccionado por una camisa de vapor que trabaja, con presiones de hasta 5 bares, con una capacidad de almacenamiento de 30 L, agitado por un sistema motriz montado en la parte superior, con aspas de acero inoxidable y un moto redutor con potencia de 1,8 kW y con un giro de 60 rpm con relación de transmisión 23,5:1.

La planta también cuenta con un intercambiador de tubos verticales de acero inoxidable AISI 304, con una área de transferencia de 2,5 m<sup>2</sup>. El vapor es arrastrado mediante vacío, por una unidad de vacío autónoma, con una potencia de 1,5 kW, de marca SIEMEN & HINSCH m.b.H (SIHI) modelo L0 2704 KK.

## e) Evaporador con agitación mecánica II

**Marca y modelo:** GPBR. HERRMANN KOLN-EHREFELD

**Capacidad:** 50 L de solución a evaporar.

**Descripción:** La planta de evaporación cuenta con un recipiente metálico de acero inoxidable AISI 304, calefaccionado por una camisa de vapor que trabaja a presiones de hasta 4 bares, con una capacidad de almacenamiento de 30 L, agitado por un sistema motriz montado en la parte superior, con aspas de acero inoxidable y un moto reductor con potencia de 1,4 kW y con un giro de 50 rpm con relación de transmisión 28:1.

El evaporador cuenta con un sistema de condensación compuesto por dos evaporadores de placas conectados en serie, además de un intercambiador de tubo y carcasa dispuesto horizontalmente, con áreas de transferencia de 1,44, 1,54, y 1,02 m<sup>2</sup> respectivamente, con el fin de condensar el vapor arrastrado por el vacío.

## d) Evaporator with mechanical agitation I

**Brand and model:** EBERHARD BAUER.  
**Model:** DF 143/116 k.

**Capacity:** 100 L of water/h.

**Description:** The evaporation plant has a stainless steel metal container AISI 304, heated by a vapor jacket working with pressures up to 5 bar, with a storage capacity of 30 L, stirred by a drive system mounted on top with stainless steel blades and a 1.8 kW output gearmotor and 60 rpm rotation with 23.5:1 gear ratio.

The plant also has a vertical stainless steel tube exchanger AISI 304, with a transfer area of 2.5 m<sup>2</sup>. The vapor is drawn under vacuum by an autonomous vacuum unit with an output of 1.5 kW, SIEMEN & HINSCH m.b.H (SIHI) brand, L0 2704 KK model.

## e) Evaporator with mechanical agitation II

**Brand and model:** GPBR. HERRMANN KOLN-EHREFELD.

**Capacity:** 50 L of solution to be evaporated.

**Description:** The evaporation plant has a stainless steel metal container AISI 304, heated by a vapor jacket working with pressures up to 4 bar, with a storage capacity of 30 L, stirred by a drive system mounted on top with stainless steel blades and a 1.4 kW output gearmotor and 50 rpm rotation with 28:1 gear ratio.

The evaporator has a condensation system consisting of two plate evaporators connected in series, and a shell and tube exchanger arranged horizontally, with transfer areas of 1.44, 1.54 and 1.02 m<sup>2</sup>, respectively, in order to condense the vapor drawn by the vacuum.



## 3.2.12 Plantas piloto de secado

### a) Secador spray I

**Marca y modelo:** Büttner - Schilde - Hass AG.

**Capacidad:** (0 – 7) L/h.

**Descripción:** La solución a evaporar se inyecta en forma de pequeñas gotas por la parte superior del secador, a través de una tobera centrífuga, accionada por aire presurizado; el caudal de la solución se puede variar en un rango determinado. Por otra parte, el aire de secado se calienta mediante cuatro resistencias eléctricas y se introduce al secador junto a la solución. Durante un período muy corto, las pequeñas partículas de solución dispersas en el aire de secado se mueven hacia el fondo cónico del secador y luego son transportadas a un ciclón, donde se separan el vapor y las partículas sólidas.

### b) Secador spray II

**Marca y modelo:** Industriewerke Karlsruhe, Modelo: C 80A-00.00.

**Capacidad:** 0 – 50 L/h.

**Descripción:** La solución a secar se inyecta a través de un atomizador por la parte superior del secador, impulsado por una bomba dosificadora. El caudal de alimentación puede variar de acuerdo a los requerimientos del proceso. La solución atomizada es secada mediante un contacto directo con aire caliente, el cual recibe aporte energético por medio de resistencias eléctricas. Finalmente, mediante la acción de un filtro ciclónico, se realiza la separación del material seco.

### c) Secador de cinta a vacío

**Marca y modelo:** ISESA.

**Capacidad:** Depende de la solución a secar.

**Descripción:** El secador consta de una banda sinfin de teflón, de 495 cm de largo y 43 cm de ancho, montada horizontalmente en el interior de un cilindro de acero inoxidable, el que se mantiene a vacío. La banda se mueve sobre 5 intercambiadores de calor planos, los que pueden ser alimentados con vapor, un fluido térmico o agua de enfriamiento. La solución a secar (la que debe tener una viscosidad 1.000 centipoises, (aproximadamente) se alimenta en un extremo del secador, de manera tal que su distribución sea uniforme, a través de lo ancho de la banda sinfin. La banda avanza en forma continua a una velocidad de 5 – 25 cm/min, en función de lo cual la solución entra en contacto, en forma sucesiva, con la superficie de los 5 intercambiadores de calor, los que son mantenidos a temperaturas determinadas. La energía transferida de la superficie de los intercambiadores a la solución, a través de la cinta de teflón, provoca una evaporación paulatina del solvente. Si el material a secar posee características plásticas, usualmente el último intercambiador se utiliza como enfriador. Al final del secador, un dispositivo mecánico raspa el sólido de la banda y se evaca a un recipiente.

### d) Secador de bandejas

**Marca y modelo:** Fabricación propia

**Capacidad:** Tasa de evaporación de 5 kg/h de agua

**Descripción:** Posee 5 bandejas, en las que se deposita el producto húmedo, el cual recibe aporte calórico de forma directa a través de aire caliente, el cual es recirculado por un ventilador axial, dispuesto al interior de la cámara de secado. El aporte energético es realizado mediante una resistencia eléctrica de 2 kW, la cual posee un sistema de control de temperatura. Las dimensiones de la cámara de secado son de 2m de largo, 1,3m de ancho y 2m de altura.

## Drying pilot plants

### a) Spray Dryer I

**Brand and model:** Büttner - Schilde - Hass AG.

**Capacity:** (0 – 7) L/h.

**Description:** The solution to be evaporated is injected in small drops at the top of the dryer through a centrifugal nozzle, powered by pressurized air. The solution flow may vary within a certain range. Moreover, the drying air is heated by four electrical resistors and introduced into the dryer together with the solution. During a very short period, the small particles of the solution dispersed in the drying air move into the conical bottom of the dryer and then transported to a cyclone, where the vapor and solid particles are separated.

### b) Spray Dryer II

**Brand and model:** Industriewerke Karlsruhe, Model: C 80A-00.00.

**Capacity:** 0 – 50 L/h.

**Description:** The solution to be dried is injected through a sprayer at the top of the dryer, powered by a dosing pump. The solution flow may vary according to the requirements of the process. The sprayed solution is dried by direct contact with hot air, which receives energy intake by means of electrical resistances. Finally, the separation of the dried material is performed by the action of a cyclone filter.

### c) Vacuum belt dryer

**Brand and model:** ISESA.

**Capacity:** Depends on the solution to be dried.

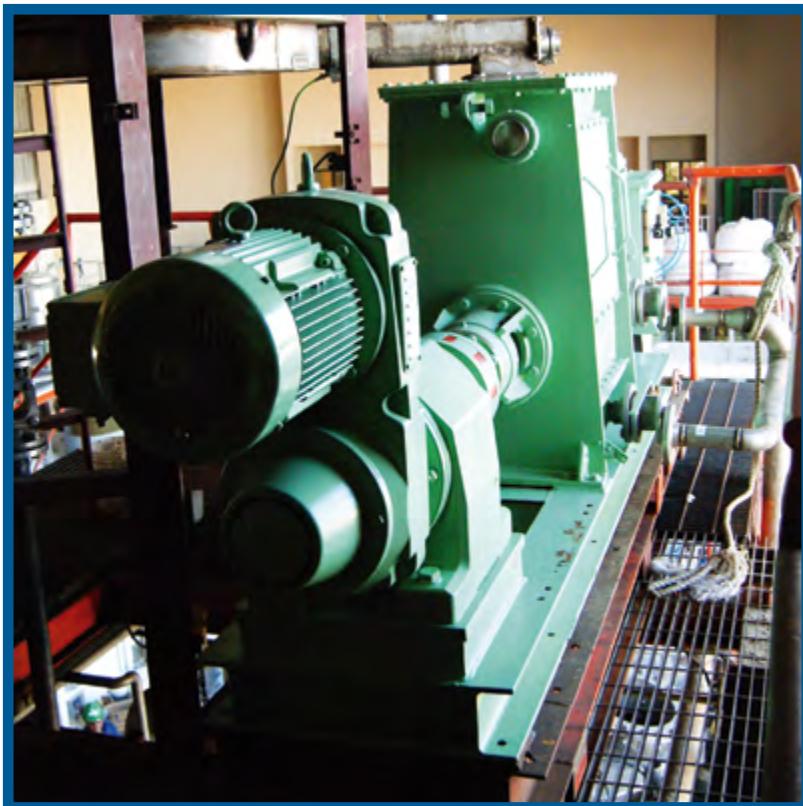
**Description:** The dryer consists of a Teflon treadmill of a 495 cm long and 43 cm wide, mounted horizontally inside a stainless steel cylinder, which is kept under vacuum. The treadmill moves on 5 flat heat exchangers, which can be fed with vapor, a thermal fluid or cooling water. The solution to be dried (which must have a viscosity of approximately 1000 centipoises) is fed in one end of the dryer, so that their distribution is uniform across the width of the treadmill. The treadmill moves continuously at a rate of 5 - 25 cm/min, in terms of which the solution comes successively into contact with the surface of 5 heat exchangers, which are maintained at specified temperatures. The energy transferred from the surface of the exchanger to the solution through the Teflon tape, causing a gradual evaporation of the solvent. If the material to be dried has plastic characteristics, usually the last exchanger is used as a cooler. At the end of the dryer, a mechanical device scrapes off the solid of the treadmill and is evacuated to a container.

### d) Tray dryer

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** Evaporation rate of 5 kg/h of water.

**Description:** It has 5 trays, where the wet product is deposited, and receives energy intake directly through hot air, which is recirculated by an axial fan disposed within the drying chamber. An electrical resistance of 2 kW, which has a temperature control system, accomplishes the energy input. The dimensions of the drying chamber are 2m long, 1.3m wide and 2m high.



### 3.2.13 Columna de destilación continua

**Marca y modelo:** Fabricante QVF. De vidrio, tipo modular.

**Capacidad:** Depende de la función de separación que deba cumplir.

**Descripción:** La columna de destilación es de relleno y tiene 18 platos teóricos. Es íntegramente de vidrio, con la sólo excepción del reboiler, cuyo material de construcción es grafito. El largo total de la columna es de 9 m, la sección de agotamiento tiene un diámetro de 25 cm, el que disminuye a 15 cm en la sección de enriquecimiento.

### Continuous distillation column

**Brand and model:** QVF Manufacturer. Made of glass, modular type.

**Capacity:** Depends on the separation function that must be met.

**Description:** The distillation column is packed and has 18 theoretical plates. It is made entirely of glass, with the only exception of the reboiler, whose construction material is graphite. The total length of the column is 9 m, the stripping section has a diameter of 25 cm, which decreases to 15 cm in the enriching section.

### 3.2.14 Prensa de extrusión

**Marca y modelo:** Vetter, tipo Bv

**Capacidad:** 50- 400 kg de suspensión/h

**Descripción:** La prensa de extrusión es de acero inoxidable (DIN 1.4571); su razón de compresión es de 1/5 y es hermética, si forma parte de un proceso cerrado. El motor de impulsión tiene 6,8 kW.

### Extrusion press

**Brand and model:** Vetter, Bv type

**Capacity:** 50- 400 kg of suspension /h

**Description:** The extrusion press is made of stainless steel (DIN 1.4571); its compression ratio is 1/5 and if it is part of a closed process is hermetic. The drive motor is 6.8 kW.



### 3.2.15 Equipo de filtración por membranas

**Marca y modelo:** Alfa Laval-LabStakM20

**Capacidad:** 5-50 L.

**Descripción:** El sistema está equipado con una bomba de alta presión, estanque de 7,5 L, intercambiador de calor, válvulas, medidores y una bomba hidráulica manual. Su diseño permite utilizar membranas planas o espiral, para procesos de ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración y microfiltración.

La muestra a filtrar se deposita en el estanque y se impulsa mediante una bomba centrífuga. La temperatura de la muestra es regulada por un intercambiador de calor de tubo y carcasa, utilizando agua como fluido refrigerante. El fluido filtrado o permeado puede ser devuelto al tanque de alimentación, para operar el equipo en modo de recirculación o ser alimentado a un nuevo recipiente, para operar en modo de concentración.

### Membrane filtration equipment

**Brand and model:** Alfa Laval-LabStakM20.

**Capacity:** 5-50 L.

**Description:** The system is equipped with a high-pressure pump, 7.5-liter tank, heat exchanger, valves, gauges, and a manual hydraulic pump. Its design allows to use flat or spiral membranes for reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration and microfiltration processes.

The sample to be filtered is deposited in the tank and driven by a centrifugal pump. The sample temperature is regulated by a heat exchanger of the shell and tube, using water as coolant. The permeate or filtered fluid can be returned to the feed tank, to operate the equipment in recirculation mode, or be fed into a new vessel to operate in concentration mode.

### 3.2.16 Planta producción de microfibrillas de celulosa (homogenizador)

**Marca y modelo:** Homogeneizador SIMES modelo HMG-SAN-2-2M y varios componentes adicionales.

**Capacidad:** 80 L/h nominal (agua)

**Descripción:** Constituido por:

- A) Un homogeneizador de 3 pistones SIMES HMG-SAN-2-2m de doble efecto, capaz de operar hasta 600 bar de presión, con un flujo nominal de 80 L/h;
- B) Dos estanques de almacenamiento herméticos, de acero Inoxidable 304 sanitario, con capacidad de 50 L;
- C) Dos motorreductores SEW a prueba de explosión de 75 Hz y 0.75 kW;
- D) Instrumentación para el registro de temperatura y presión; y
- E) Un panel de control a distancia.

El sistema permite homogeneizar mezclas líquido-líquido y suspensiones de sólido a baja consistencia. La planta puede operar con diversos solventes, incluyendo atmósferas explosivas.

### Cellulose microfibrils production plant (homogenizer)

**Brand and model:** SIMES Homogenizer HMG-SAN-2-2M model and several additional components.

**Capacity:** 80 L/h nominal (water).

**Description:** Consisting of:

- A) SIMES HMG-SAN-2-2m 3-piston double acting homogenizer, capable of operating up to 600 bar pressure, with a nominal flow of 80 L/h.
- B) Two hermetic 304 sanitary stainless steel storage tanks with capacity of 50 L.
- C) Two SEW explosion-proof gearmotors of 75 Hz and 0.75 kW.
- D) Instrumentation for recording temperature and pressure
- E) a remote control panel.

The system allows homogenizing liquid-liquid mixtures and suspensions of low consistency solid. The plant can operate with various solvents, including explosive atmospheres.



b



d



c



f



e



g



## 3.2.17 Reactores

### a) Reactor giratorio de laboratorio

**Marca y modelo:** Deutsch & Neumann.  
**Capacidad:** 4 L de volumen total.  
**Descripción:** Reactor rotatorio, provisto de calefactores eléctricos, manómetro, termómetro y tomamuestras.

### b) Reactor vitrificado de laboratorio

**Marca y modelo:** Pfaudler, Typ M 24 – 115/G.  
**Capacidad:** 4 L de volumen total.  
**Descripción:** Reactor vitrificado de 40 bar, provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 16 bar), manómetro, termómetro y tomamuestras.

### c) Reactor vitrificado piloto I

**Marca y modelo:** De Dietrich.  
**Capacidad:** 1.180 L de volumen total.  
**Descripción:** Reactor vitrificado a presión (máximo 6 bar), provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 6 bar), agitación (motor 3 kW), manómetro y termómetro.

### d) Reactor vitrificado piloto II

**Marca y modelo:** Pfaudler.  
**Capacidad:** 189 L de volumen total.  
**Descripción:** Reactor vitrificado a presión (máximo 6 bar), provisto de camisa de calefacción de vapor (máximo 6 bar), agitación mecánica, manómetro y termómetro.

### e) Reactor de acero inoxidable piloto

**Marca y modelo:** Seibold.  
**Capacidad:** 3.000 L de volumen total.  
**Descripción:** Reactor de acero inoxidable (DIN 1.4571) a presión (máximo 6 bar), provisto de una camisa de calefacción de vapor (máximo 6 bar), agitador Scuba (motor 4 kW), manómetro y termómetro.

### f) Reactor de vidrio multipropósito

**Marca y modelo:** Shott & Gen Mainz, Jena Glas  
**Capacidad:** 20 L.  
**Descripción:** Consta de 2 reactores de agitación mecánica de 20 L y 50 L, que cuentan con mantos calefactores. Además tiene dos balones de vidrio, ambos con capacidad de 20 L.

### g) Biorreactor

**Marca y modelo:** Fabricación propia.  
**Capacidad:** 100 L de volumen útil.  
**Descripción:** El biorreactor fue diseñado para la producción de ácido láctico, a partir de azúcares. Está construido en acero inoxidable y sus principales características técnicas son las siguientes:

- A) Volumen de trabajo: 20 - 100 L.
  - B) Motor con variador de frecuencia.
  - C) Mirilla lateral con vidrio templado.
- Cuenta, además, con sistemas de control de temperatura, pH, espuma, pre-inoculación (incubación inóculo), preservación de cepa, manipulación de cepa (campana bioseguridad, calefactor) y un sistema de preparación de medio cultivo (agitador magnético y mecánico).

## Reactors

### a) Laboratory Rotating Reactor

**Brand and model:** Deutsch & Neumann  
**Capacity:** 4 L of total volume  
**Description:** Rotating reactor, equipped with electric heaters, pressure gauge, thermometer and sampler.

### b) Laboratory vitrified reactor

**Brand and model:** Pfaudler, Typ M 24 – 115/G  
**Capacity:** 4 L of total volume.  
**Description:** Vitrified reactor of 40 bar, equipped with a vapor heating jacket (max. 16 bar), pressure gauge, thermometer and sampler.

### c) Pilot vitrified reactor I

**Brand and model:** From Dietrich  
**Capacity:** 1.180 liters of total volume  
**Description:** Pressurized vitrified reactor (max. 6 bar), equipped with a vapor heating jacket (max. 6 bar), agitation (motor 3 kW), pressure gauge and thermometer.

### d) Pilot vitrified reactor II

**Brand and model:** Pfaudler  
**Capacity:** 189 L of total volume  
**Description:** Pressurized vitrified reactor (max. 6 bar), equipped with a vapor heating jacket (max. 6 bar), mechanical agitation, pressure gauge and thermometer.

### e) Pilot stainless steel reactor

**Brand and model:** Seibold.  
**Capacity:** 3.000 L of total volume.  
**Description:** Pressurized (max. 6 bar) stainless steel reactor (DIN 1.4571), equipped with a vapor heating jacket (max. 6 bar), Scuba agitator (motor 4 kW), pressure gauge and thermometer.

### f) Multipurpose glass reactor

**Brand and model:** Shott & Gen Mainz, Jena Glas.  
**Capacity:** 50 and 20 liters.  
**Description:** It consists of 2 reactors with mechanical agitation of 20 L and 50 L and heating cloaks. It also has two glass balls, each with 20 L capacity.

### g) Bioreactor

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.  
**Capacity:** 100 liters of useful volume  
**Description:** The bioreactor was designed for the production of lactic acid from sugars. It is made of stainless steel and its main technical characteristics are:

- A) Work volume: 20 - 100 L.
  - B) Variable-frequency drive motor
  - C) Toughened glass side peephole
- It also has temperature, pH, foam, pre-inoculation (inoculum incubation), strain preservation and strain manipulation (biosafety hood, heater), control systems and a culture medium preparation system (magnetic and mechanical agitator).

**a****b****c**

## 3.2.18 Pirolizadores flash

### a) Pirolizador flash de laboratorio I

**Marca y modelo:** Fabricado en UMAINE, USA

**Capacidad:** aprox. 1g/min

**Descripción:** Es una planta de pirólisis rápida de biomasa, que cuenta con un reactor de lecho fluidizado, caldeado mediante horno tubular. El tren de limpieza de gases consta de un filtro en caliente. El sistema de condensación está compuesto de un condensador de acero inoxidable, seguido de un presipitador electrostático. El sistema de alimentación consta de una tolva cerrada y de un tornillo dosificador que alimenta a un dispositivo desde donde es impulsado neumáticamente hacia el interior del reactor, utilizando nitrógeno como gas de arrastre.

### b) Pirolizador flash de laboratorio II

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** Aprox. 500 gr de polímero/ensayo.

**Descripción:** La planta pirólisis de plásticos está operada en forma batch, trabajando al vacío y consta de las siguientes partes:

- A) Horno (Temperatura máxima de operación 1100 °C)
- B) Pirolizador (Temperatura de operación: 400-600 °C)
- C) Sistema de condensación compuesto por un condensador de contacto indirecto y un sistema de trampas de agua, orientado a la recolección de los productos sólidos y líquidos obtenidos del proceso de pirólisis.

### c) Pirolizador flash piloto

**Marca y modelo:** Fabricación propia

**Capacidad:** 20 kg/hora de biomasa

**Descripción:** La planta de pirólisis rápida utiliza tecnología propia, desarrollada por la Unidad de Desarrollo Tecnológico. Está conformada por un sistema de tres reactores de lecho fluidizado en serie: reactor inferior de combustión de carboncillo, intermedio de pirólisis rápida y superior de precalentamiento, los que se encuentran conectados entre sí mediante un sistema neumático que permite la recirculación del material particulado que conforman los lechos; además, un sistema de filtración de vapores en caliente, un equipo de enfriamiento rápido para vapores orgánicos y un filtro electroestático. La planta tiene una capacidad máxima de procesamiento de 20 kg/h de biomasa, con un rendimiento de líquido pirolítico del 70% en base seca.

## Flash pyrolyzers

### a) Laboratory flash pyrolyzer I

**Brand and model:** Manufactured in UMAINE, USA.

**Capacity:** Approx. 1 g/min.

**Description:** It is a biomass flash pyrolysis plant that has a fluidized bed reactor and is heated by tube furnace. The gas cleaning train consists of a hot filter. The condensing system is composed of a stainless steel condenser, followed by an electrostatic precipitator. The feeding system consists of a closed hopper and a dosing screw that feeds a device where it is pneumatically driven into the reactor, using nitrogen as carrier gas.

### b) Laboratory flash pyrolyzer II

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** Approx. 500 g of polymer/trial.

**Description:** Plastic pyrolysis plant is operated as batch, works in vacuum and consists of the following parts:

- A) Furnace (maximum operating temperature: 1100 °C).
- B) Pyrolyzer (operating temperature: 400-600 °C).
- C) Condensation system consisting of an indirect contact condenser and water trap system, aimed at the collection of solid and liquid products obtained from the pyrolysis process.

### c) Pilot flash pyrolyzer

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 20 kg/h of biomass.

**Description:** The fast pyrolysis plant uses own technology developed by the Technological Development Unit. It consists of a system of three fluidized bed reactors in series: charcoal combustion lower reactor, fast pyrolysis intermediate and higher preheating, which are connected to each other by a pneumatic system that allows recirculation of the particulate material comprising the beds; In addition to a hot vapor filtration system, a rapid cooling equipment for organic vapors and an electrostatic filter. The plant has a maximum processing capacity of 20 kg/h of biomass, with a pyrolytic liquid yield of 70% on a dry basis.



### 3.2.19 Planta piloto de torrefacción

**Marca y modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** 100 kg/h de astillas de madera.

**Descripción:** La planta piloto de torrefacción está basada en un reactor de tres etapas de contacto directo sólido – gas, a contracorriente. La energía requerida para el proceso es proporcionada por vapor en contacto con la biomasa, el cual se sobrecalienta en un intercambiador tubular, por medio de resistencias eléctricas. Los gases de torrefacción son condensados a la salida del reactor en un intercambiador de tubo y carcasa, utilizando agua de refrigeración.

### Torrefaction pilot plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 100 kg/h

**Description:** The torrefaction pilot plant is based on a three-stage reactor of countercurrent solid-gas direct contact. The energy required for the process is provided by vapor in contact with biomass, which is overheated in a tubular heat exchanger, through electrical resistances. Torrefaction gases are condensed at the exit of the reactor in a tube and casing heat exchanger using cooling water.

### 3.2.20 Planta piloto de combustión de carbón

**Marca-modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** 250 kW térmicos.

**Descripción:** Reactor de lecho fluidizado burbujeante diseñado por UDT. La planta cuenta con un sistema de medición en línea de los gases de combustión y con un sistema de medición de material particulado según Norma EPA 5. La planta de co-combustión tiene una capacidad para alimentar 50 kg/h de carbón, 10 kg/h de caliza y 20 kg/h de biomasa.

Para fines de preparación de materia prima se cuenta con un **molino de martillo para carbón mineral**.

**Marca y modelo:** Stedman.

**Capacidad:** aprox. 450 kg/h.

**Descripción:** Comminución de carbón mineral a través del impacto producido entre martillos giratorios y el material a tratar. Requiere de tamaño de partícula de la alimentación de 2" con una humedad menor a 10%.

### Coal combustion pilot plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 250 kW thermal.

**Description:** Bubbling fluidized bed reactor designed by UDT. The plant has a system for online measurement of combustion gases and a system for particulate matter measurement according to EPA 5 Standard. The co-combustion plant has a capacity to supply 50 kg/h of coal, 10 kg/h of limestone and 20 kg/h of biomass.

For purposes of raw material preparation, it has a **hammer mill for mineral coal**.

**Brand and model:** Stedman.

**Capacity:** Approx. 450 kg/h.

**Description:** Comminution of mineral coal through the impact produced between rotating hammers and the material to be treated. It requires a feeding particle size of 2" with less than 10% moisture.



### 3.2.21 Planta piloto extracción líquido- líquido

**Marca-modelo:** Mixer-Settler UDT.

**Capacidad:** 2 x 150 LPH.

**Descripción:** Planta piloto de extracción líquido-líquido de 3 unidades agitadores y decantadores de volumen variable que permiten la extracción con solvente en flujo contra-corriente, seguido por una unidad de evaporación para recuperar y reciclar el solvente utilizado.

### Liquid-liquid extraction pilot plant

**Brand and model:** Mixer-Settler UDT.

**Capacity:** 2 x 150 LPH.

**Description:** The liquid-liquid extraction pilot plant has 3 units of agitators and variable volume decanters allowing the solvent extraction in countercurrent flow, followed by an evaporation unit for recovering and recycling the solvent used.

### 3.2.22 Planta productiva semi-móvil de peletización

**Marca-modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** 200 – 400 kg/hora.

**Descripción:** La planta, construida en la estructura de un contenedor de 20 pies, está dividida en dos partes: la tolva de carga y el área de prensado. La tolva, con una capacidad de 7m<sup>3</sup>; cuenta con un piso móvil que empuja la biomasa sobre la correa transportadora y lleva el material hasta un estanque pulmón, donde se almacena temporalmente y alimenta al tornillo dosificador de la prensa de peletización. La prensa es de discos horizontales, marca Kahl, modelo prensa 33-390 cpl. Los pellets se pasan por una criba vibratoria, para extraer finos, luego se conducen a un enfriador, donde permanece por alrededor de 4 minutos, y finalmente se evacúan y envasan.

### Semi-mobile pelletizing production plant

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 200 - 400 kg / hour.

**Description:** The plant, built in a 20-feet container, is divided into two parts: the loading hopper and the pressing area. The hopper, with a capacity of 7m<sup>3</sup>, has a moving floor pushing the biomass onto the conveyor belt, carrying the material to a buffer tank where it is temporarily stored, feeding the dosing screw of the pelletizing press. The press, Kahl brand, has horizontal discs, model 33-390 cpl. Pellets pass through a vibrating screen, to remove fine particles, then they are conducted to a cooler, where they remain for about 4 minutes, and finally they are evacuated and packaged.



### 3.2.23 Planta de pirólisis de plástico - Escala de laboratorio

**Marca-modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** 5 kg/hora.

**Descripción:** La planta de pirólisis de plásticos está compuesta por un reactor agitado, equipado con un agitador tipo ancla y construido en su totalidad en acero AISI 316L. La energía necesaria para la reacción es otorgada por resistencias eléctricas con una potencia de 1,7 kW. La alimentación al reactor se realiza en forma fundida mediante una extrusora, la cual es calefaccionada, a su vez, por resistencias eléctricas. Los productos gasificados pueden variar dependiendo de las condiciones de operación utilizadas, produciéndose desde hidrocarburos líquidos (Aceites pirolíticos) a sólidos (Ceras pirolíticas) a temperatura ambiente, con un mayor o menor contenido de gases respectivamente. Estos productos son condensados en intercambiadores de doble manto, equipados con bafles interiores para mejorar el intercambio de calor en el condensador. La planta opera bajo condiciones de vacío, el cual es producido mediante un ejector tipo Venturi, a través del cual circula un hidrocarburo líquido que otorga niveles de presión en torno a 50 mbar, dependiendo del nivel de temperatura del fluido.

### Plastic pyrolysis plant - Laboratory scale

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 5 kg / hour.

**Description:** The plastic pyrolysis plant is composed of a stirred reactor equipped with an anchor-type stirrer and built entirely in AISI 316L steel. The energy required for the reaction is given by electrical resistors with a power of 1.7 kW. The feed to the reactor is carried out in a molten form by an extruder, which is heated, in turn, by electrical resistors. Gasified products may vary depending on the operating conditions used and they are produced from liquid (pyrolytic oils) to solid (pyrolytic waxes) hydrocarbons at room temperature with a higher or lower gas content, respectively. These products are condensed in double layer exchangers equipped with interior baffles to improve the heat exchange in the condenser. The plant operates under vacuum conditions, which is produced by means of a Venturi ejector, through which a liquid hydrocarbon circulates providing pressure levels around 50 mbar, depending on the temperature level of the fluid.

### 3.2.24 Planta piloto de pirólisis intermedia de biomasa

**Marca-modelo:** Fabricación propia.

**Capacidad:** 20 kg/hora.

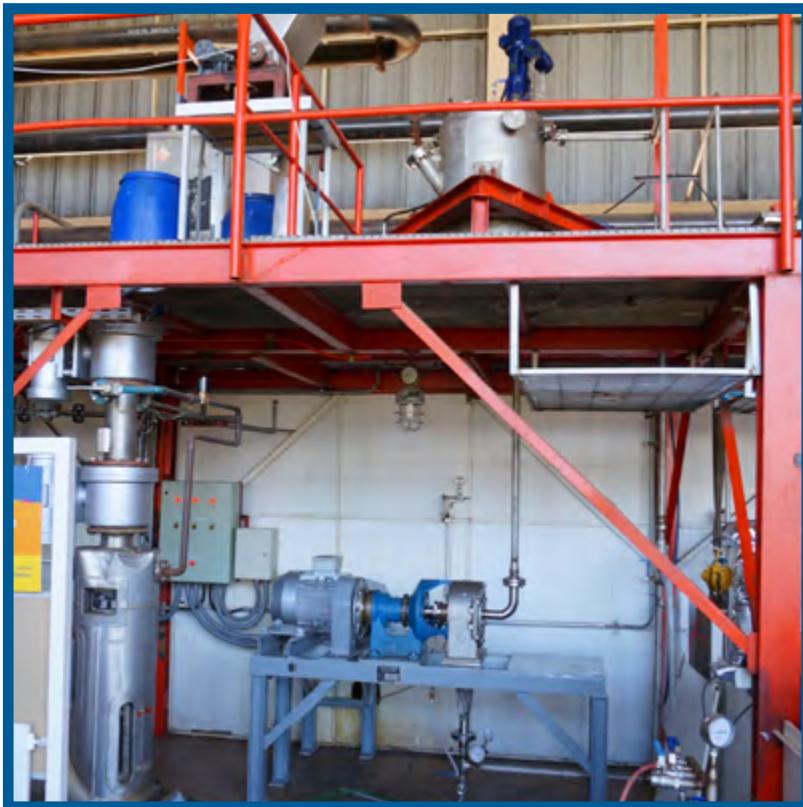
**Descripción:** La planta piloto de pirólisis intermedia está compuesta por un horno rotatorio de atmósfera inerte, construido en acero Nigrofer 3220H ASTM B. La energía necesaria para la reacción de pirólisis es entregada por diez quemadores de gas licuado. El carbono generado en el proceso es depositado en buzones a la salida del horno y los gases son conducidos a un filtro caliente de metal sinterizado (20 micrones), para separar el material particulado; posteriormente, éstos pasan por intercambiadores de calor, donde condensan parcialmente y se recupera el bio-oil. Los incondensables son quemados en una antorchá.

### Pilot plant of biomass intermediate pyrolysis

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

**Capacity:** 20 kg/hour.

**Description:** The intermediate pyrolysis pilot plant consists of an inert atmosphere rotary kiln, built in Nigrofer 3220H ASTM B steel. The energy required for the pyrolysis reaction is supplied by ten liquefied gas burners. The carbon generated in the process is deposited in containers at the kiln outlet and the gases are conducted to a hot sintered metal filter (20 microns) to separate the particulate material; then, they pass through heat exchangers, where they partially condense and the bio-oil is recovered. The uncondensables are burned in a torch.



### 3.2.25 Planta piloto de producción de Microfibrillas de Celulosa (MFC)

**Marca-modelo:** Elaboración propia centrado en el refinador de discos marca Andritz, modelo 12-1C.

**Capacidad:** 20 kg/día.

**Descripción:** La planta piloto de producción de MFC está compuesta por un refinador de discos marca Andritz, con un tamaño del disco de 12 pulgadas. La materia prima es cargada en un recipiente de acero inoxidable con una capacidad máxima de 500 L, la cual es impulsada al refinador por medio de una bomba centrífuga de álabes abiertos. La solución celulosa-agua es recirculada por la planta un número determinado de veces, hasta obtener el producto viscoso deseado conocido como MFC.

### Pilot plant for production of Cellulose Microfibrils (CMF)

**Brand and model:** Own manufacture focused on the disc refiner Andritz, model 12-1C.

**Capacity:** 20 kg/day.

**Description:** The CMF production pilot plant is composed of an Andritz disc refiner with a 12-inch disc size. The raw material is loaded into a stainless steel container with a maximum capacity of 500 L, which is fed to the refiner through an open vane centrifugal pump. The cellulose-water solution is recirculated by the plant a certain number of times, until the desired viscous product (known as CMF) is obtained.

### 3.2.26 Planta piloto Fotorreactores Solares para tratamiento de aguas

**Marca-modelo:** Elaboración propia.

**Capacidad:** entre 250 a 2500 L/h por metro cuadrado de fotoreactor.

**Descripción:** Esta planta piloto está compuesta por fotoreactores conectados a un tanque de agua y una bomba de diafragma, con paneles de aluminio anodizado y tubos de borosilicato por donde circula el agua y los materiales fotoactivos. Uno de los fotoreactores se utiliza para realizar oxidación de moléculas emergentes contaminantes y microorganismos patógenos, generando agua ultra pura y CO<sub>2</sub>. El otro está diseñado para hacer reducción de metales tóxicos como arsénico, cromo, cadmio, mercurio, etc., donde además se pueden recuperar metales preciosos como oro, platino, plata, entre otros. Ambos fotoreactores utilizan 2 tipos diferentes de biocarbonos compuestos con Titánio, producidos en UDT, para realizar las reacciones de oxidación o reducción según el interés.

### Solar photo-reactor Pilot plant for water treatment

**Brand and model:** UDT- owned and manufactured.

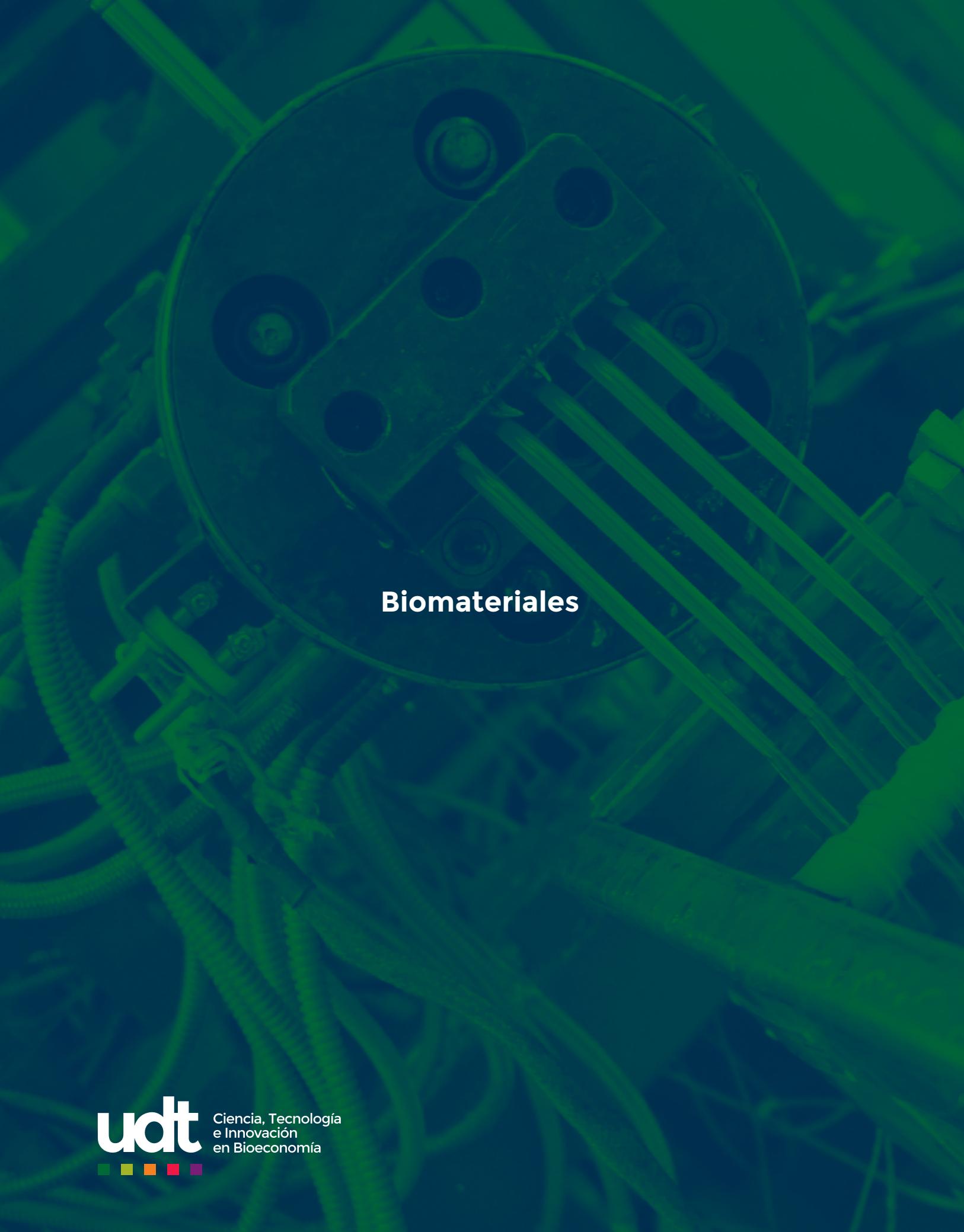
**Capacity:** 250 to 2500 L /h per square meter of photoreactor.

**Description:** This pilot plant is composed of photoreactors connected to a water tank and a diaphragm pump with anodized aluminum panels and borosilicate tubes through which the water and photoactive materials circulate. One of the photoreactors is used to carry out the oxidation of emerging contaminating molecules and pathogenic microorganisms, generating ultra pure water and CO<sub>2</sub>. The other is designed to reduce toxic metals (e.g., arsenic, chromium, cadmium, mercury), where precious metals (e.g., gold, platinum, silver) can be recovered. Both photoreactors use two different types of titanium-biochar composites, produced at UDT, to perform the desired oxidation or reduction reactions.

## Áreas de Trabajo







# Biomateriales



Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía





# 4.1

## Biomateriales Biomaterials

### Ámbito de trabajo

El consumo de plástico en Chile es del orden de las 900.000 toneladas anuales (50 kg/habitante/año), siendo los plásticos más utilizados los polietilenos de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), polipropileno (PP) y polietilenetereftalato (PET). El principal ámbito de trabajo del Área Biomateriales se relaciona con la aplicación de plásticos en el sector envases y embalajes, industria forestal, agricultura, comercio y construcción. Se busca hacer frente al negativo impacto ambiental de los plásticos de origen fósil, debido a su alta estabilidad en el ambiente y consiguiente degradación extremadamente lenta. Esta característica se contrapone con el hecho que gran parte de los productos que los contienen son usados por muy poco tiempo.

Ante este escenario, una de las líneas prioritarias del Área es la formulación de plásticos biodegradables. Las principales materias primas usadas son almidón termoplástico, ácido poliláctico (PLA) y acetato de celulosa; cargas orgánicas como algas, fibras y microfibrillas de celulosa, y diferentes tipos de aditivos y compatibilizantes. Las aplicaciones principales están en el ámbito forestal (tubetes), agrícola (mulch, sujetadores, pinzas porta injerto), empaques de alimentos (envases flexibles mono y multicapa, envases termoformados) y comercio (bolsas y productos inyectados).

Adicionalmente, el sector de empaques para alimentos requiere de materiales plásticos con propiedades activas que permitan que los alimentos exportados preserven su buena calidad durante su transporte. Tal es el caso de materiales con propiedades antimicrobianas o de baja permeabilidad a gases, que respondan a los requerimientos de la industria.

### Scope of Work

#### 4.1.1

The consumption of plastics in Chile is of the order of 900.000 tons per year (50 kg/inhabitant/year), with high and low-density polyethylenes (HDPE and LDPE), polypropylene (PP) and polyethyleneterephthalate (PET) being the dominant ones. The Biomaterials Department strives to develop applications of plastics in the container and packaging sector, forest industry, agriculture, trade and construction. Our purpose is to address the negative environmental impact of plastics derived from fossil fuels, due to their slow biodegradability. This feature contrasts with the fact that most of these products are used for a very short time.

Therefore, one of our priority R+D efforts is the formulation of biodegradable plastics. The main raw materials are thermoplastic starch, polyactic acid (PLA) and cellulose acetate, algae, cellulose microfibrils, as well as different types of additives and compatibilizers. The main products are tree-plant-containers, mulch, fasteners, rootstock clamps, mono and multilayer flexible containers, thermoformed containers as well as bags and injected products for trade industries.

In addition, the food packaging businesses requires plastics containing active properties that allow the exported food to preserve its high quality during transportation. Such is the case of materials possessing antimicrobial properties or low gas permeability.





UDT cuenta con la mayor capacidad instalada en el país para la caracterización y transformación de materiales plásticos, tanto a nivel laboratorio como piloto. Cabe destacar, la determinación de propiedades térmicas (DSC, TGA), reológicas (MFI, reómetro capilar) y mecánicas (máquina de ensayo universal, Impacto Charpy); equipos de mezcla (reómetro de torque, mezclador de alta velocidad), dos plantas de extrusión de materiales compuestos (capacidades de 25 y 100 kg/h, aproximadamente), una inyectora de 100 t de fuerza de cierre y una planta de producción de películas extruidas tipo película de soplado de tres capas.

En relación a la transferencia tecnológica e impacto en el mercado, cabe destacar el desarrollo de materiales compuestos madera-plástico, los que son utilizados por la empresa American Home (grupo Comberplast), para la fabricación de productos inyectados para el hogar (bandejas, basureros, secadores de platos, etc.), los cuales se comercializan en más de 15 tiendas de Sodimac, ubicadas en Santiago, Valparaíso y Concepción.

Las nuevas líneas de investigación del Área se refieren a la adición de valor al caucho reciclado, desarrollando diferentes productos elastoméricos, para el sector de la construcción, y materiales de alta resistencia al desgaste abrasivo en minería. También, la línea "Materiales Carbonosos", la que ha experimentado avances científicos notables, publicaciones ISI de alto impacto y proyectos de I&D empresarial, vinculados con el desarrollo de componentes de paneles solares fotovoltaicos y fotoreactores, para el tratamiento de aguas contaminadas.

At UDT we have the largest installed capacity in the country for characterization and transformation of plastic materials, both at laboratory and pilot levels. Important among these are the determination of thermal (DSC, TGA), rheological (MFI, capillary rheometer) and mechanical (universal test machine, Charpy Impact) properties; mixing equipment (torque rheometer, high speed mixer), two composite material extrusion plants (capacities of approximately 25 and 100 kg/h), a 100 t closing force injection moulding machine and a three-layer extruded blown film production plant.

We are also active in technology transfer and market assessment: we have recently developed of wood-plastic composite materials, which are used by the company American Home (Comberplast group) for the manufacture of injected household products (e.g., trays, trash cans, dish dryers), which are sold in more than a dozen Sodimac stores located in Santiago, Valparaíso and Concepción.

The new research lines of the Department are the addition of value to recycled rubber, the development of various elastomeric products for the construction industry, and of materials with high abrasive resistance for the mining industry. Our most recent area is in biomass-derived carbon materials. Here we are making remarkable scientific progress, publishing in high-impact journals and developing entrepreneurial R+D projects such as the development of photovoltaic components and photoreactors for treatment of contaminated water.

## Líneas de Investigación

### Research lines

### 4.1.2

#### Bio-Plásticos

- Compuestos madera-plástico extruidos e inyectados
- Almidones termoplásticos
- Plásticos biodegradables basados en PLA y PBAT
- Bioplásticos basados en algas chilenas

#### Bio-Plastics

- Extruded and injected wood-plastic compounds
- Thermoplastic starches
- Biodegradable plastics based on PLA and PBAT
- Bioplastics based on the Chilean algae

#### Plásticos funcionales

- Materiales con propiedades barrera al oxígeno
- Plásticos antimicrobianos basados en nanopartículas de cobre
- Envases termoformados con propiedades fungicidas
- Materiales espumados bioactivos
- Envases flexibles biodegradables de atmósfera modificada
- Materiales elastoméricos para aplicaciones de alto desempeño

#### Functional plastics

- Materials with oxygen barrier properties
- Antimicrobial plastics based in copper nanoparticles
- Thermoformed containers with fungicidal properties
- Bioactive foam materials
- Modified atmosphere biodegradable flexible packaging
- Elastomeric materials for high performance applications

#### Materiales carbonosos

- Materiales nanoestructurados y multifuncionales
- Bio-carbones aplicados a procesos de catálisis y fotocatálisis
- Nuevos materiales de carbono: nanotubos, fibras, espumas, grafenos

#### Carbon materials

- Nanostructured and multifunctional materials.
- Biochars for catalytic and photocatalytic processes.
- New graphene-based materials: nanotubes, fibers, foams, graphene nanoribbons.

## Proyectos destacados

### Productos biodegradables y bioactivos a base de algas Proyecto INNOVA

#### Problema/oportunidad:

Los plásticos son utilizados desde hace años en la agricultura, actividad que demanda productos especializados, como bolsas y contenedores, para plantas en sus primeras etapas de vida y el uso de pinzas, para realizar injertos. Las ventajas de estos productos son su rápida producción y bajo costo, y sus desventajas la generación de gran cantidad de residuos que afectan la productividad de los terrenos y el medio ambiente. Además, en el procedimiento de injerto, las plantas son atacadas por patógenos del suelo, generando importantes pérdidas.

Este escenario motiva una alta demanda por nuevas herramientas y productos con propiedades biodegradables y bioactivas. El negocio potencial es de \$6 mil millones anuales en Chile y de \$7 mil millones en países como Brasil.

En el contexto planteado, el año 2011 se ejecuta el proyecto Fondef D10-I1158 "Desarrollo de materiales termoplásticos a partir de biomasa macroalgal", cuyo resultado fue la producción de prototipos biodegradables para bolsas, contenedores y pinzas, validando a escala laboratorio las propiedades biodegradables y bioactivas de los prototipos y de la biomasa macroalgal. Además, se realizó una solicitud de patente por los resultados obtenidos, como base para el negocio tecnológico.

El actual Proyecto INNOVACHILE CORFO "Productos biodegradables fabricados a partir de biomasa macroalgal, su aplicación y validación técnica-económica para el sector agrícola" tiene como principal objetivo escalar, validar y empaquetar la producción de bolsas y contenedores biodegradables y pinzas bioactivas a partir de biomasa macroalgal, que permita establecer los parámetros óptimos de operación, la validación en terreno de los productos y trazar las estrategias del modelo de negocio y de comercialización. Estos desafíos son enfrentados de manera conjunta por la Universidad y las empresas asociadas Induplas Ltda., Solquim Ltda. y Terranatur S.A.

## Current projects

### 4.1.3

### Biodegradable and bioactive products based on algae INNOVA Project

#### Problem/opportunity:

Plastics have been used for years in agriculture, an activity that demands specialized products, such as bags and containers for plants in their early stages of life and the use of clamps to make grafts. The advantages of these products are their rapid production and low cost, and their disadvantages are the generation of large amounts of waste that affect land productivity and the environment. In addition, in the grafting process plants are attacked by soil pathogens, generating significant losses.

This scenario motivates a high demand for new tools and products with biodegradable and bioactive properties. The potential business is \$6 billion annually in Chile and \$7 billion in countries like Brazil.



In this context, our early Fondef project D10-I1158 "Development of thermoplastic materials from macroalgal biomass" (2011), resulted in the production of biodegradable prototypes for bags, containers and clamps, validating the biodegradable and bioactive properties of prototypes and macroalgal biomass at the laboratory scale. In addition, a patent application was filed, as a basis for technology application.



As a follow up, the current INNOVACHILE CORFO Project "Biodegradable products made from macroalgal biomass, their application and technical-economic validation for the agricultural sector" pursues the scale-up, validation and packaging of this process, targeting biodegradable bags and containers as well as bioactive clamps; we are defining optimal operational parameters, validating the products in the field and outlining business strategies and a marketing model. In this challenges we have joined forces with the University of Concepción and partnered with companies Induplas Ltda., Solquim Ltda. and Terranatur S.A.

**Resultados:**

Se localizaron bancos naturales del *Ulva* spp. en la bahía de Coliumo y recolectaron 600 Kg de biomasa. Esta materia prima se procesó, permitiendo obtener biomasa limpia, seca y tamizada, para diseñar y ensayar formulaciones.

Se comprobó que el tipo de solvente utilizado incide en la extracción de los compuestos bioactivos, los que posteriormente a su vez influyen en la capacidad antioxidante. Por lo general, cuatro horas de incubación es suficiente, para extraer una alta proporción de los compuestos con actividad antioxidante. La variación de la temperatura también tiene incidencia en la extracción de compuestos bioactivos, afectando la capacidad antioxidante de los extractos.

Se lograron formulaciones de compuestos biodegradables y compostables para extrusión e inyección. Para extrusión, se produjo dos compuestos, cuyas formulaciones contuvieron 5% y 10% de harina de alga. Estas proporciones no alteraron el perfil térmico de extrusión de los compuestos, pudiendo ser procesados eficientemente. Este material servirá para la fabricación de bolsas biodegradables para almácigos que se utilizarán en la producción de plántulas en vivero.

Las formulaciones para inyección incluyeron los polímeros PBAT y PLA, además de cargas de algas de hasta un 40%. La combinación de ambos polímeros es beneficiosa y, en el caso de los compuestos grado inyección, favorecen la estabilidad del compuesto y las características plásticas del material, una buena fluidez y una disminución de la fragilidad (o resistencia al impacto). El material de inyección se utilizará para la fabricación de envases tipo contenedores que se emplean en la producción de plantas, preferentemente frutícolas.

**Results:**

Natural *Ulva* spp. were found in the bay of Coliumo and 600 kg of biomass were collected. This raw material was processed and clean, dry and sieved biomass was obtained for design and test formulations.

It was found that the type of solvent used affects the extraction of bioactive compounds, which in turn influences the antioxidant capacity. Generally, four hours of incubation is sufficient to extract a high proportion of compounds with antioxidant activity. The variation of temperature also influences bioactive compound extraction, affecting the antioxidant capacity of extracts.

Formulations of biodegradable and compostable compounds for extrusion and injection were thus achieved. For extrusion, two compounds were produced whose formulations contained 5% and 10% seaweed meal. These proportions did not alter the thermal extrusion profile of compounds, as these continued to be processed efficiently. This material will be used to manufacture biodegradable bags for seedlings to be used in nursery applications.

Injection formulations included PBAT and PLA polymers, in addition to algae loads of up to 40%. The combination of both polymers is beneficial and, in the case of injection-grade compounds, favors compound stability and plastic behavior of the material, as well as good flowability and a decrease in fragility (or impact resistance). The injection material will be used for manufacturing container-type packaging needed in the production and storage of plants, preferably fruits.

## Producción y validación de envases biodegradables tipo clamshell

Proyecto FONFEF, Programa IDeA

### Problema/oportunidad:

Los envases tienen un impacto directo en la industria frutícola mundial. Los productos frescos deben seguir una larga cadena de comercialización, desde los productores a las empresas manufactureras y el consumidor final. Los envases deben asegurar que el producto fresco llegue en las mejores condiciones a su destino, con mínimas pérdidas causadas por el deterioro de la fruta durante su almacenamiento y transporte.

Gran porcentaje de la fruta de exportación chilena se almacena y transporta en envases fabricados con materiales plásticos convencionales, derivados del petróleo. Estos envases tienen una corta vida útil, sin embargo, el material del que se les fabrica permanece estable por cientos de años. Si bien el reciclaje es importante, no es suficiente para evitar la acumulación de residuos plásticos.

Frente a esta realidad, la industria de los plásticos biodegradables, cuyo impacto ambiental es menor al de los materiales convencionales derivados del petróleo, está creciendo. El proyecto Fondef D08I1191 "Envases termoplásticos biodegradables para la industria frutícola nacional" nació en base al interés de empresas del sector exportador frutícola en cumplir con los requerimientos, regulaciones y normativas ambientales de los mercados de destino de la fruta chilena. Después de dos años de desarrollo, se pudo obtener una formulación de un material compuesto biodegradable, caracterizada y validada a nivel laboratorio y piloto, basado en ácido poliláctico (PLA). Esta formulación fue protegida mediante una solicitud de patente.

Las ventajas del material compuesto biodegradable desarrollado son: (i) procesabilidad por extrusión y termoformado, (ii) transparencia igual a la del PET virgen y superior al PET reciclado, (iii) muy buena elongación a la ruptura, (iv) excelente resistencia a la tracción y mayor resistencia a la flexión que el PET y (v) facilidad de corte e impresión.

Frente a estos resultados auspiciosos se planteó el proyecto Fondef IT13120057 "Producción y validación de envases biodegradables tipo clamshell para el empaque y transporte de frutas de exportación", el que tiene por objetivo escalar la producción de envases biodegradables tipo clamshell, para su uso industrial en el sector frutícola nacional. Las empresas asociadas a esta iniciativa son Petroquím, Ultrapac Sudamericana (Filial Integrity) y Agrícola y Ganadera Río Cato Ltda.

## Production and validation of biodegradable clamshell containers

FONFEF Project, IDeA Program

### Problem/opportunity:

Containers have a direct impact on the world fruit industry. Fresh products must follow a long marketing chain from producers to manufacturing companies and the final consumer. The containers must ensure that fresh product arrives to its destination in optimal conditions with minimum losses caused by fruit deterioration during storage and transportation.

A large percentage of Chilean export fruit is stored and transported in containers made from conventional petroleum-derived plastic materials. They have a short shelf life, but the material from which they are made remains stable for hundreds of years. While recycling is important, it is insufficient to prevent the problematic accumulation of plastic waste.

Faced with this reality, the biodegradable plastics business is a fast-growing industry. The Fondef project D08I1191 "Biodegradable thermoplastic containers for the national fruit industry" was born based on the interest of fruit export companies to comply with the requirements, regulations and environmental norms of their destination markets. After two years of development, a formulation of a biodegradable composite material was obtained, characterized and validated at laboratory and pilot levels, based on polylactic acid (PLA). This formulation was protected by a patent application.

Its advantages are: (i) processability by extrusion and thermoforming, (ii) transparency equal to that of virgin PET and higher than that of recycled PET, (iii) very good elongation at break, (iv) excellent tensile strength resistance and greater bending strength than PET, and (v) ease of cutting and printing.

As a follow-up to these auspicious results, the objective of Fondef project IT13120057 "Production and validation of clamshell-type biodegradable containers for packaging and transport of export fruits" is to scale-up the production of biodegradable clamshell-type containers for industrial use by the national fruit sector. The companies participating in this initiative are Petroquím, Ultrapac Sudamericana (Integrity Branch) and Agrícola y Ganadera Río Cato Ltda.



**Resultados:**

Se escaló la producción de envases biodegradables tipo clamshell a nivel industrial, a partir de un material compuesto biodegradable en base a ácido poliláctico (PLA) más aditivos. Los envases fueron fabricados con las técnicas y equipamiento tradicionales de extrusión y termoformado.

Los productos cumplen las características técnicas de transparencia, termoresistencia (altas y bajas temperaturas), resistencia a compresión y apilamiento, propiedades requeridas para su uso en el envasado y transporte de frutas de exportación, permitiendo la conservación de la fruta en condiciones idóneas, además de mantener sus propiedades funcionales durante toda la cadena de frío hasta llegar al consumidor final. Dentro de las propiedades técnicas a destacar están su buena procesabilidad en fundido, resistencia a la tracción, facilidad de corte y propiedades funcionales adecuadas, para la exportación de frutas.

Los envases fueron validados en condiciones reales de uso mediante el envío de un pallet piloto a Alemania, reportándose un excelente desempeño del envase y el arribo del producto contenido en perfectas condiciones.

El desarrollo del proyecto permitió demostrar la capacidad de UDT de desarrollar envases biodegradables para la industria de "food packaging". Asimismo, fortaleció el vínculo entre la empresa privada y la universidad, mediante un trabajo conjunto, que fortalece el posicionamiento de las empresas chilenas en mercados internacionales, utilizando materiales eco-amigables en los mercados de destino de la fruta chilena.

**Results:**

The production of clamshell-type biodegradable containers at the industrial level was scaled-up from a biodegradable material based on polyactic acid (PLA) plus additives. The containers were manufactured using traditional extrusion and thermoforming techniques and equipment.

The products comply with the technical characteristics of transparency, thermo-resistance (at high and low temperatures), resistance to compression and stacking, properties required for packaging and transportation of export fruits and allowing fruit preservation in suitable conditions, besides maintaining their functional properties all the way to the final consumer. Among their technical features, good melt processability, tensile strength, ease of cutting and suitable functional properties are worthy.

The containers were validated in actual-use conditions by sending a pilot pallet to Germany, reporting excellent packaging performance and the product arrival in perfect conditions.

The execution of this project demonstrated the ability of the UDT to develop market-ready products for a very demanding industry. It also strengthened the links between private companies and the University through collaborative work. This in turn helps to further strengthen the position of domestic companies in international markets, by developing eco-friendly materials for the Chilean fruit destination markets.

# Bioenergía





**Bioenergy**

# 4.2

## Bioenergía Bioenergy

### Ámbito de trabajo

La biomasa es una fuente renovable con alto potencial para la producción de compuestos químicos, materiales y energía. En las últimas décadas el interés por desarrollar tecnologías que permitan un aprovechamiento eficiente y sostenible de biomasa ha ganado gran relevancia a nivel mundial. Los esfuerzos se han centrado en desplazar el uso tradicional, poco eficiente y con alto impacto ambiental, por rutas de conversión más eficientes, para la obtención de productos energéticos y la producción de productos intermedios orientados a la industria química y de materiales, bajo el concepto de biorrefinerías.

En el contexto nacional, donde la actividad forestal ocupa un lugar destacado en la economía del país y la industria maderera y de pulpa está bien desarrollada, el aprovechamiento de la biomasa residual cobra una relevancia especial. Por ello, el Área de Bioenergía se aboca al desarrollo de tecnologías que apuntan al uso eficiente de la biomasa, tanto para fines energéticos como para obtención de químicos y materiales. Se desarrolla investigación aplicada en procesos de conversión termoquímica de biomasa lignocelulósica, para la producción de biocombustibles y productos químicos; en particular, en procesos de pirólisis rápida, pirólisis lenta, torrefacción, carbonización hidrotermal, gasificación y co-combustión de carbón y biomasa. Otro ámbito de interés reciente es el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía térmica de baja temperatura, para aplicaciones en sistemas de calefacción que permitan un uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de energía solar.

Paralelamente, se trabaja en la realización de estudios para organismos públicos en torno a sistemas de calefacción más eficientes. Es así como se realizó un

### Scope of Work

#### 4.2.1

Biomass is a renewable resource with a high potential for production of chemical compounds, materials and energy. In recent decades, the interest in developing technologies that allow an efficient and sustainable use of biomass has gained worldwide importance. Efforts are focused on replacing traditional, inefficient and high-environmental-impact use with more efficient conversion routes to obtain not only fuels but also intermediate products for the chemical and materials industries under the concept of a 'biorefinery'.

In the national context, where forestry occupies a prominent place in Chile's economy and the timber and pulp industry is well developed, use of residual biomass is of special relevance. Therefore, the Bioenergy Department is dedicated to the development of technologies to use biomass efficiently, both for fuels and chemicals and materials. We work on thermochemical conversion of lignocellulosic biomass with emphasis on both fast and slow pyrolysis, torrefaction, hydrothermal carbonization, gasification and co-combustion of coal and biomass. Another area of recent interest is the development of low-temperature thermal energy storage for applications in heating systems that enable efficient use of energy and the use of solar energy.

We are also performing studies for the public authorities on more efficient heating systems, (e.g., use of industrial residual heat for district heating in the Metropolitan area





estudio sobre el aprovechamiento de calores residuales industriales, para proyectos de calefacción distrital en la zona de Concepción Metropolitano, como una medida de reducción de las emisiones de material particulado asociado al uso de leña residencial, con beneficios adicionales en eficiencia energética y reducción de gases efecto invernadero. A su vez, en el último año se han realizado esfuerzos crecientes en transferir conocimientos y llegar al mercado con tecnologías y productos de I+D. En este sentido, se ha trabajado en la construcción de una planta demostrativa para la producción de humo líquido, un aditivo para la industria de alimentos, a partir de un proceso de pirólisis intermedia de maderas nacionales. En este desafío participa una empresa nacional, líder en la producción de aditivos alimenticios.

Durante los dos últimos años el Área de Bioenergía ha tenido avances importantes en el escalamiento de procesos y en la generación de conocimiento científico y tecnológico. La incorporación de investigadores con dedicación exclusiva trajo consigo un incremento relevante en el desarrollo de investigación fundamental y en el número e impacto de los indicadores científicos.

of Concepción, as a measure for reducing particulate matter emissions associated with additional benefits in energy efficiency and reduction of greenhouse gases). Over the last years, we made increasing efforts to transfer knowledge and reach the market with our processes and products. One example is the construction of a demonstration plant for producing of liquid smoke, an additive for the food industry, based on intermediate pyrolysis of domestic wood. A national company, leader in the production of food additives, is our partner in this project.

During the last two years, the Bioenergy Department has made important progress in process scale-up as well as the generation of scientific and technological knowledge. The incorporation of full-time investigators resulted in a significant increase in our fundamental research and the number and impact of our scientific publications.

## Líneas de Investigación

### Research Lines

### 4.2.2

- |   |  |
|---|--|
| <p> <b>Pirólisis rápida de biomasa y biopolímeros (taninos y lignina)</b></p> <p> <b>Pirólisis lenta de biomasa</b></p> <p> <b>Gasificación y depuración de gases</b></p> <p> <b>Densificación energética de biomasa para producir combustibles sólidos estandarizados (pelletización, torrefacción)</b></p> <p> <b>Sistema de almacenamiento térmico de energía con material de cambio de fase (PCM)</b></p> | <p><b>Fast pyrolysis of biomass and biopolymers (tannins and lignin)</b></p> <p><b>Slow pyrolysis of biomass</b></p> <p><b>Gasification and gas purification</b></p> <p><b>Biomass energy densification to produce standardized solid fuels (pelletizing, torrefaction)</b></p> <p><b>Thermal energy storage system with phase change material (PCM)</b></p> |
|---|--|

## Proyectos destacados

## Current projects

### 4.2.3

#### Producción de biochar a partir de residuos sólidos avícolas y porcinos

Proyecto FIC

##### Problema/oportunidad:

La industria pecuaria en la Región del Biobío concentra 1,5 millones de aves (principalmente gallinas ponedoras) y 93 mil cabezas de cerdo (Fuente: INE, 2015). Uno de sus desafíos es avanzar hacia una producción sustentable, siendo el manejo de sus residuos (purines, estiércol, aserrín, virutas y plumas, entre otros) la etapa crítica, desde puntos de vista ambiental y social.

Si bien existen alternativas para el tratamiento de los residuos (uso como abono, compostaje o digestión anaeróbica), ninguna resuelve completamente los problemas asociados a su generación como, por ejemplo, los olores emanados por los compuestos nitrogenados en descomposición.

Una alternativa innovadora para la valorización de guano es la producción de biochar o biocarbón, mediante un proceso de pirólisis lenta. El biochar es un material carbonoso que se puede obtener de distintas biomasas, mediante un proceso de descomposición térmica en un ambiente reducido o libre de oxígeno, a temperaturas relativamente moderadas (<700°C). Este material presenta propiedades benéficas para el uso agrícola, al mejorar la retención de agua, aportar carbón al suelo y estimular la actividad metabólica de la biomasa microbiana en el suelo.

En este contexto, el proyecto “Producción de biochar y energía térmica como mecanismo para la valorización de residuos sólidos provenientes de planteles avícolas y porcinos en la Región del Biobío” buscó establecer los fundamentos técnicos y económicos para la implementación de sistemas de pirólisis para la producción simultánea de biochar y energía térmica, a partir de residuos avícolas y porcinos.

#### Production of biochar from poultry and swine solid waste

FIC Project

##### Problem/opportunity:

The livestock industry in the Biobío Region concentrates 1.5 million birds (mainly laying hens) and 93 thousand pig heads (Source: INE, 2015). One of its challenges is to move towards a sustainable production, being management of waste (e.g., slurry, manure, sawdust, chips and feathers) the critical stage from environmental and social points of view.

Although there are other options for waste treatment (e.g., use as fertilizer, composting or anaerobic digestion), none completely resolves the problems associated with its generation, (e.g., odors emitted by decomposing nitrogen compounds).

An obvious alternative for recovery of guano is biochar production by slow pyrolysis. Biochar is a carbonaceous material that can be obtained from different types of biomass through a process of thermal decomposition in a reduced or oxygen-free environment at moderate temperatures (<700°C). It has beneficial properties for agricultural use by improving water and nutrient retention of the soil and stimulating metabolic activity of microbial biomass in the soil.

In this context, the project “Production of biochar and thermal energy as a mechanism for the recovery of solid waste from poultry and swine farms in the Biobío Region” sought to establish a techno-economic basis for the implementation of a pyrolysis system to simultaneously produce biochar and thermal energy from poultry and swine residues.



**Resultados:**

El biochar producto de la pirólisis de residuos avícolas y porcinos debe tener características adecuadas, para su uso en el sector agrícola de forma segura y estable. Por ello, se analizó el efecto de la temperatura y tiempo de reacción sobre el rendimiento de productos y las propiedades de interés en el biochar (pH, conductividad eléctrica, fósforo disponible y capacidad encalante). Además, se realizaron pruebas agrícolas, para determinar el comportamiento del biochar sobre suelos característicos de la Región del Biobío y su aporte al desarrollo de cultivos.

El estudio a escala de laboratorio determinó que las mejores condiciones de pirólisis de residuos avícolas y porcinos, para la generación de biochar son temperatura de 500°C y tiempo de reacción de 10 minutos. Bajo estas condiciones, el guano de ave mostró un buen rendimiento de biochar, mayor al obtenido a partir de guano de cerdo. La diferencia de rendimientos radica principalmente en las cenizas, a mayor contenido de cenizas, mayor contenido de biochar.

Los resultados muestran que el proceso de pirólisis promueve un aumento en el pH y en la cantidad de fósforo disponible, mientras que las pruebas de toxicidad indican que ambos tipos de biochar no son tóxicos frente a semillas sensibles, aún en cantidades grandes. Respecto a la actividad biológica, se observó un incremento de la biomasa microbiana, mayor en el caso del biochar de guano que de cerdo. A nivel de invernadero, se midió el rendimiento en base a materia seca para un cultivo de gramínea forrajera, los resultados mostraron que el uso de biochar mejoró considerablemente el rendimiento de biomasa, especialmente el biochar de ave (de 2 a 6 veces mayor al control).

También se desarrolló un esquema del procesamiento de residuos ganaderos que contempla las etapas de secado, pirólisis, combustión de los gases de pirólisis, integración energética y limpieza del gas de combustión. Se evaluó el efecto de la humedad inicial de la materia prima sobre el requerimiento energético. Los resultados determinaron que el proceso es térmicamente autónomo, para humedades bajo 65% y 57% para guano de ave y cerdo, respectivamente.

**Results:**

The biochar product must have adequate characteristics to be used in the agricultural sector in a safe and stable manner. Therefore, the effect of temperature and reaction time on product yield and the properties of interest (pH, electrical conductivity, available phosphorus) as well as scale-up capacity, were analyzed. In addition, agricultural tests were conducted to determine the behavior of biochar in soils typical of the Biobío Region and its contribution to crop development.

The laboratory-scale study determined that the best pyrolysis conditions for biochar generation are 500°C and residence time of 10 minutes. Under these conditions, bird guano had a higher biochar yield than pig guano. The difference in yields reflects their different ash contents.

The pyrolysis process was shown to promote an increase in the pH and amount of available phosphorus, while toxicity tests indicated that neither type of biochar is harmful for sensitive seeds, even in large quantities. Regarding biological activity, a microbial biomass increase was observed, to a greater extent in the case of guano biochar. At the greenhouse level, dry-matter-based yield was measured for a forage grass crop; use of biochar significantly improved biomass yield, especially the bird biochar (2 to 6 times greater than control).

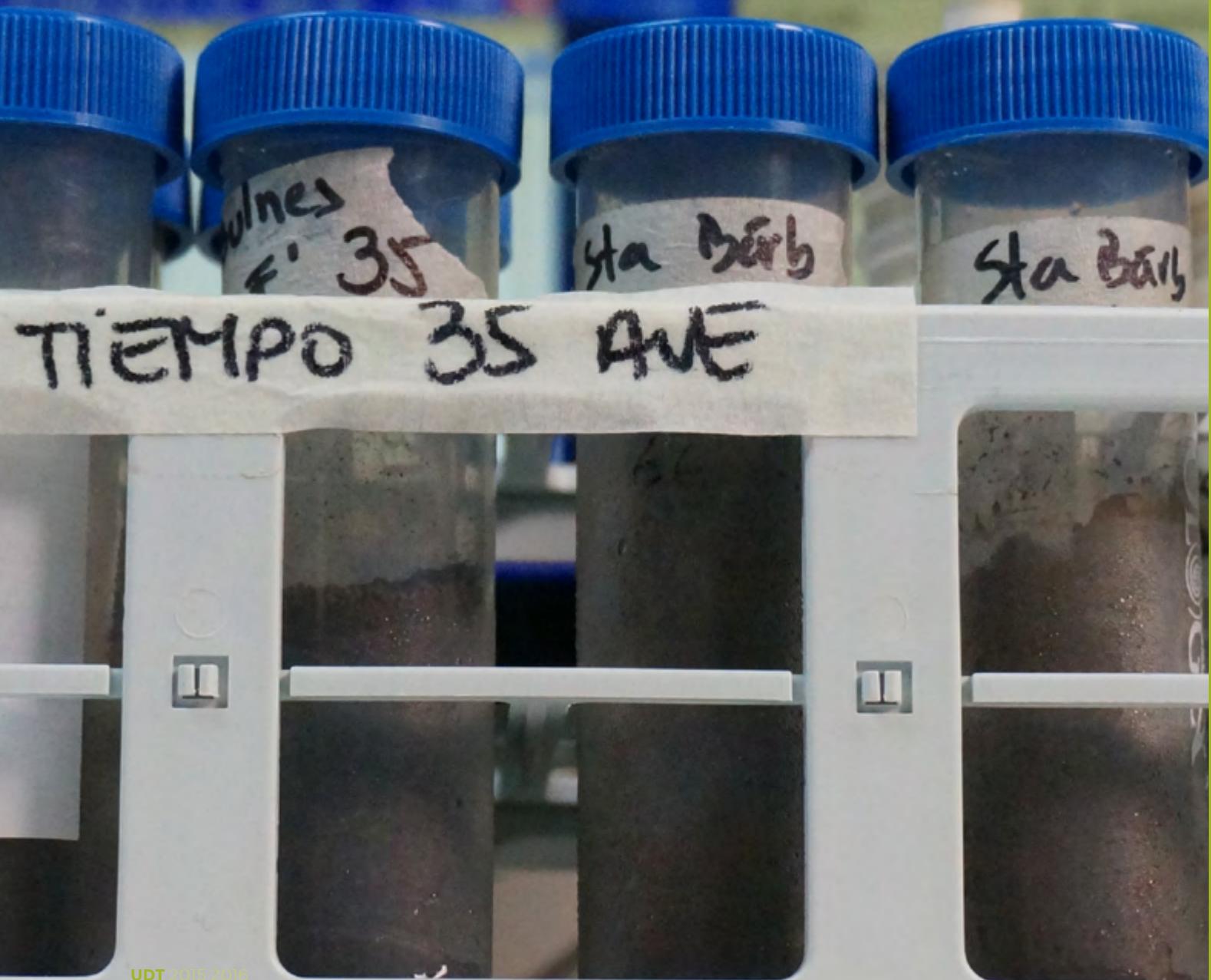
A livestock waste processing flow diagram was also developed, it includes the stages of drying, pyrolysis, pyrolysis gas combustion, energy integration and clear-up combustion gas. The effect of raw material moisture on energy requirements was also evaluated. The process was found to be autothermal for humidity levels below 65% and 57% for poultry and pig guano, respectively.

Para la evaluación económica, se consideró un periodo de 5 años y 2 tamaños de planta, según la realidad de las Pymes de la Región, una de 3,8 ton/año de biochar y otra de 0,5 ton biochar/año. Los resultados arrojaron precios de venta de biochar de entre 300 USD/ton y 900 USD/ton, dependiendo del tamaño de la planta. Según los datos de mercado, el precio internacional promedio de venta del biochar es de 2.500 USD/ton y los precios de fertilizantes en el país oscilan entre 400 y 950 USD/ton, por lo que ambos tamaños de planta son viables.

La alternativa tecnológica de valorización de residuos orgánicos provenientes de planteles avícolas y porcinos mediante pirólisis lenta, abordada en este estudio, muestra que es una opción técnica, económica y ambientalmente viable para las Pymes de la Región del Biobío. Además, esta solución tecnológica puede ser replicada con éxito en el resto del país.

The preliminary economic evaluation considered a period of 5 years and 2 plant sizes, taking account of the reality of small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Region: one of 3.8 tons biochar/year and another of 0.5 tons biochar/year. The resulting sales prices ranged from 300 to 900 USD/ton, depending on plant size. According to market data, the average international sales price of biochar is 2.500 USD/ton, whereas fertilizer prices in Chile are 400-950 USD/ton; this makes both plant sizes viable.

The technological alternative for recovery of organic residues from poultry and swine farms through slow pyrolysis shows therefore that it is a technically, economically and environmentally viable option for SMEs in the Biobío Region. It can be replicated successfully in the rest of the country as well.



## Compuestos aromáticos a partir de corteza de pino

Proyecto INNOVA CHILE

### Problema/oportunidad:

Los mercados están demandando crecientemente productos químicos basados en materias primas renovables, producidos de manera responsable, con bajos requerimientos energéticos y mínimo impacto ambiental. En este sentido, los compuestos aromáticos son objeto de cuestionamientos, debido a que derivan del petróleo (y, en menor medida, del carbón), su producción requiere de grandes plantas productivas y muchas veces tiene una huella ecológica muy negativa.

Chile posee cuantiosos recursos forestales, siendo las plantaciones de *Pinus radiata D. Don*, las de mayor importancia. Su procesamiento en aserraderos genera grandes volúmenes de corteza, la que actualmente es usada como combustible industrial, con un muy bajo valor agregado. Entre los componentes de la corteza destacan las catequinas, con diversos grados de condensación (taninos), las que representan cerca del 30% en peso del material. Estas catequinas son compuestos aromáticos, cuyos monómeros contienen un grupo sustituyente catecol, el que puede ser liberado mediante un tratamiento termoquímico determinado.

Cada unidad monomérica contiene un grupo catecol (anillo B), el que corresponde a aproximadamente un 37% de la masa de taninos condensados; se estima que en promedio el contenido de catecolos presentes en la corteza de pino puede llegar hasta un 19%, dependiendo del contenido de taninos en la corteza. Por lo tanto, la corteza de pino representa una fuente renovable atractiva para la producción sustentable de catecolos, productos químicos con alto valor comercial (US\$2.000 - 6.000 por tonelada), utilizados principalmente como antioxidante en las industrias del caucho, química, fotografía, colorantes, grasas y aceites, así como en fertilizantes, cosméticos y en algunos productos farmacéuticos.

El proyecto "Obtención de compuestos aromáticos de interés comercial a partir de corteza de pino *radiata*" plantea generar catecolos, a través de una pirólisis rápida de taninos (un extracto rico en catequinas). Junto con optimizar las variables más importantes de operación, se propone evitar reacciones de degradación de los productos y condensación de compuestos secundarios; evaluar alternativas tecnológicas de separación y purificación, y proponer, al término del proyecto, un proceso de producción de catecolos a partir de corteza de pino *radiata* a nivel conceptual.

## Aromatic compounds from pine bark

INNOVA CHILE Project

### Problem/opportunity:

Markets are increasingly demanding chemicals based on renewable raw materials, produced responsibly, with low energy requirements and minimal environmental impact. In this sense, use of aromatic compounds is often questioned, because they are derived from oil (and to a lesser extent from coal), their production requires large productive plants and often they have a very negative ecological footprint.

Chile has large forest resources, the plantations of *Pinus radiata D. Don* being the most important ones. Their processing in sawmills generates large volumes of bark, which is currently used as industrial fuel, with a very low added value. Among the components of the bark, catechins with varying degrees of condensation (tannins) can be highlighted: they represent about 30% by weight of the material. These are aromatic compounds whose monomers contain a catechol substituent group, which can be released by virtue of a thermochemical treatment.

Each monomeric unit contains a catechol group (ring B), which corresponds to approximately 37% of the mass of condensed tannins; it is estimated that on average the catechol content of pine bark can reach up to 19%, depending on bark tannin content. Therefore, pine bark represents an attractive renewable source for sustainable production of catechols, chemical products with high commercial value (USD 2.000-6.000 per ton), mainly used as antioxidant in rubber, chemical, photography, colorant, fat and oil industries, as well as in fertilizers, cosmetics and some pharmaceuticals.

The project "Obtaining aromatic compounds of commercial interest from *radiata* pine bark" proposes to generate catechols through fast pyrolysis of tannins. Along with optimizing the most important variables, it is necessary to avoid product degradation and condensation of secondary compounds. We evaluated technological alternatives of separation and purification, and proposed, at the end of the project, a process of production of catechols from *radiata* pine bark.



## Resultados:

El proyecto cuenta con REBISA, Resinas del Bío-Bío S.A., como empresa asociada, y presenta resultados en 2 etapas: Conversión termoquímica de taninos de corteza de *Pinus radiata* y Fraccionamiento de bio-oil para la obtención de catecolos.

Primero se evaluaron las reacciones de descomposición termoquímica de taninos, mediante Py/GC-MS - micropirólisis (Py) acoplada a cromatografía gaseosa (GC) y espectrometría de masa (MS) - una herramienta poderosa para estudiar la pirólisis rápida de biomasa y biopolímeros. Lo anterior, considerando que el tiempo de residencia de los vapores en el micropirorolizador es sólo de unos milisegundos, lo que minimiza las reacciones secundarias de la pirólisis, permitiendo investigar las reacciones primarias de la pirólisis.

Los resultados de los análisis de micropirólisis de corteza y extractos de corteza muestran que éstos contiene un porcentaje importantes de polifenoles del tipo procianidinas (taninos condensables), compuestos interesantes de extraer de la corteza. Además, se puede apreciar que la fracción de tanino soluble, obtenida por un proceso de extracción desarrollado por UDT, contiene polifenoles de menor peso molecular y un contenido importante de azúcares, mientras que la fracción de tanino insoluble en agua es más rica en taninos y otros compuestos de alto peso molecular. Por lo tanto, la fracción de tanino insoluble es la materia prima más apropiada para la producción de catecolos a partir de la corteza de pino *radiata*.

La pirólisis rápida es un proceso en que un material es sometido a altas temperaturas por un corto período, obteniéndose un líquido (bio-oil), un sólido (biochar o biocarbón) y gases.

Los resultados muestran que la concentración de catecol y metilcatecol presente en el bio-oil de tanino insoluble es 2 a 3 veces superior a los valores obtenidos para corteza y corteza extraída. Específicamente, en la pirólisis de taninos insolubles, la concentración de catecol fue de 10.9 g por 100 g de bio-oil, mientras que en la pirólisis de corteza de pino se obtuvo un máximo de 4,93 g/100g de bio-oil a 600°C de temperatura. Para la corteza extraída, se obtuvieron los valores más bajos, con concentraciones cercanas a los 3,5 g/100g de bio-oil a 600 °C.

Los avances en la Etapa 2, Fraccionamiento de bio-oil para la obtención de catecolos, tienen relación con la búsqueda de un procedimiento para la separación y purificación de catecol y metilcatecol presentes en el bio-oil derivado de la pirólisis de taninos insolubles.

## Results:

This project has the support of REBISA, Resinas del Bío-Bío S.A., as our partner company, and presents results in two stages: (1) Thermochemical conversion of bark tannins from *Pinus radiata* and (2) Fractionation of bio-oil to obtain catechols.

First, the thermochemical decomposition of tannins was evaluated using a micropyrolysis (Py) unit coupled to a gas chromatograph (GC) and mass spectrometer (MS) - a powerful tool to study fast pyrolysis of biomass and biopolymers. The residence time of vapors in the micropyrolyzer is only a few milliseconds, which minimizes secondary reactions and allows us to optimize the yield and distribution of primary pyrolysis products.

The results for bark and bark extracts showed that they contain an important percentage of procyanidin-type polyphenols (condensable tannins), interesting compounds to extract from bark. In addition, the fraction of soluble tannins (obtained by an extraction process developed at UDT) contains lower molecular weight polyphenols and a significant sugar content, while the water-insoluble tannin fraction is richer in tannins and other high-molecular-weight compounds. Therefore, the insoluble tannin fraction is the most appropriate raw material for catechol production from *radiata* pine bark.

Fast pyrolysis is a process in which a raw material can be subjected to relatively high temperatures for a short period, obtaining different (and optimizable) proportions of liquid (bio-oil), solid (biochar) and gaseous products.

Its results show that catechol and methylcatechol concentration in insoluble tannin bio-oil is 2-3 times higher than that obtained for bark and extracted bark. Specifically, in the pyrolysis of insoluble tannins the concentration of catechol was 10.9 g per 100 g of bio-oil, whereas a maximum of 4.93 g/100g of bio-oil at 600 °C was obtained from pyrolysis of pine bark. For the extracted bark, the lowest values were obtained with concentrations close to 3.5 g/100g of bio-oil at 600 °C.

The progress in Stage 2, was focused on a search for an effective and efficient procedure that separates and purifies catechol and methylcatechol in the bio-oil derived from insoluble tannins.

Se planteó aplicar un fraccionamiento de bio-oil mediante la extracción líquido-líquido con solventes orgánicos. Se realizaron pruebas de solubilidad de bio-oil completo y de las fracciones orgánica (recolectada en el precipitador) y acuosa (recolectada en el condensador) por separado, determinándose que el solvente más apropiado para extraer la fase acuosa del bio-oil es n-butanol, mientras que para la fase orgánica es acetato de butilo.

En función de esto, se estudió la recuperación de catecol como compuesto clave para los ensayos de extracción líquido-líquido de las fracciones de bio-oil. Las variables estudiadas fueron temperatura de extracción y razón muestra/solvente, además de la cantidad de agua para el caso de la fracción orgánica. La respuesta evaluada fue la concentración de catecol.

Para la fracción orgánica el máximo valor de concentración se encontró con una razón de muestra/solvente de 2:1 y a una temperatura de 40°C, con una respuesta de 23,8% de catecol extraído. Para la fracción acuosa los resultados fueron que el máximo de concentración de catecol se halló en la razón de 1:1 muestra/solvente y a una temperatura cercana a los 25°C, lográndose una recuperación de catecol de 9.5%.

Los siguientes pasos del proyecto serán evaluar la extracción líquido-líquido de las fracciones de bio-oil bajo las condiciones experimentales óptimas encontradas en este estudio, con el fin de definir los parámetros para el diseño de un proceso de fraccionamiento mediante extracción líquido-líquido. Además, se estudiará una etapa consecutiva de purificación de cateoles, de manera de lograr una corriente rica en este producto.

It was proposed to apply fractionation by liquid-liquid extraction with organic solvents. Solubility tests of complete bio-oil and organic (collected in the precipitator) and aqueous (collected in the condenser) fractions were performed separately: the most appropriate solvent are n-butanol (aqueous phase) and butyl acetate (organic phase).

Based on this, recovery of catechol as a key compound for liquid-liquid extraction of bio-oil fractions was studied. The variables included were extraction temperature and sample/solvent ratio, in addition to the amount of water for the organic fraction. The evaluated response was the concentration of catechol.

For the organic fraction, the maximum concentration was obtained at sample/solvent ratio of 2:1 and 40°C, with a response of 23.8% of catechol extracted. For the aqueous fraction, the maximum catechol concentration was found for 1/1 sample/solvent ratio and at 25°C, achieving a catechol recovery of 9.5%.

The next steps in this ongoing will be to evaluate the liquid-liquid extraction of bio-oil fractions under the optimized experimental conditions, in order to define the design parameters of a liquid-liquid extraction process. In addition, a consecutive stage for purifying catechols will be studied in order to achieve a stream rich in this product.



# Bioproductos





**Bioproducts**

# 4.3

## Bioproductos Bioproducts

### Ámbito de trabajo

El área de Bioproductos desarrolla productos y procesos económicamente competitivos y factibles de escalar a nivel industrial, basados en materias primas vegetales y subproductos de la industria forestal y agrícola. Con ello, se busca valorizar subproductos y residuos, proteger al medioambiente y beneficiar a la sociedad.

El conocimiento fundamental se adquiere prioritariamente a nivel piloto. Se cuenta con experiencia y equipamiento a escala de laboratorio, y se interactúa estrechamente con investigadores de la Universidad; la colaboración con el Departamento de Análisis Instrumental, de la Facultad de Farmacia, y los Laboratorios de Productos Naturales, de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, y de Productos Forestales, de la Facultad de Ingeniería son particularmente estrechos.

El desarrollo de tecnología se realiza en una sala de procesos de conversión química con tecnología de punta, donde destacan diferentes plantas piloto de extracción, evaporación, destilación fraccionada y secado, y equipos para la fabricación de tableros reconstituidos de madera, entre otros. Este equipamiento y la capacidad ingenieril asociada, permite ejecutar proyectos de I+D+i, ofrecer servicios de investigación a empresas y apoyar a grupos de investigación extranjeros y nacionales que necesiten escalar procesos o producir demostrativamente.

### Scope of Work

#### 4.3.1

In the Bioproducts Department we develop products and processes that are economically promising and ready for scale-up to industrial level; our focus is on plant raw materials and by-products of the forest and agricultural industries, and their conversion to value-added products, thus, protecting the environment and benefiting society.

Fundamental knowledge is acquired primarily at the pilot scale. Expertise and equipment are available at laboratory scale as well. We have close interaction with investigators from the University: most notably, collaboration with the Department of Instrumental Analysis (Faculty of Pharmacy), the Natural Products Laboratory (Faculty of Natural and Oceanographic Sciences), and the Forest Products Laboratory (Faculty of Engineering).

Technology development is carried out in a chemical conversion processing room with state-of-the-art technology: various extraction, evaporation, fractional distillation and drying pilot plants, as well as equipment for the manufacture of reconstituted wood panels, among others. These facilities together with the associated engineering capabilities allow us to execute R+D+I projects, provide services to companies and support both international and national research groups in their needs to scale-up processes or carry out demonstration-level projects.





Entre los proyectos que fueron ejecutados durante 2015-2016 cabe destacar los siguientes:

Nuevos procesos de deslignificación de madera y paja de trigo y de obtención de polifenoles de corteza de pino y otros compuestos a partir de residuos de la industria vitivinícola y semillas de gimnospermas. Los componentes obtenidos a partir de las materias primas mencionadas son productos intermedios, susceptibles de usar en la generación de productos de alto valor.

En la línea materiales lignocelulósicos, destacan la producción de microfibrillas de celulosa (MFC) y su uso como material reforzante en papelería, para lo cual se diseño, construyó y puso en marcha una planta piloto. Otro producto interesante es un material aislante, basado en fibras de corteza de eucalipto, con un alto potencial e interés industrial.

Por último, cabe destacar el uso de extractos de corteza de pino, para fabricar resinas adhesivas naturales, reemplazando los componentes fenol y formaldehído tradicionales. Si bien esta línea se ha desarrollado durante largo tiempo en UDT, durante el último tiempo los esfuerzos se han focalizado en adecuar la cinética de fraguado a los requerimientos industriales de producción, disminuir la viscosidad de las soluciones adhesivas y mejorar la resistencia a la humedad de los tableros producidos. Se trabaja estrechamente con las empresas interesadas en adoptar las tecnologías.

Among the projects executed during the 2015-2016 period, the following are worthy:

New processes of wood and wheat straw delignification and production of polyphenols from pine bark, as well as other compounds from wine industry residues and gymnosperms seeds. The components obtained from these raw materials are intermediates that can be used to generate value-added products.

Regarding lignocellulosic materials, we work on the production and use of cellulose microfibrils (CMF), as well as their use as a reinforcing material in the paper industry. A pilot plant was designed, built and implemented. Another promising product is an insulating material based on fibers of eucalyptus bark.

We use extracts of pine bark to produce natural adhesive resins, thus replacing traditional phenol and formaldehyde components. Although this is a long-standing activity at UDT, our recent efforts are focused on optimizing the curing kinetics to industrial production requirements, by reducing the viscosity of adhesive solutions and improving the moisture resistance of boards. There is done in close collaboration with companies interested in adapting these technologies.

## Líneas de Investigación

## Research Lines

4.3.2

### Extracción de componentes de biomasa agrícola y forestal

- Deslignificación en medio acético (Proceso Acetosolv)
- Extracción de polifenoles de corteza de pino
- Extracción de estilbenos y procianidinas desde sarmientos
- Extracción de ácidos grasos de semillas de gimnospermas

### Extraction of components of agricultural and forest biomass

- Delignification in an acetic medium (Acetosolv Process)
- Extraction of pine bark polyphenols
- Extraction of stilbenes and procyanidins from shoots
- Extraction of fatty acids from gymnosperm seeds

### Nuevos materiales basados en lignocelulosas

- Producción, caracterización y uso de microfibrillas de celulosa
- Paneles aislantes en base a fibras de corteza de eucalipto
- Procesamiento y uso de lignina

### New materials based on lignocelluloses

- Production, characterization and use of cellulose microfibrils
- Insulation panels based on eucalyptus bark fibers
- Processing and use of lignin

### Resinas adhesivas

- Adhesivos para madera en base a polifenoles naturales

### Adhesive resins

- Adhesives for wood based on natural polyphenols

## Proyectos destacados

## Current projects

### 4.3.3

#### Panel aislante térmico a partir de corteza de eucalipto

Proyecto FONDEF, Programa IDeA

##### Problema/oportunidad:

El rápido auge de las plantaciones de eucalipto ocasiona problemas en el manejo de los residuos que genera su procesamiento. La corteza de eucalipto, a diferencia de la de pino, es de difícil manejo, almacenamiento y disposición. Por ello, su combustión en calderas industriales es poco atractiva, generándose grandes volúmenes de corteza en las plantas de descorteza, con los consiguientes problemas de incendio por autoignición.

Por otra parte, desde el año 2000 se han implementado nuevas regulaciones en materia de aislación térmica de viviendas en Chile, mejorando la calidad de vida de las personas. En forma paralela y como consecuencia de lo anterior, el mercado de paneles aislantes se encuentra en constante crecimiento, siendo los principales productos utilizados el poliestireno expandido, los poliuretanos, la lana de vidrio y la lana de roca. Si bien estos materiales poseen buenas propiedades técnicas y bajos costos, su huella ambiental es negativa.

El proyecto Fondef ID14i10081 "Panel aislante térmico sustentable a partir de corteza de *Eucalyptus* sp." planteó desarrollar un prototipo de panel en base a fibras de corteza de eucalipto, con buenas propiedades de aislación térmica, baja huella ecológica, precio competitivo y con prestaciones técnicas que respondan a las exigencias del sector de la construcción en Chile. Se trabajó con las empresas Fulghum Fibres Chile S.A., Urbo Arquitectura y Construcción sustentable Eirl. y Módulos Wewfe Ltda.

El estudio se llevó a cabo en tres etapas. En la primera, se caracterizó la corteza de eucalipto y se evaluaron diferentes alternativas de procesamiento mecánico, para obtener un material fibroso apto para la fabricación de paneles aislantes. En la segunda se fabricaron paneles aislantes con el material fibroso obtenido y en la tercera etapa los paneles fueron recubiertos con distintos revestimientos, tales como papel Kraft, plancha OSB o contrachapado, aluminio térmico y yeso, a fin de otorgarle propiedades mejoradas, tanto en aislación térmica, manejabilidad, aplicabilidad como permeabilidad al vapor de agua.

#### Thermal insulation panel from eucalyptus bark

FONDEF Project, IDeA Program

##### Problem/opportunity:

The rapid rise of eucalyptus plantations causes problems in the handling of waste generated by their processing. Eucalyptus bark, unlike pine bark, is difficult to handle, store and eliminate. Therefore, its combustion in industrial boilers is unattractive, generating large volumes of bark in debarking plants with consequent hazard of fire by autoignition.

On the other hand, new regulations have been implemented regarding thermal insulation of houses in Chile. In parallel, and as a consequence of the above, the market for insulation panels is constantly growing, expanded polystyrene, polyurethanes, glass wool and rock wool being the main products of interest. Although these materials have good technical properties and low cost, their large environmental footprint is a problem.



The Fondef project ID14i10081 "Sustainable thermal insulation panel from *Eucalyptus* sp.bark" proposed to develop a panel prototype based on eucalyptus bark fibers with good thermal insulation properties, low ecological footprint, competitive prices and technical performance that meet Chilean construction sector demands. The work was conducted with companies Fulghum Fibres Chile S.A., Urbo Arquitectura y Construcción sustentable Eirl. and Módulos Wewfe Ltda.

In the first stage of this study, eucalyptus bark was characterized and different mechanical processing alternatives were evaluated to obtain a fibrous material suitable for manufacturing insulation panels. In the second stage, insulation panels were made with thus obtained fibrous material. In the third stage, different panel coatings were applied, (e.g., Kraft paper, OSB board or plywood, thermal aluminum and gypsum) in order to achieve improvements in thermal insulation, handling, applicability and water vapor permeability.



## Resultados:

Se logró fabricar paneles de fibras de corteza de eucalipto rígidos, con una densidad entre 80 – 300 kg/m<sup>3</sup> y flexibles con 25 – 100 kg/m<sup>3</sup> de densidad. Éstos fueron caracterizados en cuanto a su conductividad térmica, difusividad térmica, absorción de agua, permeabilidad al vapor de agua, resistencia al ataque de mohos y resistencia al avance de la llama en sentido horizontal. En todos los ensayos se efectuaron comparaciones con un producto comercial (lana de vidrio).

Se logró establecer las condiciones operacionales más adecuadas para la fabricación de paneles aislantes. Se evaluaron distintas alternativas de tratamiento mecánico de la corteza, constatando que la molienda utilizando molino de martillos otorga un alto rendimiento de fibras, con un bajo requerimiento energético. El prensado utilizando vapor saturado permite disminuir el tiempo de curado y, por consiguiente, el consumo energético en la fabricación. Adicionalmente, se probaron dos tipos de agentes de anclaje: fibras sintéticas bicomponentes y resina fenólica, para producir paneles flexibles y rígidos, respectivamente.

Los paneles, debido a su naturaleza orgánica, pueden ser afectados por el fuego, la humedad y patógenos (mohos/hongos). Por ello, se evaluó la incorporación de agentes antifúngicos e ignífugos.

En cuanto a la conductividad térmica, se observó que mientras menor es la densidad, mayor es la aislación térmica. Los paneles flexibles lograron una conductividad térmica similar a la lana de vidrio, con densidades variables entre 25 – 100 kg/m<sup>3</sup>. Además, los paneles de corteza, a diferencia de la lana de vidrio, poseen una mayor inercia térmica, lo que disminuye la variación de la temperatura al interior de la vivienda frente a cambios de la temperatura exterior.

Ambos prototipos, rígido y flexible, pueden ser utilizados en una amplia gama de aplicaciones, desde paneles desnudos de distinta densidad en pisos y exterior de muros de viviendas, a paneles tipo sándwich para casas prefabricadas y paneles flexibles de baja densidad para interior de muros y techos. Aún falta optimizar y validar el proceso de fabricación de los paneles a escala industrial, con miras a un licenciamiento de la tecnología desarrollada. También se debe realizar pruebas en condiciones reales de uso y evaluar la factibilidad técnico, económica y de mercado.

## Results:

Rigid eucalyptus bark fiber panels (80-300 kg/m<sup>3</sup>), as well as flexible ones (25-100 kg/m<sup>3</sup>) were produced. They were characterized in terms of their thermal conductivity, thermal diffusivity, water absorption, water vapor permeability, resistance to mold attack and resistance to flame propagation in the horizontal direction. Comparisons were conducted in all tests with a commercial product (glass wool).

It was possible to define the most suitable operational conditions for the manufacture of insulation panels. Different alternatives for mechanical treatment of bark were evaluated, noting that milling in a hammer mill provides high fibers yield with low energy requirements. Pressing using saturated vapor reduces curing time and energy consumption during manufacturing. In addition, two types of anchoring agents were tested: bicomponent synthetic fibers and phenolic resin to produce flexible and rigid panels, respectively.

Due to their organic nature, the panels can be affected by fire, humidity and pathogens (molds/fungi). Incorporation of antifungal agents and flame retardants was thus evaluated.

We confirmed that lower densities, results in greater thermal insulation. Flexible panels achieved thermal conductivity values similar to that of glass wool, with densities varying between 25 and 100 kg/m<sup>3</sup>. But, bark panels, unlike glass wool, have a higher thermal inertia, which reduces temperature variations inside the house despite the fluctuations the outdoor temperature.

Both prototypes, rigid and flexible, can be used in a wide range of applications, from bare panels with different density in floors and exterior of house walls to sandwich-type panels for prefabricated houses and low-density flexible panels for interior walls and ceilings. The industrial-scale manufacturing process still needs to be optimized and validated as we pursue to license the developed technology. Tests must also be carried out under actual conditions of use, and the techno-economic and market feasibility should be evaluated.

## Microfibrillas de celulosa

Proyectos FONDEF y Fundación COPEC

### Problema/oportunidad:

Las microfibrillas y nanofibrillas de Celulosa, MFC/NFC, son fibras de celulosa muy pequeñas, de gran superficie específica y, con ello, alta capacidad de interacción con fibras de mayor tamaño. Se obtienen de la desintegración mecánica de fibras vegetales y una secuencia de tratamientos químicos y mecánicos específicos. Las MFC/NFC ofrecen una amplia gama de aplicaciones, como aditivo reforzante de altas prestaciones, en las industrias del plástico y de resinas adhesivas, entre otras.

En Chile, la fabricación de cajas de cartón para la industria frutícola y cárnica para exportación requiere más de 200 mil toneladas de papeles de embalaje anualmente. Esto es impulsado por la alta tasa de exportación de alimentos en el país, la cual crece a razón promedio de 1000 millones de dólares al año. El crecimiento de este mercado es sostenido, muestra de ello es que las exportaciones netas de alimentos en los últimos 10 años se han duplicado.

Estas cajas, que cumplen la función de asegurar que los alimentos lleguen en condiciones óptimas al cliente, están fabricadas con papeles elaborados con fibras recicladas, las cuales producto del uso sucesivo se deterioran, perdiendo la resistencia y calidad original. Las alternativas para mejorar el desempeño mecánico de estos papeles son limitadas, siendo la más usada aumentar el gramaje del producto.

La ejecución del proyecto InnovaChile CORFO 13IDL2-18588 del año 2013, "Fabricación y uso de NFC en papelería", demostró la factibilidad de producir MFC/NFC a nivel laboratorio y permitió concebir un proceso para su producción industrial, cuya propiedad intelectual se protegió. La aplicación de estas MFC/NFC en papeles a nivel de laboratorio arrojó resultados sorprendentes, debido a que las propiedades mecánicas fueron muy superiores a las alcanzadas por aditivos tradicionales. La incorporación de sólo un 0.5% de NFC mejoró el índice de tensión del papel en hasta un 26%. A modo de comparación, el almidón catiónico (el producto más usado industrialmente para estos fines) ofrece mejoras de máximo un 7%, con un 2% de aditivación. El escalamiento de la tecnología se está ejecutando a través del proyecto INNOVA CHILE15VEIID-45654 "Papeles industriales de altas prestaciones mecánicas reforzados con NFC", cuyo objetivo es validar a nivel industrial la fabricación de nuevos papeles de alto desempeño, incorporando nanofibras de celulosa (NFC).

Paralelamente se está explorando nuevos ámbitos de aplicación, controlando la polaridad de las MFC/NFC. Para ello, se evalúa la acetilación parcial de las fibras y su aplicación como aditivo reforzante en bioplásticos (ácido poliláctico) y resinas adhesivas para madera. Estos desarrollos forman parte del proyecto Fundación COPEC UC 2015.R.536 "Microfibrillas de celulosa (MFC) con polaridad controlada".

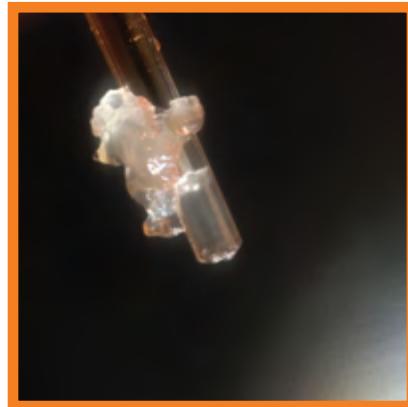
## Cellulose Microfibrils

FONDEF Projects and COPEC Foundation

### Problem/opportunity:

Cellulose microfibrils and nanofibrils (CMF/CNF) are  $\mu\text{m}$ -size cellulose fibers with large specific surface area and high capacity of interaction with large-diameter fibers. They are obtained by mechanical disintegration of plant fibers and a sequence of specific chemical and mechanical treatments. The CMF/CNF offer a wide range of applications, as high-performance reinforcing additive in the plastics and adhesive resin industries, among others.

In Chile, the manufacture of cardboard boxes for export fruit and meat industries requires more than 200 thousand tons of packaging paper annually. This is driven by the high rate of food exports, which grows at an average annual rate of USD 1 billion. The growth of this market has been sustainable, as the net food exports have doubled over the last 10 years.



These boxes, whose main function is to ensure that the food arrives in optimal conditions to the customer, are made with paper made from recycled fibers; these can deteriorate as a result of successive use and lose their original quality and resistance. The alternatives to improve their mechanical performance are limited, an increase in product mass being the most common consequence.

In the course of execution of the InnovaChile CORFO project 13IDL2-18588 in 2013, "Manufacture and use of CNF in stationery", we demonstrated the feasibility of producing CMF/CNF at laboratory scale; we also formulated a conceptual design of a process for its industrial production, and this intellectual property was protected. The application of these CMF/CNFs in laboratory-grade papers gave surprising results, because the mechanical properties were much higher than those achieved with traditional additives. Incorporation of only 0.5% CNF improved paper stress index by up to 26%. By way of comparison, cationic starch (the product most industries use for this purpose) offers maximum improvements of 7% with 2% additive. Technology scale-up is thus being carried out in the INNOVA CHILE project 15VEIID-45654 "CNF-reinforced mechanical high-performance industrial papers", whose purpose industrial scale validation of the manufacture of new, high-performance papers incorporating cellulose nanofibers (CNF).



New areas of application are concurrently being explored by controlling the polarity of CMF/CNFs. Thus, for example, the partial acetylation of fibers and their application as reinforcing additive in bioplastics (polylactic acid) and adhesive resins for wood are being evaluated. These developments are part of the COPEC project UC 2015.R.536 Foundation "Cellulose microfibres (CMF) with controlled polarity".

## Resultados:

La planta piloto de producción de MFC/NFC fue construida, con una capacidad de producción de 10 kg/ensayo. Actualmente se produce MFC/NFC a partir de pulpa kraft blanqueada de eucalipto (BEKP), para ensayos de aplicación industrial. El pretratamiento de la pulpa y las condiciones de operación se encuentran optimizados.

Los ensayos de aplicación de MFC/NFC en la planta productiva de Forestal y Papelera Concepción (FPC) están en ejecución, con la finalidad de evaluar el desempeño y mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del papel. Las propiedades en estudio son índices de tensión, de rasgado y de explosión, de acuerdo a la norma TAPPI T-205 cm-88. Entre los desafíos principales cabe mencionar el lugar y forma de aplicación del aditivo, su grado de fibrilización y la retención en el papel.

En cuanto a las MFC/NFC con polaridad controlada, se ha podido demostrar que una acetilación controlada es una alternativa tecnológica válida. Se ha establecido las condiciones más adecuadas de funcionalización, el efecto de la acetilación sobre la polaridad y el requerimiento energético asociado a la refinación mecánica. El consumo de energético es significativamente menor en la medida que aumenta el grado de sustitución de las fibras. Aún están pendientes los ensayos de aplicación demostrativa en formulaciones de bioplásticos basados en PLA y en resinas adhesivas.

## Results:

A CMF/CNF production pilot plant was built with a production capacity of 10 kg/test. Currently, CMF/CNFs are produced from bleached eucalyptus kraft pulp (BEKP) for industrial application tests. The pre-treatment of the pulp and the operating conditions were optimized.

CMF/CNF application tests at the Forestal y Papelera Concepción (FPC) production plant are under execution in order to evaluate the performance and improvements in physical and mechanical properties of the paper. The properties being evaluated are stress, tear and explosion according to TAPPI T-205 cm-88 standard. The main challenges include the place and form of additive application, its degree of fibrillation and retention on paper.

As for CMF/CNFs with controlled polarity, we have shown that controlled acetylation is a valid technological alternative. The most suitable functionalization conditions, the effect of acetylation on polarity and the energy requirements associated with mechanical refining have been established. Energy consumption is significantly lower when the degree of substitution of fibers increases. Demonstrative application tests are still pending in formulations of PLA-based bioplastics and adhesive resins.



# Medio Ambiente y Servicios



Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía

A wide-angle photograph of a coastal landscape at dusk or dawn. The sky is a deep, warm orange-red, transitioning into a darker blue. In the foreground, there's a field of tall, dry grass. Beyond it, a body of water with small boats is visible. The middle ground shows rolling hills covered in vegetation. The background features more hills and a distant shoreline under the colorful sky.

# Environment and Services

# 4.4

## Medio Ambiente y Servicios Environment and Services

### Ámbito de trabajo

Al referirnos a temas medioambientales usualmente se abarca un amplio espectro, agrupándolos en las matrices típicas: agua, aire, suelo, residuos, naturalmente surgen interacciones con las personas, animales y vegetación.

El Área Medio Ambiente presta asistencia técnica y ejecuta proyectos de I+D+i, en estrecha interacción con empresas de diversos sectores productivos, el sector público y agencias de financiamiento. Su trabajo se orienta a la gestión de materias primas (sustancias químicas e insumos) utilizadas en procesos productivos, y a sus residuos y emisiones.

El Área Medio Ambiente cuenta con 17 profesionales, de distintas ramas de la ingeniería (Química, Biotecnología y Bioingeniería, Ambiental, Forestal, Estadística y Comercial). En los últimos 2 años ha ejecutado 32 proyectos, la mayor parte contratada directamente por empresas y una proporción menor con financiamiento estatal (CORFO, CODELCO, ENAP, MINSAL y Ministerio del Medioambiente).

Dos proyectos que cabe destacar y que tienen relación con la implementación de la "Política Nacional de Seguridad Química" son la elaboración de una "Guía Metodológica para la Evaluación de Riesgos Ambientales", encargado por el Ministerio del

### Scope of Work

### 4.4.1

When considering environmental issues, a wide spectrum is usually covered, grouping them into the typical categories: water, air, soil, residues, naturally occurring interactions with people, animals and vegetation.

The Environment Department provides technical assistance and executes R&D+i projects in close interaction with companies from different industries, the public sector and funding agencies. Our work is focused on management of raw materials (chemicals and consumables) used in production processes, and on their waste streams and emissions.

The department is composed of 17 professionals from different branches of science and engineering (Chemistry, Biotechnology and Bioengineering, Environmental, Forest, Statistics and Commercial). In the past two years, we executed 32 projects, most of which have been contracted directly by companies and a smaller proportion with state funding (CORFO, CODELCO, ENAP, MINSAL and Ministry of the Environment).

Two noteworthy projects, related to implementation of the "National Chemical Safety Policy", are the elaboration of a "Methodological Guide for the Evaluation of Environmental Risks", commissioned by the Ministry of the Environment, and the





Plano de manejo de  
contaminantes y residuos peligrosos

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA TRANSPORTE Residuos Contosivos Ácidos

Documento: DMT-02  
Versión: 1 de 1  
Número: 01  
Fecha: 02-08-2007

NÚMERO GUÍA RESPUESTA INMEDIATA ERGO 2004  
154

Medio Ambiente, y la "Implementación del Sistema Globalmente Armonizado de Etiquetado de Sustancias Químicas, GHS", por encargo del Ministerio de Salud. Su ejecución ha permitido mantener una estrecha vinculación con las autoridades responsables de la gestión de sustancias químicas, disponer de información actualizada sobre aspectos legales y técnicos relevantes para el Área y mantener una posición como grupo relevante en estas materias a nivel nacional.

En el caso de servicios de investigación aplicada para el sector privado, se cuenta con experiencia en la valorización de residuos sólidos y una metodología de trabajo para asesorar a empresas respecto a alternativas técnicas para comercializar residuos y/o transformarlos en productos de valor. De especial importancia fue el procesamiento de cenizas, lodos y otros residuos sólidos inorgánicos de la industria forestal-industrial, para obtener enmendadores de suelos agrícolas; y el desarrollo de un proceso de termoconversión de plásticos residuales, para obtener productos hidrofobizantes y energéticos, con una amplia demanda comercial. Este último desarrollo está en etapa de escalamiento piloto.

"Implementation of the Globally Harmonized System of Labeling Chemical Substances, GHS", commissioned by the Ministry of Health. Their execution has allowed us to maintain close relationship with the authorities responsible for management of chemical substances and thus have access to the most current legal and technical information; this is important if we are to maintain our reputation and expertise on these issues at the national level.

In the case of applied research services offered to the private sector, we have experience in recovery of solid waste as well as a working methodology on how to advise companies regarding technical alternatives for waste commercialization and/or transformation into valuable products. Of special importance was our recent activity in processing ashes, sludge and other inorganic solid waste from the forest industry to obtain agricultural soil improvement products. We have also developed a thermal conversion process, currently in pilot plant scale-up, for residual plastics to obtain hydrophobicizing and energy-related products that have a wide commercial demand.

## Servicios

## Services

## 4.4.2

### Valorización de residuos sólidos

- Caracterización de residuos
- Desarrollo de productos
- Evaluación de Tecnologías, Estudios de factibilidad Técnica-Económica y Ambiental

### Gestión ambiental

- Auditorías de cumplimiento legal
- Indicadores ambientales
- Hojas de Seguridad
- Capacitación en sustancias y residuos peligrosos
- Diseño de bodegas de sustancias
- Planes de emergencia química
- Documentación

### Estudios ambientales

- Planes de manejo de residuos
- Planes de manejo de sustancias químicas
- Huella ecológica (agua y carbono)
- Declaraciones de Impacto Ambiental

### Laboratorio de Servicios Analíticos

- Muestreo de residuos
- Caracterización de residuos
- Caracterización de biomasa y combustibles sólidos
- Análisis químico\*

### Solid waste recovery

- Waste characterization
- Product development
- Evaluation of technologies, techno-economic and environmental feasibility studies

### Environmental management

- Legal compliance audits
- Environmental indicators
- Security sheets
- Training on hazardous substances and waste
- Design of substance storage
- Chemical emergency plans
- Documentation

### Environmental studies

- Waste management plans
- Chemical substances management plans
- Ecological footprint (water and carbon)
- Environmental Impact Statements

### Analytical Services Laboratory

- Waste sampling
- Waste characterization
- Characterization of biomass and solid fuels
- Chemical analysis\*

\* El Laboratorio de Servicios Analíticos está acreditado como laboratorio de ensayos por el Instituto Nacional de Normalización, INN.

\* The Analytical Services Laboratory is accredited as a testing laboratory by the National Standards Institute (INN, in Spanish).

## Proyectos destacados

## Current projects

### 4.4.3

#### Pirólisis de Plástico Proyecto INNOVA

##### Problema/oportunidad:

Los plásticos deben ser reciclados, debido a su corta vida útil y largo tiempo de degradación. El año 2011 se consumieron 821.000 toneladas de plásticos en Chile, de las cuales sólo un 7% se recicló. Se estima que el 10% de los Residuos Sólidos Municipales corresponde a plásticos, lo que equivale a más de 610.000 toneladas anuales. Por otro lado, el 48% de los plásticos consumidos anualmente se destinan a Envases y Embalajes, productos de corta vida útil.

En la actualidad, en Chile sólo se realiza el "reciclaje mecánico", en el que los residuos plásticos se lavan, muelen y funden, para producir pellets y fabricar productos de baja calidad relativa. Entre las limitantes de este tipo de proceso están que sólo se pueden procesar plásticos puros (de un solo tipo) y limpios. Por ello, la tasa de reciclaje no puede aumentar de manera significativa.

Como alternativa, existe el "reciclaje químico", el que permite tratar todo tipo de plásticos sintéticos (derivados del petróleo), incluso aquéllos con un cierto grado de suciedad y sin requerir una previa separación por tipo. El proceso se denomina pirólisis y consiste en una degradación térmica del material en ausencia de oxígeno. Como producto se obtiene una mezcla de compuestos orgánicos lineales, con diferentes pesos moleculares: los hidrocarburos de alto peso molecular se comportan como ceras y los livianos pueden ser usados como combustibles líquidos en motores y calderas.

Un mercado importante para las ceras es la hidrofobización de tableros reconstituidos de madera, para otorgarles mayor resistencia frente a la humedad. El mercado en Chile para este producto es de 3.500 - 4.000 ton/ño y su precio de 1.000 – 1.300 US\$/ton. Actualmente, la totalidad de los productos hidrofobizantes utilizados para este fin son importadas. Por su parte, los combustibles líquidos industriales tienen una gran demanda en el sector productivo, aunque su precio es bajo.

Hasta hoy el reciclaje químico no se realiza a escala industrial en ningún país de Sudamérica y sólo en forma incipiente en Norteamérica, Europa y Asia. UDT inició la investigación en este campo con los proyectos Innova Chile 11IDL1-10588 "Evaluación de la disponibilidad de residuos plásticos y su valorización para obtención de combustibles" el año 2011 e INNOVA 13IDL2-18714 "Desarrollo de productos de interés comercial, a partir

#### Pyrolysis of Plastics INNOVA Project

##### Problem/opportunity:

Plastics should be recycled, due to their short shelf life and long degradation time. In 2011, 821.000 tons of plastics were consumed in Chile, only 7% of which was recycled. It is estimated that 10% of municipal solid waste corresponds to plastics, which is equivalent to more than 610.000 tons per year. On the other hand, 48% of the plastics consumed annually are destined to containers and packaging, both short-lived products.

At present, only "mechanical recycling" is carried out in Chile, where plastic residues are washed, ground and melted to produce pellets and obtain products of relatively low quality. Among the limitations of this type of process are that only pure (single type) and clean plastics can be processed. Therefore, the recycling rate cannot increase significantly.



As an alternative, there is "chemical recycling", which allows to treat all types of synthetic plastics (oil derivatives), even those with a certain degree of dirt and without requiring previous separation by type. This is mainly a pyrolysis process that consists of thermal degradation of the material in the absence of oxygen. As a product, a mixture of organic linear-chain compounds with different molecular weights is obtained: high-molecular weight hydrocarbons behave like waxes and the light ones can be used as liquid fuel in engines and boilers.



An important market for waxes is the hydrophobization of wood-based panels to give them greater moisture resistance. The market for this product in Chile is 3.500-4.000 tons/year and its price is 1.000-1.300 USD/ton. At present, all the hydrophobising products used for this purpose are imported. On the other hand, liquid industrial fuel continues to be in great industrial demand, although its price is low.

Until now, chemical recycling has not been carried out on an industrial scale in any South American country and only incipiently in North America, Europe and Asia. At UDT we initiated research in this field with Innova Chile projects 11IDL1-10588 "Evaluation of the availability of plastic waste and its recovery to obtain fuels" in 2011 and INNOVA 13IDL2-18714 "Development of products of commercial interest, starting from plastic waste

de residuos plásticos, para aplicaciones químicas y energéticas" el año 2013. La tecnología desarrollada se está escalando, validando el prototipo a escala piloto a través del proyecto INNOVA 15VEIID-45849 "Escalamiento de un proceso de termoconversión de plásticos para producir productos de interés comercial".

#### **Resultados:**

Los resultados de pirólisis de plásticos a nivel de laboratorio permitió caracterizar los productos, con resultados sorprendentemente positivos. De hecho, se pudo comprobar que las ceras obtenidas a partir de poliolefinas ofrecen prestaciones similares a los productos hidrofobizantes comerciales para tableros aglomerados. De igual manera, la fracción liviana de hidrocarburos tiene una composición química muy similar a la que caracteriza al combustible diésel.

Aactualmente se están evaluando las variables más importantes del proceso, incluido el comportamiento de distintos tipos de plásticos, mezclas de ellos y la influencia de residuos que puedan estar presentes en plásticos post-consumo. En forma paralela, se está construyendo una planta piloto continua, para demostrar la factibilidad técnica y económica de la tecnología y obtener cantidades suficientes de ceras y combustible, para realizar aplicaciones demostrativas.

Las repercusiones del proceso en desarrollo pueden ser muy significativas, ya que la generación de residuos plásticos seguirá creciendo durante los próximos años y la nueva Ley de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor impulsará su uso. Además, el mercado de las ceras hidrofobizantes y los combustibles líquidos industriales es masivo y atractivo.

for chemical and energy applications" in 2013. The technology developed is being scaled-up, validating the prototype on a pilot scale through the INNOVA project 15VEIID-45849 "Scaling of a thermoconversion plastic process to produce products of commercial interest".

#### **Results:**

The results of plastics pyrolysis at laboratory scale allowed us to characterize the products, with surprisingly positive results. In fact, we found that waxes obtained from polyolefins offer similar performance than commercial hydrophobising products for wood-based panels. Likewise, the light hydrocarbon fraction has a chemical composition very similar to that of diesel fuel.

The most important process variables are currently being evaluated, including the behavior of different types of plastics, their mixtures and the influence of residues that may be present in post-consumption plastics. In parallel, a continuous pilot plant is being built to demonstrate techno-economic feasibility and obtain sufficient quantities of waxes and fuel for demonstration purposes.

The repercussions of the process under development can be very significant, as the generation of plastic waste will continue to grow in the foreseeable future and the new Law of Recycling Promotion and Extended Responsibility of the Producer will encourage its use. In addition, the market for hydrophobizing waxes and industrial liquid fuel is both large and attractive.

## CMPC Ensayos Forestales Proyecto contratado por CMPC

### Problema/oportunidad:

Cenizas y lodos son los principales residuos de la industria de la pulpa y el papel. Una planta típica genera entre 800 y 900 ton/mes, con costos de disposición de 18.000 a 54.000 USD. Esta situación fue el punto de partida para plantear dos proyectos CORFO, Línea 2 y Línea 4, con los títulos "Tecnologías de valorización de residuos sólidos para la industria del papel" en 2011 y "Empaquetamiento y trasferencia de la tecnología de obtención de un enmendador de suelos a partir de los residuos sólidos de la industria de pulpa y papel", los que el área ejecutó a partir de 2013.

El resultado principal fue un enmendador de suelos, planteando una solución sustentable, efectiva y competitiva frente a fertilizantes tradicionales, susceptible de aplicar en plantaciones agrícolas y terrenos erosionados.

En este contexto, una de las empresas asociadas a estos proyectos, CMPC Celulosa, decidió continuar las investigaciones y evaluar distintas mezclas de subproductos de sus procesos. En función de ello, junto a CMPC Forestal se evaluó el desempeño de diferentes mezclas, en formato pellet, utilizando dosificaciones y metodologías propias de las plantaciones forestales.

### Resultados:

Se elaboró 5 tipos de pellet, según especificaciones de CMPC, utilizando una variedad de subproductos residuales (cenizas volantes, Dregs & Grits, lodos de tratamiento de efluentes de celulosa) y otros aditivos, para corregir problemas de acidez en suelos y mejorar las concentraciones de macro (N, P, K, S, Ca, Mg), y micronutrientes (B, Mn, Zn, Na).

Los pellets no presentaron problemas en su elaboración, estableciéndose la factibilidad de su producción a escala industrial. Se determinó sus propiedades físicas y químicas y también la retención de humedad, la mineralización e incubación, y el resultado de ensayos de lixiviación. Se concluyó que los pellets facilitan la entrega y aprovechamiento de los nutrientes esenciales que requieren los cultivos para su desarrollo y permiten aprovechar en forma más eficiente el N, lo que, por un lado, mejora el rendimiento de cultivos y, por otro, disminuye la contaminación de napas freáticas por lixiviación de N-NO<sub>3</sub>.

## CMPC Forest Testing Project contracted by CMPC

### Problem/Opportunity:

Ash and sludge are the main waste materials from the pulp and paper industry. A typical plant generates between 800 and 900 tons/month with disposal costs of 18.000 to 54.000 USD. This situation was the starting point for proposing two CORFO projects (line 2 and line 4), "Technologies for the recovery of solid waste for the paper industry" in 2011 and "Packaging and transfer of technology to obtain a soil improver from the solid waste of the pulp and paper industry", which our department executed since 2013.

The main result was a soil improver, and a proposal of a sustainable, effective and competitive solution alternative to traditional fertilizers, which can be applied in agricultural plantations and eroded lands.

In this context, one of the partner companies, CMPC Celulosa, decided to continue the research and evaluate different mixtures of by-products in their processes. Based on this, together with CMPC Forestal, the performance of different mixtures (in pellet form) was evaluated using appropriate dose levels and methodologies of forest plantations themselves.

### Results:

Five types of pellets were prepared, according to CMPC specifications, using a variety of residual by-products (fly ash, Dregs & Grits, cellulose effluent treatment sludge) and other additives to solve soil acidity problems and improve concentrations of macro- (N, P, K, S, Ca, Mg) and micro-nutrients (B, Mn, Zn, Na).

The pellets did not cause problems in their elaboration, and we were able to establish the feasibility of their production on an industrial scale. Their physical and chemical properties were determined, as well as moisture retention, mineralization and incubation, and the results of leaching tests were obtained. It was concluded that the pellets did facilitate the delivery and use of essential nutrients for crop development and did allow a more efficient use of nitrogen; on one hand, this improves the yield of crops and, on the other, it reduces contamination of water tables by N-NO<sub>3</sub> leaching.







## Gestión Tecnológica



Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía



The background image shows a close-up view of a sophisticated industrial control system. It features a dense network of thick, dark-colored pipes and various metal components. Several large, circular, translucent windows or covers are attached to the pipes, likely for monitoring internal processes. A prominent vertical pipe runs through the center. Numerous small, rectangular sensors or actuators are mounted along the pipes. The overall appearance is one of high-tech industrial automation.

# Technology Management

# 4.5

Gestión Tecnológica  
Technology  
Management

## Ámbito de trabajo

El Área Gestión Tecnológica trabaja estrechamente con investigadores e ingenieros de UDT, generando condiciones propicias para el desarrollo de innovaciones tecnológicas que pueden transferirse al mercado. Las funciones del área son identificar empresas y conocer sus necesidades, proponer soluciones basadas en I+D, definir productos en conjunto con empresas, realizar estudios de mercado, evaluar económicamente negocios basados en tecnologías del Centro, gestionar la protección intelectual de resultados de I+D y vincular desarrollos tecnológicos con oportunidades de emprendimiento o de licenciamiento de tecnologías.

## Scope of Work

### 4.5.1

This department works closely with UDT investigators and engineers, by generating favorable conditions for development of technological innovations that can be transferred to the marketplace. Our main objective is to identify partnering companies and meet their needs by proposing solutions based on R+D. To accomplish this, we jointly define potentially novel products, carry out marketing studies, partly evaluate business opportunities based on our technology, manage intellectual property and link technological developments with opportunities for entrepreneurship or technology licensing.



## Líneas de Trabajo

## Lines of work

## 4.5.2

### Creación de empresas de base tecnológica

El Área vincula a emprendedores con las áreas temáticas de UDT, para el desarrollo de nuevos productos o servicios, facilitando el uso de equipamiento e infraestructura para servicios de análisis y caracterización, desarrollando prototipos y contactando empresas interesadas en el escalamiento productivo, entre otros. Además, colabora en la búsqueda de financiamiento y en el planteamiento de estrategias de negocios.

### Creation of technology-based companies

The department links entrepreneurs with UDT thematic areas for the development of new products or services, facilitating the use of equipment and infrastructure for analysis and characterization services, developing prototypes and contacting companies interested in the production scale-up activities. In addition, we collaborate in the search of funding opportunities and the development of business strategies.

### Protección intelectual de resultados

El Área gestiona la protección intelectual de los resultados de I+D del Centro, mediante la búsqueda del estado del arte, estudios de patentabilidad, apoyo en la redacción de solicitudes de patente y generación de modelos de transferencia de tecnologías. Lo anterior, en conjunto con la Unidad de Propiedad Intelectual de la Universidad de Concepción.

### Intellectual protection of results

The department manages the intellectual protection of the Center's R&D results, through the state-of-the-art and patentability studies, the support of patent applications and the generation of technology transfer models. These activities are carried out, together with the Intellectual Property Unit of Universidad de Concepción.

### Aceleración de tecnologías y licenciamiento

El Área selecciona las tecnologías con mayor potencial de transferencia al mercado, identificando cuellos de botella y resolviendo aquellos aspectos técnicos y de mercado que requieran abordarse. Lo anterior, a través de la experiencia y los conocimientos adquiridos.

### Technology acceleration and licensing

The department selects those technologies that have the greatest market transfer potential, by identifying bottlenecks and resolving those technical and marketing aspects that need to be addressed.

Las tecnologías son transferidas a empresas, a través de contratos de licenciamiento, otorgándoles un derecho de uso.

The technologies are transferred to companies through licensing agreements, granting them a right of use.

## **Resultados durante el período**





## 5.1 Proyectos por Área

# Projects by Department

### 5.1.1 Área Biomateriales

**Desarrollo de materiales nano-piezoelectrinos para la generación de energía eléctrica renovable no convencional (ERNC) a partir de vibraciones mecánicas disponibles en el medioambiente.** Fondef Idea, código ID15I10312. Empresas asociadas, Metro S.A., Solsur, Decosolar, Proyecto ALMA. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Desarrollo de celdas solares de capa fina de última generación basadas en semiconductores dopados con carbono.** Fondef Idea, código ID15I10321. Empresa asociada, ERE, Eolicasolar. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Desarrollo de un prototipo de protector solar a base de nanoestructuras núcleeocoraza (core-shell) de ZnO-CeO<sub>2</sub> y CeO<sub>2</sub>-ZnO para el cuidado de la piel.** Fondef Idea, código ID15I10500. Empresa asociada, Laboratorio Pasteur S.A. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Fotoreactor Solar para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados y aniones peligrosos.** Innova Chile, código 15IPPID-45676. Empresa asociada, Puerta del Sur Ltda. Octubre 2015-octubre 2017.

**Desarrollo de materiales reconstituidos a partir de residuos de piedra pizarra y su aplicación en nuevos productos de construcción.** Innova Chile, código 15IPPID-45667. Empresa asociada, Piedras del Sur. Octubre 2015-octubre 2017.

**Productos biodegradables fabricados a partir de biomasa macroalgal, su aplicación y validación técnico-económica para el sector agrícola.** Innova Chile, código 15VEIID-45697. Empresas asociadas, INDUPLAS Ltda., Solquim Ltda., Terranatur Ltda. Noviembre 2015-noviembre 2017.

**Desarrollo de materiales poliméricos antimicrobianos con nanoestructuras para la prevención de infecciones intrahospitalarias.** Fondef, código: D11-I-1210. Empresas asociadas, Comercial Madeleine Margot Céspedes León E.I.R.L., Sylex Ltda. Ejecutado junto a CIPA. Enero 2013 - enero 2016.

**Desarrollo de nanocomuestos antimicrobianos biodegradables, para su aplicación en la industria agrícola y el envasado de alimentos de exportación.** Conicyt, código ACE-05. Empresas asociadas, Proyectos Plásticos E.I.R.L., Ejecutado junto a INTI (Argentina) y CIPA. Marzo 2012 - Septiembre 2015.

**Desarrollo de envases activos biodegradables y su aplicación en el sector del food packaging para productos de exportación.** Fondef, código D11-I-1197. Empresas asociadas, Exportadora Campo Frut Ltda., Induplas S.A., Proyectos Plásticos E.I.R.L. Marzo 2013 - marzo 2016.

**Envases termoformados biodegradables e inhibidores de microorganismos fitopatógenos y saprofitos.** Fondef Idea, código CA12-I-10307. Empresas asociadas, Ultrapac Sudamérica S.A, Agrícola, Ganadera Río Caro Ltda. Marzo 2013 - marzo 2015.

### Biomaterials Department

**Development of nano-piezoelectric materials for the generation of non-conventional renewable energy (NCRE) from mechanical vibrations available in the environment.** Fondef Idea, code ID15I10312. Associated companies, Metro S.A. / Solsur / Decosolar / ALMA Project. December 2015-December 2017.

**Development of last generation thin layer solar cells based on carbon doped semiconductors.** Fondef Idea, code ID15I10321. Associated company, ERE / EOLICASOLAR. December 2015-December 2017.

**Development of a sunscreen prototype based on core-shell nanostructures of ZnO-CeO<sub>2</sub> and CeO<sub>2</sub>-ZnO for skin care.** Fondef Idea, code ID15I10500. Associated company, Laboratorio Pasteur S.A. December 2015-December 2017.

**Solar photoreactor for the treatment of water contaminated with heavy metals and dangerous anions.** Innova Chile, code 15IPPID-45676. Associated company, Puerta del Sur Ltda. October 2015-October 2017.

**Development of reconstituted materials from slate stone waste and their application in new construction products.** Innova Chile, code 15IPPID-45667. Associated company, Piedras del Sur. October 2015-October 2017.

**Biodegradable products made from macroalgal biomass, their application and technical-economic validation for the agricultural sector.** Innova Chile, code 15VEIID-45697. Associated companies, INDUPLAS Ltda., Solquim Ltda., Terranatur Ltda. November 2015-November 2017.

**Development of antimicrobial polymeric materials with nanostructures for the prevention of hospital-acquired infections.** Fondef, code: D11-I-1210. Associated companies, Comercial Madeleine Margot Cespedes Leon E.I.R.L., Sylex Ltda. Executed together with CIPA. January 2013 - January 2016.

**Development of biodegradable antimicrobial nanocomposites to be applied in the agricultural industry and export food packaging.** Conicyt, code ACE-05. Associated companies, Company: Proyectos Plásticos EIRL. Executed together with INTI (Argentina), CIPA. March 2012 - September 2015.

**Development of biodegradable active packaging and its application in the food packaging sector for export products.** Fondef, code D11-I-1197. Associated companies, Exportadora Campo Frut Ltda., Induplas S.A., Proyectos Plásticos EIRL. March 2013 - March 2016.

**Biodegradable thermoformed containers and inhibitors of phytopathogenic microorganisms and saprophytes.** Fondef Idea, code CA12-I-10307. Associated companies, Ultrapac Sudamérica S.A, Agrícola, Ganadera Río Caro Ltda. March 2013 - March 2015.



**Desarrollo de cápsulas biodegradables para su utilización en semillas artificiales de *Pinus radiata*.** Innova Chile, código: 13IDL2-23475. Empresas asociadas, Mininco S.A., Proyectos Plásticos Andrés Valdivia E.I.R.L. Enero 2014 - diciembre 2016.

**Desarrollo de mallas espumadas tipo sleevits antimicóticas y biodegradables (SAB) para la protección de manzanas y peras de exportación.** Innova Chile, código 13IDL2-18275. Empresas asociadas, Exportadora Campofrut Ltda., Moraga Rojas y Compañía Ltda., Proyectos Plásticos E.I.R.L., Terra Natur S.A. Enero 2014 - junio 2016.

**Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero (MEC) para el fortalecimiento de capacidades de I&D y docencia, en la síntesis eco-amigable de nanopartículas y óxidos metálicos nanoestructurados.** Conicyt, código 222927. Empresas asociadas, Exportadora Campofrut Ltda., Moraga Rojas y Compañía Ltda., Proyectos Plásticos E.I.R.L., Terra Natur S.A. Abril 2015 - enero 2017.

**Desarrollo de un aerogenerador en base a materiales piezoelectricos flexibles para la generación de energía eléctrica renovable no convencional (ERNC).** Innova Chile, código 15IPPID-45708. Empresa asociada, Bascuñan Maccioni e Ingenieros Asociados LTDA. Enero 2016 – diciembre 2016.

**Fotoreactor solar para el tratamiento de aguas contaminadas de sectores rurales y su utilización para consumo humano.** Fondo Acceso Energético, Ministerio de Energía, código FAE 829. Enero 2016 - marzo 2017.

**Inserción de capital humano en Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda. para fortalecer la capacidad de investigación e innovación en las áreas de fotocatálisis y tecnología solar.** Conicyt, código I7816010008. Empresa asociada, EST Ltda. Diciembre 2016 - diciembre 2018.

**Desarrollo de elastómeros con mejores propiedades mecánicas y de resistencia al desgaste abrasivo, mediante reforzamiento y control de la cinética de vulcanización, para su aplicación en la industria minera.** Fondef Idea, código ID14-I-10437. Marzo 2015 - marzo 2017.

**Producción y validación de envases biodegradables tipo clamshell para el empaque y transporte de frutas de exportación.** Conicyt, código 80150051. Empresas asociadas, Petroquim S.A.; Ultrapac Sudamérica S.A.; Agrícola y Ganadera Río Cato Ltda. Septiembre 2014 - diciembre 2016.

## 5.1.2 Área Bioenergía

**Generación CHP a pequeña escala: Mejoramiento catalítico de los productos de gasificación de biomasa.** Fondef Idea, código ID15I10132. Empresa asociada, Neumann Ltda. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Desarrollo de materiales de cambio de fase para almacenamiento térmico de energía a baja temperatura.** Fondef Idea, código ID15I10496. Empresa asociada, Quimtec Ltda. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Use of microcellulose-derived carbon aerogels as catalysts for tars and ammonia decomposition.** Fondecyt, código 11150148. Julio 2015-agosto 2018.

**Development of biodegradable capsules to be used in artificial seeds of *Pinus radiata*.** Innova Chile, code: 13IDL2-23475. Associated companies, Mininco S.A, Proyectos Plásticos Andrés Valdivia E.I.R.L. January 2014 - December 2016.

**Development of foamed anti-fungal and biodegradable sleevits (SAB) for the protection of export apples and pears.** Innova Chile, code 13IDL2-18275. Associated companies, Exportadora Campofrut Ltda., Moraga Rojas y Compañía Ltda., Proyectos Plásticos EIRL, Terra Natur S.A. January 2014 - June 2016.

**Attracting Advanced Human Capital Abroad (MEC) for the strengthening of R&D and teaching capacities in the eco-friendly synthesis of nanoparticles and nanostructured metal oxides.** Conicyt, code 222927. Associated companies, Exportadora Campofrut Ltda., Moraga Rojas y Compañía Ltda., Proyectos Plásticos EIRL, Terra Natur S.A. April 2015 - January 2017.

**Development of a wind turbine based on flexible piezoelectric materials for the generation of non-conventional renewable energy (NCRE).** Innova Chile, code 15IPPID-45708. Partner company, Bascuñan Maccioni e Ingenieros Asociados LTDA. January 2016 – December 2016.

**Solar photoreactor for the treatment of contaminated waters of rural sectors and their use for human consumption.** Energy Access Fund, Ministry of Energy, FAE 829. January 2016 - March 2017.

**Insertion of human capital in Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda. to strengthen research and innovation capacity in the areas of photocatalysis and solar technology.** Conicyt, code I7816010008. Partner company, EST Ltda. December 2016 - December 2018.

**Development of elastomers with better mechanical and abrasive wear resistance properties, through reinforcement and control of vulcanization kinetics to be applied in the mining industry.** Fondef Idea, code ID14-I-10437. March 2015 - March 2017.

**Production and validation of biodegradable clamshell containers for packaging and transportation of export fruits.** Conicyt, code 80150051. Partner companies, Petroquim S.A.; Ultrapac Sudamérica S.A.; Agrícola y Ganadera Río Cato Ltda. September 2014 - December 2016.

## Bioenergy Department

**Small-scale CHP generation: Catalytic improvement of biomass gasification products.** Fondef Idea, code ID15I10132. Associated company, Neumann. December 2015-December 2017.

**Development of phase change materials for thermal storage of energy at low temperature.** Fondef Idea, code ID15I10496. Associated company, Quimtec Ltda. December 2015-December 2017.

**Use of microcellulose-derived carbon aerogels as catalysts for tars and ammonia decomposition.** Fondecyt, code 11150148. July 2015-August 2018.

**Ácidos orgánicos y resinas naturales a partir de residuos lignocelulósicos.** Fondef, código D11I1190. Empresas asociadas, Sociedad El Conquistador Ltda., Resinas del Biobío S.A., EST Ltda., Quipasur Ltda., Casas del Valle Barros Hermanos Ltda. Noviembre 2012-mayo 2015.

**Producción de biochar y energía térmica como mecanismo para la valorización de residuos sólidos provenientes de planteles avícolas y porcinos en la Región del Biobío.** FIC, código 30193672-0. Institución sociada, Gobierno Regional del Biobío. Octubre 2014-octubre 2016.

**Obtención de compuestos aromáticos de interés comercial a partir de corteza de pino radiata.** Innova Chile, código 14IDL2-30128. Empresas asociadas, EST Ltda.; Rebisa S.A. Diciembre 2014-diciembre 2017.

**Red de investigación sobre la conversión termoquímica de biomasa entre la Unidad de Desarrollo Tecnológico y el Instituto de Ingeniería Química y Energética de BOKU.** PCI-CONICYT, código REDES150080. En conjunto con BOKU University. Mayo 2016 - noviembre 2017.

### 5.1.3 Área Bioproductos

**Mejoramiento de las propiedades de adhesividad en tableros MDF, a través de la remoción parcial de extraíbles y carbohidratos en astillas de pino radiata.** Directo de empresa. Bioforest S.A. Junio 2015 - junio 2016.

**Papeles industriales de altas prestaciones mecánicas reforzados con nanofibras de celulosa.** Innova Chile, código 15 VEIID-45654. Empresas asociadas, Forestal y Papelera Concepción, Cartones San Fernando. Noviembre 2015 - noviembre 2017.

**Tecnología para producción de materiales con capacidad de aislación térmica y acústica que incorporan agentes atenuadores de radiación infrarroja.** Fondef Idea, código ID15I10379. Empresa asociada, CMPC. Diciembre 2015-diciembre 2017.

**Obtención de biopreservantes a partir de los extraíbles de madera como alternativa al uso de plaguicidas químico-sintéticos.** Fondef Idea, código CA12I10142. Empresas asociadas, Forestal Arauco S.A., Forestal Los Andes S.A., Forestal Mininco S.A. Marzo 2013 - marzo 2015.

**Desarrollo de las bases tecnológicas para la fabricación y el uso de micro/nanofibrillas de celulosa, en papeles de alto desempeño.** Innova Chile, código 13IDL2-18588. Empresa asociada, Forestal y Papeles Concepción S.A. Ejecutado junto a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción. Junio 2013 - junio 2015.

**Producción de furanos en base a carbohidratos de corteza de pino (BioFurans, Chile).** Fondef Idea, código CA13-I-10266. Empresa asociada, Resinas del BíoBío S.A. Ejecutado junto a Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción. Enero 2014 - noviembre 2015.

**Desarrollo de tecnología para el procesamiento químico de paja de trigo.** Fondef, código IT13-I-10060. Empresas asociadas, Zeoplast SpA, Avenatop S.A. Diciembre 2013 - diciembre 2015.

**Nano Fibras de Celulosa (NFC) con polaridad modificada.** Código 2015R536. Fundación COPEC. Mayo 2016 – mayo 2018.

**Panel aislante térmico sustentable a partir de corteza de *Eucalyptus SP.*** Fondef Idea, código ID14I10081. Empresas asociadas, Fulghum Fibres; Módulos Wewfe; Urbo Arquitectura y Construcción. Diciembre 2014 - diciembre 2016.

**Organic acids and natural resins from lignocellulosic residues.** Fondef, code D11I1190. Associated companies, Sociedad El Conquistador Ltda., Resinas del Biobío S.A., EST Ltda., Quipasur Ltda., Casas del Valle Barros Hermanos Ltda. November 2012-May 2015.

**Production of biochar and thermal energy as a mechanism for the recovery of solid waste from poultry and pig farms in the Biobío Region.** FIC, code 30193672-0. Associated institution, Regional Government of Biobío. October 2014-October 2016.

**Obtaining aromatic compounds of commercial interest from radiata pine bark.** Innova Chile, code 14IDL2-30128. December 2014-December 2017. Associated companies, EST Ltda.; Rebisa S.A. December 2014-december 2017.

**Research network on thermochemical conversion of biomass between The Technological Development Unit and The Institute of Chemical and Energy Engineering of BOKU.** PCI-CONICYT, code REDES150080. Together with BOKU University. May 2016 - november 2017.

### Bioproducts Department

**Improvement of the adhesion properties in MDF boards through the partial removal of extractables and carbohydrates in radiata pine chips.** Direct Project of the Company. Associated company, Bioforest S.A. June 2015 - June 2016.

**Industrial papers of high mechanical performance reinforced with cellulose nanofibres.** Innova Chile, code 15 VEIID-45654. Associated companies, Forestal y Papelera Concepción, Cartones San Fernando. November 2015 - November 2017.

**Technology for the production of materials with thermal and acoustic insulation capability incorporating infrared attenuating agents.** Fondef Idea, code ID15I10379. Associated company, CMPC. December 2015-December 2017.

**Obtaining biopreservatives from wood extractables as an alternative to the use of chemical-synthetic pesticides.** Fondef Idea, code CA12I10142. Associated companies, Forestal Arauco S.A., Forestal Los Andes S.A., Forestal Mininco S.A. March 2013 - March 2015.

**Development of the technological bases for the manufacture and use of cellulose micro/nanofibrils in papers of high performance.** Innova Chile, code 13IDL2-18588. Associated company, Forestal y Papeles Concepción S.A. Executed together with the Faculty of Engineering of the University of Concepción. June 2013 - June 2015.

**Production of furans based on pine bark carbohydrates (BioFurans, Chile).** Fondef Idea, code CA13-I-10266. Associated company, Resinas del BíoBío S.A. Executed together with the Faculty of Engineering of the University of Concepción. January 2014 - November 2015.

**Development of the technology for the chemical processing of wheat straw.** Fondef, code IT13-I-10060. Associated companies, Zeoplast SpA, Avenatop S.A. December 2013 - December 2015.

**Cellulose Nano Fibers (NFC) with modified polarity.** Code 2015R536. Fundación COPEC. May 2016 – May 2018.

**Insulating thermal panel from *Eucalyptus SP* bark.** Fondef Idea, código ID14I10081. Partner companies, Fulghum Fibres; Módulos Wewfe; Urbo Arquitectura y Construcción. December 2014 - december 2016.



**Desarrollo de un aditivo natural basado en corteza de pino para el incremento de la eficiencia nutricional de rumiantes.** Fondef Idea, código ID14I10370. Empresa asociada, Crandon. Diciembre 2014 - diciembre 2016.

**Desarrollo de un nuevo tipo de excipiente en la industria farmacéutica para pacientes diabéticos.** Innova Chile, código 14IDL2-30151. Empresas asociadas, Laboratorio Pasteur S.A.; Prodalysa S.A. Noviembre 2014 - noviembre 2016.

**Estilbenos y procianidinas extraídos de residuos de poda de *Vitis vinifera*: producto purificado y microencapsulado para la industria cosmética y/o nutracéutica.** Innova Chile, código 14IDL2-30156. Empresas asociadas, Indugras S.A.; Laboratorio Pasteur S.A.; Industrias Vínicas S.A. Diciembre 2014 - noviembre 2017.

## 5.1.4 Área Medio Ambiente y servicios

**Manejo de Residuos Peligrosos (RESPEL 2015).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2015-diciembre 2015.

**Implementación de un sistema de información y gestión en medio ambiente (SIGMA 2015).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2015-diciembre 2015.

**Implementación actividades contempladas en plan de acción del D.S. 78/09 en la Universidad de Concepción, año 4 (SUSPEL 2015).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2015-diciembre 2015.

**Implementación y mantención del plan de reciclaje en Campus Concepción.** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2015-diciembre 2015.

**Capacitación Codelco Andina.** Directo de Empresa. CODELCO. Mayo 2014-mayo 2015.

**Estudios de Análisis de Consecuencia DS 78/09.** Directo de empresa. Celulosa Arauco y Constitución. Abril 2014-diciembre 2015.

**Valorización lodos CMPC.** Directo de Empresa. CMPC Celulosa S.A. Abril 2014-marzo 2015.

**Análisis Teórico de peligrosidad de residuos de convertidores catalíticos.** Directo de Empresa. Vittorio Repetto. Septiembre 2015-octubre 2015.

**Escalamiento de un proceso de termoconversión de residuos plásticos para producir productos químicos de interés comercial.** Innova Chile, código 15VEIID-45849. Empresas asociadas, Quimtec Ltda.; PTH Ltda.; Petroquim S.A. Noviembre 2015-noviembre 2017.

**Guía metodológica de evaluación de riesgo ambiental de actividades económicas, de producción y servicios.** Licitación Ministerio Medio Ambiente. Mayo 2014–marzo 2016.

**Estudio de valorización de dregs y grits provenientes de CMPC celulosa.** Directo de empresa. CMPC Celulosa S.A. Abril 2014-diciembre 2015.

**Desarrollo de productos de interés comercial para aplicaciones químicas y energéticas, a partir de residuos plásticos.** Innova Chile, código 13IDL2-18714. Empresas asociadas, Planta de Tratamientos de Hidrocarburos Ltda., Quimtec Ltda., Petroquim S.A. Noviembre 2013-noviembre 2015.

**Development of a natural additive based on pine bark to increase the nutritional efficiency of ruminants.** Fondef Idea, code ID14I10370. Partner company, Crandon. December 2014 - december 2016.

**Development of a new type of excipient in the pharmaceutical industry for diabetic patients.** Innova Chile, code 14IDL2-30151. Partner companies, Laboratorio Pasteur S.A.; Prodalysa S.A. November 2014 - november 2016.

**Stilbenes and procyanidins extracted from residues of *Vitis vinifera*: purified and microencapsulated product for the cosmetic and/or nutraceutical industry.** Innova Chile, code 14IDL2-30156. Partner companies, Indugras S.A.; Laboratorio Pasteur S.A.; Industrias Vínicas S.A. December 2014 - november 2017.

## Environment and Services Department

**Handling of Hazardous Waste (RESPEL 2015).** Internal Project of the University of Concepción. January 2015-December 2015.

**Implementation of an environmental information and management system (SIGMA 2015).** Internal Project of the University of Concepción. January 2015-December 2015.

**Implementation of activities under the D.S. 78/09 action plan at the University of Concepción, year 4 (SUSPEL 2015).** Internal Project of the University of Concepción. January 2015-December 2015.

**Implementation and maintenance of the recycling plan at Concepción Campus.** Internal Project of the University of Concepción. January 2015-December 2015.

**Codelco Andina Training.** Directly from CODELCO Company. May 2014-May 2015.

**DS 78/09 Consequence Analysis Studies. Directly from the company.** Celulosa Arauco y Constitución. April 2014-December 2015.

**CMPC sludge recovery.** Direct from the Company. CMPC Celulosa S.A. Company. April 2014-March 2015.

**Theoretical analysis of catalytic converters hazardous waste.** Direct from the Company. Vittorio Repetto. September 2015-October 2015.

**Scaling of a thermo-conversion process of plastic waste to produce chemical products of commercial interest.** Innova Chile, code 15VEIID-45849. Associated companies, PTH, QUIMTEC, PETROQUIM. November 2015-November 2017.

**Methodological guide for environmental risk assessment of production and service economic activities.** Ministry of Environment Tender. May 2014 - March 2016.

**Recovery study of dregs and grits from CMPC cellulose.** Direct from the Company. CMPC Celulosa S.A. Company. April 2014-December 2015.

**Development of products of commercial interest for chemical and energy applications from plastic waste.** Innova Chile, code 13IDL2-18714. Associated companies, Tratamientos de Hidrocarburos Ltda., Quimtec Ltda., Petroquim S.A. November 2013-November 2015.

**Evaluación del contenido de calcio, potasio y azufre en nudos separados de pulpa Kraft de madera de eucalipto.** Directo de empresa. Celulosa Arauco y Constitución, Planta Valdivia. Octubre 2014-febrero 2015.

**Manejo de Residuos Peligrosos (RESPEL 2016).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2016-diciembre 2016.

**Implementación de un sistema de información y gestión en medio ambiente (SIGMA 2016).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2016-diciembre 2016.

**Implementación actividades contempladas en plan de acción del D.S. 78/09 en la Universidad de Concepción, año 4 (SUSPEL 2016).** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2016-diciembre 2016.

**Implementación y mantención del plan de reciclaje en Campus Concepción.** Proyecto Interno Universidad de Concepción. Enero 2016-diciembre 2016.

**Valorización lodos CMPC.** Directo de Empresa. CMPC Celulosa S.A. Julio 2015-marzo 2016.

**Elaboración de pellets para pruebas en plantaciones forestales (CMPC ensayos forestales).** Directo de Empresa. CMPC Celulosa S.A. Marzo 2016-julio 2016.

**Declaración de impacto ambiental: “Regularización de planta de tratamiento de efluentes, Comercial Milanese”.** Directo de Empresa. Comercial Milanese y Compañía Ltda. Junio 2016-diciembre 2016.

**Actualización del inventario nacional de dioxinas y furanos.** Directo de Empresa. Corporación Sendero de Chile. Noviembre 2016 - Julio 2017.

## 5.1.5 Área Gestión Tecnológica

**Escalamiento de tecnología para obtener extractos polifenólicos de corteza de pino radiata y estrategia para su comercialización (ejecución junto a Área de Productos Químicos).** Innova Chile, código 13IDL4-18724. Empresa asociada, Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda. Junio 2013 - Junio 2015.

**Empaquetamiento y trasferencia de la tecnología de obtención de un enmendador de suelos y cultivos (ejecución junto a Área de Medio Ambiente).** Innova Chile, código 13IDL4-25554. Empresas asociadas, CMPC Celulosa S.A., Comasa S.A., Tirsia S.A. Abril 2014 - Abril 2016.

**Escalamiento comercial de un proceso para la conversión química de paja de trigo (ejecución junto a Área de Productos Químicos).** Innova Chile, código 13IDL4-25535. Empresa asociada, Oleotop S.A. Diciembre 2014 - Octubre 2016.

**Empaquetamiento y transferencia de tecnología para la producción de contenedores forestales biodegradables (ejecución junto a Área de Biomateriales).** Innova Chile, código 12IDL4-13686. Empresa asociada, Proyectos Plásticos Ltda. Enero 2013 - enero 2015.

**Empaquetamiento y transferencia de tecnología para el desarrollo de productos inyectados en base de biomateriales (ejecución junto a Área de Biomateriales).** Innova Chile, código 13IDL4-25555. Empresas asociadas, Combertplast S.A., American Home Ltda. Abril 2014 - Marzo 2016.

**Torrefacción (ejecución junto a Área de Bioenergía).** Innova Chile, código 14IDL4-30438. Empresas asociadas, E-CL S.A., Forestal Río Calle Calle. Marzo 2015 - marzo 2017.

**Evaluation of calcium, potassium and sulfur content in separate knots of eucalyptus Kraft pulp.** Direct from the Company. Celulosa Arauco y Constitución, Valdivia Plant. October 2014-February 2015.

**Handling of Hazardous Waste (RESPEL 2016).** Internal Project of the University of Concepción. January 2016-December 2016.

**Implementation of an environmental information and management system (SIGMA 2016).** Internal Project of the University of Concepción. January 2016-December 2016.

**Implementation of activities under the D.S. 78/09 action plan at the University of Concepción, year 4 (SUSPEL 2016).** Internal Project of the University of Concepción. January 2016-December 2016.

**Implementation and maintenance of the recycling plan at Concepción Campus.** Internal Project of the University of Concepción. January 2016-December 2016.

**CMPC sludge recovery.** Direct from the Company. CMPC Celulosa S.A. Company. July 2015 - March 2016.

**Elaboration of pellets for testing in forest plantations (CMPC forest trials).** Direct from the Company. CMPC Celulosa S.A. Company. March 2016 - July 2016.

**Declaration of environmental impact: “Regularization of effluent treatment plant, Comercial Milanese”.** Direct from the Company. Comercial Milanese. June 2016-December 2016.

**Dioxins and furans national inventory updating.** Direct from the Company. Corporación Sendero de Chile. November 2016 - July 2017.

## Technology Management Department

**Scaling of technology to obtain polyphenolic extracts from radiata pine bark and strategy to be commercialized (execution together with the Chemical Products Department).** Innova Chile, code 13IDL4-18724. Associated Company, Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda. June 2014 - June 2015.

**Packing and technology transfer to obtain an soil and crop amendment (execution together with the Environment Department).** Innova Chile, code 13IDL4-25554. Associated companies, CMPC Celulosa S.A., Comasa S.A., Tirsia S.A. April 2014 - April 2016.

**Commercial scaling of a process for the chemical conversion of wheat straw (execution together with the Chemical Products Department).** Innova Chile, code 13IDL4-25535. Associated company, Oleotop S.A. December 2014 - October 2016.

**Packing and technology transfer for the production of biodegradable forest containers (execution together with the Biomaterials Department).** Innova Chile, code 12IDL4-13686. Associated company, Proyectos Plásticos Ltda. January 2013 - January 2015.

**Packaging and transfer of technology for the development of injected products based on biomaterials (execution together with the Biomaterials Department).** Innova Chile, code 13IDL4-25555. Associated companies, Combertplast S.A., American Home Ltda. April 2014 - March 2016.

**Torrefaction (execution together with the Bioenergy Department).** Innova Chile, code 14IDL4-30438. Associated companies, E-CL S.A., Forestal Río Calle Calle. March 2015 - March 2017



**Empaquetamiento y transferencia de tecnología para la fabricación de agroplásticos biodegradables basados en almidón y su aplicación en el sector agrícola.** Innova Chile, código 14IDL4-30420. Empresas asociadas, Campo Frut Ltda.; Induplast Ltda. Enero 2015 - julio 2017.

**Proyecto de Aceleración: Taninos.** Proyecto interno. Empresa asociada, Rebisa S.A. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Aceite.** Proyecto interno. Empresa asociada, Laboratorio Pasteur S.A. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Microfibrila.** Proyecto interno. Empresa asociada, Forestal y Papeles Concepción S.A. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Humo líquido.** Proyecto interno. Empresa asociada, Cramer. Junio 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Pirólisis de plástico.** Proyecto interno. Empresas asociadas, Quimtec Ltda.; PTH Ltda.; Petroquim S.A. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Madera plástico.** Proyecto interno. Empresa asociada, American Home Ltda. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Mulch.** Proyecto interno. Empresa asociada, Induplas S.A. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Proyecto de Aceleración: Bolsas biodegradables.** Proyecto interno. Empresa asociada, Inversiones Santa Teresa Ltda. Abril 2016 – Diciembre 2016.

**Packaging and transfer of technology for the manufacture of biodegradable agroindustrial products based on starch and their application in the agricultural sector.** Innova Chile, code 14IDL4-30420. Partner companies, Campo Frut Ltda.; Induplast Ltda. January 2015 - July 2017.

**Acceleration Project: Tannins.** Internal project. Partner company, Rebisa S.A. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Oil.** Internal project. Partner company, Laboratorio Pasteur S.A. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Microfibril.** Internal project. Partner company, Forestal y Papeles Concepción S.A. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Liquid smoke.** Internal project. Partner company, Cramer. June 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Pyrolysis of Plastics.** Internal project. Partner companies, Quimtec Ltda.; PTH Ltda.; Petroquim S.A. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Plastic wood.** Internal project. Partner company, American Home Ltda. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Mulch.** Internal project. Partner company, Induplas S.A. April 2016 – December 2016.

**Acceleration Project: Biodegradable bags.** Internal project. Partner company, Inversiones Santa Teresa Ltda. April 2016 – December 2016.

## 5.2

# Formación de estudiantes

## Training of students

### 5.2.1 Tesis de pregrado

Aaron Delgado (Tutores: Jiménez, R. y Arteaga, L.): “**Catalizadores de Ni y Fe soportados en biochar para la eliminación de alquitranes en gas de síntesis**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2016 a febrero 2017.

Aida Fica (Tutor: Pereira, M.): “**Obtención de celulosa nanofibrillada (CNF) a partir de los fines generados durante el reciclado de papel**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2014 a enero 2015.

Alejandra Salgado (Tutor en UDT: Riquelme, S.): “**Síntesis de nanocomuestos de PBAT con nanopartículas de cobre/óxido de cobre/sulfato de cobre: estudio comparativo**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, mayo a diciembre 2016.

Andrés Navarro (Tutor en UDT: Riquelme, S.): “**Implementación de dispositivo electrónico para obtención de energía eléctrica a partir de materiales piezoelectrónico en Baldosas**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Electrónico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a diciembre 2016.

### Undergraduate theses

Aaron Delgado (Tutors: Jiménez, R. and Arteaga, L.): “**Ni and Fe catalysts supported in biochar for the elimination of tars in synthesis gas**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2016 to February 2017.

Aida Fica (Tutor: Pereira, M.): “**Obtaining nanofibrillated cellulose (CNF) from fines generated during paper recycling**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2014 to January 2015.

Alejandra Salgado (Tutor at UDT: Riquelme, S.): “**Synthesis of PBAT nanocomposites with copper/copper oxide/copper sulphate nanoparticles: comparative study**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Materials Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, May to December 2016.

Andrés Navarro (Tutor at UDT: Riquelme, S.): “**Implementation of an electronic device to obtain electrical energy from piezoelectric materials in tiles**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Electronic Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to December 2016.

Astrid Haensgen (Tutor: Rodríguez, S.): “**Caracterización del efecto antioxidante de nanopartículas de selenio biosintetizadas por *Pantoea agglomerans* en células endoteliales de cordón umbilical humano**”. Tesis de pregrado para optar al título de Bioquímico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

Camilo Candia (Tutor: Balladares, E.): “**Estudio de lixiviación y estabilidad en medio acuoso de polvo de fundición y residuos minerales-caracterización química**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2014 a marzo 2015.

Carlos Fischer (Tutor en UDT: Pérez, C.): “**Auditoría Energética UDT**”. Estudiante de Química y Farmacia, Universidad de Concepción, abril 2014 a enero 2016.

Carlos Pérez (Tutor en UDT: Pérez, C.; Yáñez M.): “**Implementación de una plataforma de simulación para la optimización de la producción de biogás con fines de energía eléctrica**”, Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Eléctrico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, octubre 2015 a abril 2016.

Carlos Stange (Tutor: Balladares, E.): “**Supervisión y control de las llamas de combustión de sulfuro a partir de mediciones espectrales**”, Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, octubre 2014 a abril 2015.

Carolina León (Tutor: Karelovic, A.): “**Óxidos mixtos tipo hidrotalcita para la hidrogenación selectiva de furfural**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2016 a marzo 2016.

Carolina Muñoz (Tutor en UDT: Sanhueza, F.): “**Estudio técnico-económico para la comercialización de envases biodegradables tipo clamshell**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, marzo a septiembre 2015.

Catalina López (Tutor en UDT: Silva, J.): “**Caracterización química de corteza de pino virgen y tratada**”. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Analista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, enero 2014 a marzo 2015.

Constanza de Mendoza (Tutor: Arteaga, L.): “**Análisis de ciclo de vida de un sistema de gasificación de biomasa para la generación de calor y electricidad de la Universidad de Concepción**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, agosto 2016 a febrero 2017.

Cristian Piel (Tutores: Jiménez, R. y Arteaga, L.): “**Evaluación y puesta en marcha de planta móvil de pirólisis para el aprovechamiento de residuos de la industria forestal**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, septiembre 2016 a marzo 2017.

Cristián Rivas (Tutor: Karelovic, A.): “**Hidrogenación de furfural a alcohol furfurílico en fase gaseosa sobre catalizadores de cobre**.”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2016 a marzo 2016.

Cristopher Romero (Tutor en UDT: Pérez, C.): “**Evaluación de riesgos en la planta de pellet móvil de la Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero en Prevención de Riesgos, Universidad Técnica Federico Santa María, octubre 2015 a marzo 2016.

Astrid Haensgen (Tutor: Rodríguez, S.): “**Characterization of the antioxidant effect of selenium nanoparticles biosynthesized by *Pantoea agglomerans* on human umbilical cord endothelial cells**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Biochemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, March to August 2015.

Camilo Candia (Tutor: Balladares, E.): “**Leachability and stability study in an aqueous medium of smelting dust and waste mineral-chemical characterization**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2014 to March 2015.

Carlos Fischer (Tutor at UDT: Pérez, C.): “**UDT Energy Audit**”. Student of Chemistry and Pharmacy, University of Concepción, April 2014 to January 2016.

Carlos Pérez (Tutor at UDT: Pérez, C.; Yáñez M.): “**Implementation of a simulation platform for the optimization of the production of biogas for electric energy**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Electrical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, October 2015 to April 2016.

Carlos Stange (Tutor: Balladares, E.): “**Monitoring and control of sulfide combustion flames from spectral measurements**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, October 2014 to April 2015.

Carolina León (Tutor: Karelovic, A.): “**Mixed hydrotalcite oxides for the selective hydrogenation of furfural**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2016 to March 2016.

Carolina Muñoz (Tutor at UDT: Sanhueza, F.): “**Technical-economic study for the marketing of biodegradable clamshell packaging**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Agroindustrial Engineer, Faculty of Agricultural Engineering, University of Concepción, March to September 2015.

Catalina López (Tutor at UDT: Silva, J.): “**Chemical characterization of virgin and treated pine bark**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Analytical Chemist, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción, January 2014 to March 2015.

Constanza de Mendoza (Tutor: Arteaga, L.): “**Life cycle analysis of a biomass gasification system for the generation of heat and electricity at the University of Concepción**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Environmental Engineer, Faculty of Environmental Sciences, University of Concepción, August 2016 to February 2017.

Cristian Piel (Tutors: Jiménez, R. and Arteaga, L.): “**Evaluation and start-up of a pyrolysis mobile plant for the use of waste from the forest industry**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, September 2016 to March 2017.

Cristián Rivas (Tutor: Karelovic, A.): “**Hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol in the gas phase on copper catalysts**”. Undergraduate thesis to qualify to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2016 to March 2016.

Cristopher Romero (Tutor at UDT: Pérez, C.): “**Risk assessment in the pellet mobile plant of the Technological Development Unit of the University of Concepción**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Risk Prevention Engineer, Federico Santa María Technical University, October 2015 to March 2016.



Daniela Contreras (Tutor en UDT: Castillo, C.): **"Validación de endosperma artificial para formulación de semillas artificiales de *Pinus radiata*".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero en Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, abril a diciembre 2016.

Daniela Grez (Tutor en UDT: Carrasco, J.): **"Desarrollo de un nuevo material biodegradable, a partir de la valorización de un recurso renovable para la mejora del cultivo de variedades *Solanum tuberosum* cultivadas en la localidad de Cañete, Biobío".** Tesis de pregrado para optar al título de Diseñadora de Ambientes y Objetos, Universidad del Desarrollo, noviembre 2016 a marzo 2017.

Daniela Retamal (Tutor en UDT: Poblete, C.): **"Desarrollo de un cuadro de mando integral como sistema de control de gestión para el Laboratorio de Servicios Analíticos de UDT".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción, septiembre 2014 a enero 2015.

Daniela Vivallos (Tutor: Gómez, C.): **"Desarrollo y caracterización de micropartículas de Rhein elaboradas por secador por pulverización".** Tesis de pregrado para optar al título de Químico Farmacéutico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, abril 2014 a enero 2015.

Daniel Villegas (Tutor: Flores, P.): **"Diseño y fabricación de un resorte en material compuesto".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, abril 2014 a enero 2015.

Eduardo Poblete (Tutor en UDT: Provoste, J.): **"Análisis de una cámara de tratamiento térmico en Unidad de Desarrollo Tecnológico".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Universidad del Bío-Bío, julio 2014 a marzo 2015.

Fabián Torres (Tutor: Bórquez, R. Tutor en UDT: Provoste, J.): **"Secado de biomateriales en liofilizador a presión atmosférica".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, junio a diciembre 2016.

Felipe Arteaga (Tutor: Balladares, E.): **"Análisis del refinado anódico en División Ventanas".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, septiembre 2014 a marzo 2015.

Felipe Monsalves (Tutor: Valdés, H.): **"Estudio de las variables que influyen en la desactivación catalítica de la zeolita natural modificada con metales de transición".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Informático, Universidad Católica de la Santísima Concepción, abril a octubre 2015.

Felipe Muñoz (Tutor: González, P. Tutor en UDT: Valdebenito, V.): **"Elaboración de base de datos de Normativa Ambiental aplicable de proyectos de recuperación de suelos".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, diciembre 2016 a enero 2017.

Francisco Niefercol (Tutor en UDT: Arteaga, L.): **"Análisis comparativo del tratamiento termoquímico mediante torrefacción seca y con vapor de corteza de *Eucaliptus nitens* y *globulus*".** Tesis de pregrado para optar al título de Químico Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, septiembre 2014 a marzo 2015.

Ghislaine Rivas (Tutor en UDT: Vallejos, J.): **"Estudio de factibilidad de la creación de una planta para la obtención de polifenoles y adhesivos a partir de corteza de pino radiata".** Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío, agosto 2014 a enero 2015.

Daniela Contreras (Tutor at UDT: Castillo, C.): **"Validation of artificial endosperm for the formulation of artificial seeds from *Pinus radiata*".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Plant Biotechnology Engineer, Faculty of Forest Sciences, University of Concepción, April to December 2016.

Daniela Grez (Tutor at UDT: Carrasco, J.): **"Development of a new biodegradable material based on the valorization of a renewable resource for the improvement of the cultivation of *Solanum tuberosum* varieties grown in the town of Cañete, Biobío".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Environment and Object Designer, Universidad del Desarrollo, November 2016 to March 2017.

Daniela Retamal (Tutor at UDT: Poblete, C.): **"Development of a balanced scorecard as a management control system for the Analytical Services Laboratory of UDT".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Industrial Civil Engineer, Faculty of Engineering, Universidad Católica de la Santísima Concepción, September 2014 to January 2015.

Daniela Vivallos (Tutor: Gómez, C.): **"Development and characterization of Rhein microparticles made by spray dryer".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Pharmaceutical Chemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, April 2014 to January 2015.

Daniel Villegas (Tutor: Flores, P.): **"Design and manufacture of a composite material spring".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, April 2014 to January 2015.

Eduardo Poblete (Tutor at UDT: Provoste, J.): **"Analysis of a heat treatment chamber at the Technological Development Unit".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, University of Bio-Bio, July 2014 to March 2015.

Fabián Torres (Tutor: Bórquez, R. Tutor at UDT: Provoste, J.): **"Drying of biomaterials in lyophilizer at atmospheric pressure".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, June to December 2016.

Felipe Arteaga (Tutor: Balladares, E.): **"Analysis of the anodic refining at Ventanas Division".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, September 2014 to March 2015.

Felipe Monsalves (Tutor: Valdés, H.): **"Study of the variables that influence on the catalytic deactivation of the natural zeolite modified with transition metals".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Computer Civil Engineer, Universidad Católica de la Santísima Concepción, April to October 2015.

Felipe Muñoz (Tutor: González, P. Tutor at UDT: Valdebenito, V.): **"Development of a database of the applicable Environmental Regulations for soil remediation projects".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Environmental Engineer, Faculty of Environmental Sciences, University of Concepción, December 2016 to January 2017.

Francisco Niefercol (Tutor at UDT: Arteaga, L.): **"Comparative analysis of the thermochemical treatment by dry torrefaction and with *Eucaliptus nitens* and *globulus* bark steam".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Environmental Chemist, Faculty of Sciences, Universidad Católica de la Santísima Concepción, September 2014 to March 2015.

Ghislaine Rivas (Tutor at UDT: Vallejos, J.): **"Feasibility study for the creation of a plant to obtain polyphenols and adhesives from Radiata pine bark".** Undergraduate thesis to be granted the degree of Industrial Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Bio-Bio, August 2014 to January 2015.

Greco Moraga (Tutor: Flores, P. Tutor en UDT: Riquelme, S.): “**Desarrollo de una baldosa 3D piezoelectrica para la generación de energía eléctrica**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto a diciembre 2016.

Gustavo Inostroza (Tutor en UDT: Vergara, O.): “**Desarrollo de una interfaz para extracción de datos y gestión de información desde un sistema de control de asistencia**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Informático, Universidad Católica de la Santísima Concepción, abril a octubre 2015.

Hans Kulenkampff (Tutor en UDT: Arteaga, L.): “**Liofilización y carbonización de celulosa nanofibrillada (CNF)**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2014 a marzo 2015.

Héctor Hernández (Tutor: Flores, P.): “**Diseño y fabricación de una halfbike**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Aeroespacial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto a junio 2015.

Héctor López (Tutor: Flores, P.): “**Efecto de la tenacidad a la fractura en materiales compuestos de matriz polimérica al adicionar nanorefuerzos**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Aeroespacial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto a enero 2015.

Horacio Araya (Tutor en UDT: Salazar, J.P.): “**Evaluación Técnico-económica de la producción de micro/nanofibras de celulosa de paja de trigo, mediante el uso de refinación mecánica**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, junio a diciembre 2015.

Host Kaven Lies Kandalaf (Tutor: García, L. Tutor en UDT: Riquelme, S.): “**Generación e implementación de dispositivo que permita transformar la energía a eléctrica de los piezoelectrinos**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Electrónico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a diciembre 2016.

Karim Hananía (Tutor: Flores, P.): “**Diseño y análisis de la rigidez de una estructura monosaco para sillas de ruedas de básquetbol**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto a abril 2015.

Jaka Gasper (Tutor en UDT: Fuentealba, C.): “**Efecto de parámetros de fabricación tecnológicos en las propiedades de superficie de madera tratada térmicamente y espumas de fibras de corteza de eucalipto**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Biotecnología, Universidad de Ljubljana, Eslovenia, marzo a junio de 2015.

Jaime Polanco (Tutor: Flores, P.): “**Diseño, fabricación y competencia del auto solar Antünekul 2 en la carrera solar Atacama 2014**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo 2015 a abril 2015.

Javier Avendaño (Tutor: Gómez, C.): “**Microencapsulación de estilbenos extraídos de residuos de poda de *Vitis vinifera***”. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Farmacéutico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

Javiera Manríquez (Tutor: von Baer, D.): “**Caracterización de compuestos fenólicos en vinos de uva de campo por HPLC-DAD-MS-ESI**”. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Analista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, marzo a enero 2016.

Greco Moraga (Tutor: Flores, P. Tutor at UDT: Riquelme, S.): “**Development of a piezoelectric 3D tile for the generation of electrical energy**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August to December 2016.

Gustavo Inostroza (Tutor at UDT: Vergara, O.): “**Development of an interface for data extraction and information management from an assistance control system**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Computer Civil Engineer, Universidad Católica de la Santísima Concepción, April to October 2015.

Hans Kulenkampff (Tutor at UDT: Arteaga, L.): “**Lyophilization and carbonization of nanofibrillated cellulose (CNF)**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2014 to March 2015.

Héctor Hernández (Tutor: Flores, P.): “**Design and manufacture of a halfbike**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Aerospace Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August to June 2015.

Héctor López (Tutor: Flores, P.): “**Effect of fracture toughness in polymer matrix composite materials by adding nanoreinforcements**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Aerospace Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August to January 2015.

Horacio Araya (Tutor at UDT: Salazar, J.P.): “**Technical-economic evaluation of the production of micro/nanofibers of wheat straw cellulose through the use of mechanical refining**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Industrial Engineer, Faculty of Engineering, Andrés Bello University, June to December 2015.

Host Kaven Lies Kandalaf (Tutor: García, L. Tutor at UDT: Riquelme, S.): “**Generation and implementation of a device that allows transforming the energy to electrical of the piezoelectrics**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Electronic Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to December 2016.

Karim Hananía (Tutor: Flores, P.): “**Design and analysis of the rigidity of a mono-sack structure for basketball wheelchairs**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August to April 2015.”

Jaka Gasper (Tutor at UDT: Fuentealba, C.): “**Effect of technological parameters during manufacturing on properties of wall section made from thermal treated wood and eucalyptus bark fibers foams**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Biotechnology, University of Ljubljana, Slovenia, March to June 2015.

Jaime Polanco (Tutor: Flores, P.): “**Design, manufacture and competition of Antünekul 2 solar car in the Atacama 2014 solar race**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March 2015 to April 2015.

Javier Avendaño (Tutor: Gómez, C.): “**Microencapsulation of stilbenes extracted from pruning waste of *Vitis vinifera***”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Pharmaceutical Chemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, March to August 2015.

Javiera Manríquez (Tutor: von Baer, D.): “**Characterization of phenolic compounds in country grape wines by HPLC-DAD-MS-ESI**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Analytical Chemist, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción, March to January 2016.

Jonathan Díaz (Tutor: Balladares, E.): “**Determinación de los parámetros de la ecuación de Vogel-Tamman-Fulcher para estimar la viscosidad de la escoria bajo un microscopio de calentamiento**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, abril a septiembre 2015.

Jorge Salort (Tutor: Pereira, M.): “**Obtención de una pulpa soluble de *Eucalyptus nitens* mediante el proceso kraft de prehidrólisis (PHK)**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, abril a septiembre 2015.

José Ocares (Tutor: García, X. Tutor en UDT: Matos, J. y Poon, P.): “**Uso de materiales híbridos nanoestructurados a base de C-IO<sub>2</sub> para la conversión de moléculas derivadas de biomasa**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, septiembre 2016 a marzo 2017.

Juan Medina (Tutor: Karelovic, A.): “**Catalizadores bimetales Cu-Ga para la hidrogenación de CO<sub>2</sub> a metanol**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, agosto 2015 a marzo 2016.

Juan Francisco Olivera (Tutor: Gómez, C.): “**Microencapsulación de compuestos polifenólicos a partir de extracto de corteza de *Pinus Radiata*, utilizando polímeros de maltodextrina y alginato como encapsulante para alimento funcional en la industria del salmón**”. Tesis de pregrado para optar al título de Bioingeniero, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, abril a septiembre 2015.

Juan Pablo Norris (Tutor: García, L. Tutor en UDT: Riquelme, S.): “**Acondicionamiento de potencia y almacenamiento de energía para sistema piezoelectrónico, alimentando cargas de iluminación**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Eléctrico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a octubre 2016.

Juan Pablo Salazar (Tutor: Marzialetti, T.): “**Optimización del pretratamiento por autohidrólisis para la sacarificación y fermentación simultánea de astillas de *Eucalyptus Globulus* para la producción de etanol**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil en Biotecnología, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad San Sebastián, abril 2015.

Karla Fuentes (Tutor: Karelovic, A.): “**Sensibilidad estructural del Rh soportado, para la metanación de monóxido de carbono**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, agosto 2015 a marzo 2016.

Leonardo Bravo (Tutor: García, X. Tutor en UDT: Matos, J.): “**Activación y funcionalización de Biochars. Efecto del precursor biomásico sobre características fisicoquímicas**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, septiembre 2016 a marzo 2017.

Lilian Zavala (Tutor: Balladares, E.): “**Evaluación técnica-económica de aumento de tamaño de medios de molienda y determinación de nivel óptimo de llenado de bolas de molienda SAG, para Codelco, división Chuquicamata**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo 2015.

Lorena Vega (Tutor: Pereira, M. Tutor en UDT: Salazar, J.): “**Obtención de componentes de alto valor desde paja de trigo mediante un proceso acetosolv modificado**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2016 a enero 2017.

Jonathan Díaz (Tutor: Balladares, E.): “**Parameter determination of the Vogel-Tamman-Fulcher equation to estimate slag viscosity under a heating microscope**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, April to September 2015.

Jorge Salort (Tutor: Pereira, M.): “**Obtaining a soluble pulp of *Eucalyptus nitens* through pre-hydrolysis kraft process (PHK)**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, April to September 2015.

José Ocares (Tutor: García, X. Tutor at UDT: Matos, J. and Poon, P.): “**Use of nano-structured hybrid materials based on C-IO<sub>2</sub> for the conversion of molecules derived from biomass**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, September 2016 to March 2017.

Juan Medina (Tutor: Karelovic, A.): “**Cu-Ga bimetallic catalysts for the hydrogenation of CO<sub>2</sub> to methanol**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, University of Concepción, August 2015 to March 2016.

Juan Francisco Olivera (Tutor: Gómez, C.): “**Microencapsulation of polyphenolic compounds from *Pinus Radiata* bark extract, using polymers of maltodextrin and alginate as an encapsulant for functional feed in the salmon industry**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Bioengineer, Faculty of Biological Sciences, University of Concepción, April to September 2015.

Juan Pablo Norris (Tutor: García, L. Tutor at UDT: Riquelme, S.): “**Power conditioning and energy storage for piezoelectric system, feeding lighting loads**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Electrical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to October 2016.

Juan Pablo Salazar (Tutor: Marzialetti, T.): “**Optimization of the pretreatment by autohydrolysis for saccharification and simultaneous fermentation of *Eucalyptus Globulus* Chips for the production of ethanol**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Biotechnology Civil Engineer, Faculty of Engineering and Technology, San Sebastián University, April 2015.

Karla Fuentes (Tutor: Karelovic, A.): “**Structural sensitivity of the supported Rh for the methanation of carbon monoxide**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, University of Concepción, August 2015 to March 2016.

Leonardo Bravo (Tutor: García, X. Tutor at UDT: Matos, J.): “**Activation and functionalization of Biochars. Effect of the biomass precursor on physico-chemical characteristics**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, September 2016 to March 2017.

Lilian Zavala (Tutor: Balladares, E.): “**Technical and economic evaluation of grinding media size increase and determination of the optimum level of SAG grinding balls filling for Codelco, Chuquicamata branch**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March 2015.

Lorena Vega (Tutor: Pereira, M. Tutor at UDT: Salazar, J.): “**Obtaining high value components from wheat straw using a modified acetosolv process**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2016 to January 2017.

Macarena Retamal (Tutor: Gómez, C.): **“Evaluación de la citotoxicidad y respuesta anti-inflamatoria in vitro de micropartículas de Rhein para su aplicación terapéutica”**. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Farmacéutico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, abril 2014 a abril 2015.

Maria Gabriela Poblete (Tutor: Gómez, C.): **“Evaluación de los efectos de la radiación gamma en micropartículas de Rhein elaboradas por los métodos de emulsión/evaporación de solvente y secado por aspersión”**. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Farmacéutico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

María José Salas (Tutor: von Baer, D.): **“Determinación de estilbenoides en sarmientos de vid mediante HPLC-DAD”**. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Analista, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

María Paz Medina (Tutor: Karelovic, A.): **“Incidencia del agua en la cinética de la reacción CO/H<sub>2</sub> sobre catalizadores de Rh”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, agosto 2015 a febrero 2016.

Matías Concha (Tutor: Flores, P.): **“Desarrollo de la formulación de un material espumado a base de almidón mediante extrusión con propiedades físico-mecánicas comparables a las del poliestireno expandido”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo 2015 a mayo 2015.

Maximiliano Azócar (Tutor: Muñoz, C. Tutor en UDT: Segura, C.): **“Biocarbón como alternativa económica para el desarrollo de la industria agrícola de la región del Biobío”**. Tesis de pregrado para optar al título de Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, marzo 2016 a marzo 2017.

Nicolás Acevedo (Tutor: Flores, P.): **“Evaluación del efecto de nano-refuerzos en la resistencia a la fractura de una resina epólica”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, junio a enero 2015.

Nicolás Flores (Tutor: Reyes, P.): **“Producción de hidrógeno mediante reformado de etanol con vapor de agua sobre catalizadores de Ni y Ni-Rh soportados en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopada con CeO<sub>2</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>”**. Tesis de pregrado para optar al título de Químico, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, marzo 2014 a diciembre 2015.

Nicolás Marileo (Tutor: Flores, P.): **“Diseño y fabricación de una prótesis deportiva en fibra de carbono para amputados de la extremidad inferior”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, junio 2014 a marzo 2015.

Oscar Pinto (Tutor: Gordon, A.): **“Obtención de compuestos químicos mediante pirolisis rápida de corteza de pino radiata”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, agosto 2015 a febrero 2016.

Pablo Toloza (Tutor: Flores, P.): **“Evaluación del desempeño de rodillos revestidos con materiales compuestos en un proceso de perfilado de placas de acero”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, junio 2014 a enero 2015.

Pablo Millanao (Tutor: Balladares, E.): **“Puesta en marcha del sistema Split-Online y opciones de mejoras en planta de chancado, Codelco-División Gabriela Mistral”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo 2015.

Macarena Retamal (Tutor: Gómez, C.): **“Evaluation of the cytotoxicity and in vitro anti-inflammatory response of Rhein microparticles for their therapeutic application”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Pharmaceutical Chemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, April 2014 to April 2015.

Maria Gabriela Poblete (Tutor: Gómez, C.): **“Evaluation of the effects of gamma radiation on Rhein microparticles prepared by the emulsion/evaporation methods of solvent and spray drying”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Pharmaceutical Chemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, March to August 2015.

María José Salas (Tutor: von Baer, D.): **“Determination of stilbenoids in vine shoots by HPLC-DAD”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Analytical Chemist, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción, March to August 2015.

María Paz Medina (Tutor: Karelovic, A.): **“Incidence of water on the kinetics of the CO/H<sub>2</sub> reaction on Rh catalysts”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, University of Concepción, August 2015 to February 2016.

Matías Concha (Tutor: Flores, P.): **“Development of the formulation of a foamed starch-based material by extrusion with physico-mechanical properties comparable to those of expanded polystyrene”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March 2015 to May 2015.

Maximiliano Azócar (Tutor: Muñoz, C. Tutor at UDT: Segura, C.): **“Biochar as an economic alternative for the development of the agricultural industry of the Biobío region”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Agronomist, Faculty of Agronomy, University of Concepción, March 2016 to March 2017.

Nicolás Acevedo (Tutor: Flores, P.): **“Evaluation of the effect of nano-reinforcements on the fracture resistance of an epoxy resin”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, June to January 2015.

Nicolás Flores (Tutor: Reyes, P.): **“Hydrogen production by ethanol reforming with water vapor on Ni and Ni-Rh catalysts supported on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> doped with CeO<sub>2</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemist, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción, March 2014 to December 2015.

Nicolás Marileo (Tutor: Flores, P.): **“Design and manufacture of a carbon fiber sports prosthesis for lower extremity amputees”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, June 2014 to March 2015.

Oscar Pinto (Tutor: Gordon, A.): **“Obtaining chemical compounds by fast pyrolysis of Radiata pine bark”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, University of Concepción, August 2015 to February 2016.

Pablo Toloza (Tutor: Flores, P.): **“Evaluation of the performance of coated rolls with composite materials in a steel plate profiling process”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Mechanical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, June 2014 to January 2015.

Pablo Millanao (Tutor: Balladares, E.): **“Start-up of the Split-Online system and improvement options in the crushing plant, Codelco-Gabriela Mistral Branch”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March 2015.

Patricio Quijada (Tutor: Avello, M.): **“Desarrollo de una formulación tópica en base a hojas de canelo para el tratamiento de la fibroedema geoide mucoso subcutáneo (celulitis no infecciosa)”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero en Biotecnología Vegetal, Universidad de Concepción, abril 2016 a marzo 2017.

Paula Muñoz (Tutor: García, X. Tutor en UDT: Matos, J.): **“Síntesis, caracterización y aplicación de biocarbonos como soporte catalítico en la reacción de metanación de CO”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo 2016 a febrero 2017.

Paulina Cifuentes (Tutor en UDT: Segura, C.): **“Análisis de fitoesteroles utilizando GC / FID y GC / MS”**. Tesis de pregrado para optar al título de Bioquímico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, junio 2014 a enero 2015.

Rodrigo Riveros (Tutor: Flores, P.): **“Diseño y propuesta de fabricación de una trike para personas con discapacidad”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Aeroespacial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a abril 2015.

Roberto Garcés (Tutor: Gómez, C.): **“Desarrollo y Caracterización de un comprimido bucodispersable y una suspensión oral utilizando stevia purificada como edulcorante”**. Tesis de pregrado para optar al título de Químico Farmacéutico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

Roberto Salas (Tutor: Balladares, E.): **“Balance de materia y energía para el tratamiento de concentrados, calcinas y polvos del tostador DHM en un reactor de capa fundida”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Metalúrgico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a agosto 2015.

Scarlett Concha (Tutor en UDT: Arteaga, L.): **“Factibilidad técnica de la gasificación de los residuos sólidos urbanos (RSU) en un horizonte de 25 años. Caso de estudio: Relleno sanitario Fundo las Cruces, comuna de Chillán Viejo”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, agosto a diciembre 2015.

Sebastián Roa (Tutor en UDT: Miranda, C.): **“Producción y caracterización de compuesto termoplástico con propiedades biocidas, orientado a la elaboración de bolsas reutilizables de supermercado”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, agosto 2015 a febrero 2016.

Valentina Castillo (Tutor en UDT: Riquelme, S.): **“Cascarilla de arroz como materia prima para el desarrollo de un revestimiento interior”**. Tesis de pregrado para optar al título de Diseñador Industrial, Universidad del Desarrollo, marzo a diciembre 2016.

Valentina Sanhueza (Tutor: Karelovic, A.): **“Estudio comparativo de la cinética de la síntesis de metanol sobre catalizadores CuZn y NiGa”**. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, agosto 2015 a marzo 2016.

Vanessa Gutiérrez (Tutor: Von Baer, D, Tutor en UDT: Segura, C.): **“Estrategia de fraccionamiento del líquido pirolítico derivado de extractos de corteza de pino (*Pino radiata D-Don*) para la obtención de cateoles”**. Tesis de pregrado para optar al título de Bioquímico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, junio a diciembre 2016.

Vania Sáez (Tutor: von Baer, D.): **“Brotes de vid: Incidencia de los tratamientos hidrolíticos sobre su potencial como fuente de compuestos fenólicos bioactivos”**. Tesis de pregrado para optar al título de Bioquímico, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción, agosto 2015 a febrero 2016.

Patricio Quijada (Tutor: Avello, M.): **“Development of a topical formulation based on cinnamon leaves for the treatment of subcutaneous mucosal geoide fiber-edema (non-infectious cellulitis)”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Plant Biotechnology Engineer, University of Concepción, April 2016 to March 2017.

Paula Muñoz (Tutor: García, X. Tutor at UDT: Matos, J.): **“Synthesis, characterization and application of biochars as catalytic support in the CO methanation reaction”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March 2016 to February 2017.

Paulina Cifuentes (Tutor at UDT: Segura, C.): **“Phytosterols analysis using GC/FID and GC/MS”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Biochemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, June 2014 to January 2015.

Rodrigo Riveros (Tutor: Flores, P.): **“Design and manufacturing proposal of a trike for people with disabilities”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Aerospace Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to April 2015.

Roberto Garcés (Tutor: Gómez, C.): **“Development and characterization of a orodispersible tablet and oral suspension using purified stevia as a sweetener”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Pharmaceutical Chemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, March to August 2015.

Roberto Salas (Tutor: Balladares, E.): **“Heat and mass balance for the treatment of concentrates, calcines and powders of the DMH roaster in a molten-layer reactor”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Metallurgical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to August 2015.

Scarlett Concha (Tutor at UDT: Arteaga, L.): **“Technical feasibility of the gasification of municipal solid waste (MSW) over a 25 year horizon. Case study: Fundo Las Cruces sanitary landfill, municipality of Chillán Viejo”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Environmental Engineer, Faculty of Environmental Sciences, University of Concepción, August to December 2015.

Sebastián Roa (Tutor at UDT: Miranda, C.): **“Production and characterization of a thermoplastic compound with biocidal properties, oriented to the development of reusable supermarket bags”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Concepción, August 2015 to February 2016.

Valentina Castillo (Tutor at UDT: Riquelme, S.): **“Rice husk as raw material for the development of an inner coating”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Industrial Designer, Universidad del Desarrollo (Development University), March to December 2016.

Valentina Sanhueza (Tutor: Karelovic, A.): **“Comparative study of the kinetics of methanol synthesis on CuZn and NiGa catalysts”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Chemical Civil Engineer, University of Concepción, August 2015 to March 2016.

Vanessa Gutiérrez (Tutor: Von Baer, D, Tutor at UDT: Segura, C.): **“Pyrolytic liquid fractionation strategy derived from pine bark extracts (*D-Don Radiata Pine*) for catechol production”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Biochemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, June to December 2016.

Vania Sáez (Tutor: von Baer, D.): **“Vine shoots: Incidence of hydrolytic treatments on its potential as a source of bioactive phenolic compounds”**. Undergraduate thesis to be granted the degree of Biochemist, Faculty of Pharmacy, University of Concepción, August 2015 to February 2016.

Victoria Lara (Tutor: Santelices, I, Tutor en UDT: Carrasco, J.): “**Propuesta de modelamiento para procesos de producción de Biomateriales en la Unidad de Desarrollo Tecnológico UDT aplicando el método de Kaizen Board de mejora continua**”. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío, octubre 2016 a enero 2017.

## 5.2.2 Tesis para el grado de Magíster

Adolfo Salgado (Tutor: Radovic, L.): “**Química computacional de las interacciones del grafeno con metales alcalinos**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Fecha término: junio 2016.

Álvaro Paredes (Tutor: Gordon, A.): “**Continuación de Tesis de pregrado (reacciones de carbonización hidrotermal, mecanismos y cinética)**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: enero 2016.

Arnoldo Aguayo (Tutor: Flores, P.): “**Efecto de la adición de nanotubos de carbono en el comportamiento al desgaste en compuestos con matriz termoestable reforzados con fibra de vidrio**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Arnoldo Miranda (Tutor: Gómez, C.): “**Diseño y evaluación in vivo de una formulación microtecnológica de depósito de rivastigmina administrada por vía parenteral**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Fecha término: marzo 2016.

Carolina Sánchez (Tutor: Wilkomirsky, R.; Parra, R.): “**Cinética de sulfatación y mecanismos de escorias de fundición de cobre con ácido sulfúrico**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Catalina Chávez (Tutor: Gómez, C.): “**Desarrollo y caracterización de sistemas híbridos troyanos para la administración de Rhein en patologías articulares**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Fecha término: marzo 2016.

Claudia Loeza (Tutor: Balladares, E.): “**Desarrollo de una medición espectral en el control de temperatura y composición de ejes y metal blanco de cobre**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Daniela Espinoza (Tutor: Gordon, A.): “**Estudio experimental y cinético de la torrefacción de biomasa forestal residual**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2015.

Eduardo Fernández (Tutor: Flores, P.): “**Efecto en la fatiga fuera del plano al adicionar nanotubos de carbono en materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio unidireccional**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Victoria Lara (Tutor: Santelices, I, Tutor at UDT: Carrasco, J.): “**Modeling proposal for production processes of Biomaterials at the Technological Development Unit UDT applying the Kaizen Board method of continuous improvement**”. Undergraduate thesis to be granted the degree of Industrial Civil Engineer, Faculty of Engineering, University of Bio-Bio, October 2016 to January 2017.

## Graduate M.S. Theses

Adolfo Salgado (Tutor: Radovic, L.): “**Computational chemistry of graphene interactions with alkaline metals**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Agronomic Sciences, Faculty of Agronomy, University of Concepción. End date: June 2016.

Álvaro Paredes (Tutor: Gordon, A.): “**Continuing undergraduate thesis (hydrothermal carbonization reactions, mechanisms and kinetics)**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's degree in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: January 2016.

Arnoldo Aguayo (Tutor: Flores, P.): “**Effect of the addition of carbon nanotubes on wear behavior in composites with glass fiber reinforced thermoset matrix**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: October 2015.

Arnoldo Miranda (Tutor: Gómez, C.): “**In vivo design and evaluation of a microtechnical formulation of rivastigmine storage through parenteral administration**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy, University of Concepción. End date: March 2016.

Carolina Sánchez (Tutor: Wilkomirsky, R.; Parra, R.): “**Sulfation kinetics and mechanisms of copper smelting slag with sulfuric acid**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: October 2015.

Catalina Chávez (Tutor: Gómez, C.): “**Development and characterization of hybrid trojan systems for Rhein administration in joint pathologies**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy, University of Concepción. End date: March 2016.

Claudia Loeza (Tutor: Balladares, E.): “**Development of a spectral measurement development in the monitoring of temperature and composition of shafts and copper white metal**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: October 2015.

Daniela Espinoza (Tutor: Gordon, A.): “**Experimental and kinetic study of residual forest biomass torrefaction**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: December 2015.

Eduardo Fernández (Tutor: Flores, P.): “**Out-of-plane fatigue effect by adding carbon nanotubes in composite materials reinforced with unidirectional glass fiber**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: October 2015.



Felipe Ferreira (Tutor: Gómez, C.): “**Nanopartículas de Rhein: Desarrollo, caracterización y evaluación in vitro**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Francisco Arias (Tutor: Pastene, E.): “**Purificación acelerada de moléculas bio-activas de *Tristerix corymbosus* (Quintral del Álamo) mediante fraccionamiento en contra-corriente de partición por centrifugación (CPC) y caracterización de sus propiedades farmacológicas**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Fecha término: julio 2015.

Francisco Ulloa (Tutor: Valdés, H.): “**Optimización de las variables de operación y los parámetros operacionales en el proceso de remoción de emisiones de ozono gaseoso mediante el uso de zeolita natural modificada con metales de transición**”. Tesis de Posgrado para optar al grado de Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Fecha de término: diciembre 2016.

Isabel Calle (Tutor: Da Luz, M.): “**Evaluación de la integridad estructural de PET y PP reciclado para sustituir el aluminio en los paneles fotovoltaicos para estructuras solares**”. Tesis de Posgrado para optar al título de Ingeniero de Materiales de Integridad, Facultade do Gama, Universidad de Brasília, Brasil. Fecha de término: febrero 2015.

Ismael Fuentes (Tutor: García, X.): “**Metanización de monóxido de carbono sobre una escoria rica en Fe. Estudio cinético**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: agosto 2015.

Javier Carrasco (Tutor: Flores, P.): “**Detección de daño en materiales compuestos mediante análisis dinámico**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, marzo a abril 2015.

Jorge Silva (Tutor: Becerra, J.): “**Escalamiento del proceso para la obtención de ácidos grasos poliinsaturados a partir de semillas de *pinus radiata***”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2015.

Juan Ignacio Espinoza (Tutor: Molina, C.): “**Desarrollo de estructura de un aerogenerador para ser usado con materiales piezoelectrónicos flexibles**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: julio 2016.

Johana Vega (Tutor: Michanickl, A.; Berg, A.): “**Estudio para la producción de paneles de aislamiento a partir de fibras de corteza de eucalipto**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Tecnologías de la Madera, Universidad de Rosenheim. Fecha término: abril 2017.

José Tomas Larraín (Tutor: Radovic, R.): “**Validación de un modelo de pirólisis para polímeros sintéticos y naturales: relación cinética / estructura química**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: enero 2017.

Nelson Mora (Tutor: Balladares, E.): “**Desarrollo e implementación de una prueba de impacto alternativa para mejorar la estimación del rendimiento instantáneo del molino SAG a corto plazo, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2015.

Felipe Ferreira (Tutor: Gómez, C.): “**Rhein nanoparticles: In vitro development, characterization and evaluation**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy, University of Concepción. End date: October 2015.

Francisco Arias (Tutor: Pastene, E.): “**Accelerated purification of bio-active molecules of *Tristerix corymbosus* (Poplar Quintral) by counter-current fractionation of centrifugation partitioning (CPC) and characterization of their pharmacological properties**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Pharmaceutical Sciences, Faculty of Pharmacy, University of Concepción. End date: July 2015.

Francisco Ulloa (Tutor: Valdés, H.): “**Optimization of the operational variables and operational parameters in the process of removing gaseous ozone emissions through the use of natural zeolite modified with transition metals**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Industrial Engineering, Universidad Católica de la Santísima Concepción. End date: December 2016.

Isabel Calle (Tutor: Da Luz, M.): “**Evaluation of the structural integrity of recycled PET and PP to replace the aluminum in photovoltaic panels for solar structures**”. Postgraduate thesis to be granted the degree of Integrity Materials Engineer, Facultade do Gama, University of Brasilia, Brazil. End date: February 2015.

Ismael Fuentes (Tutor: García, X.): “**Methanation of carbon monoxide on a slag rich Fe. Kinetic study**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: August 2015.

Javier Carrasco (Tutor: Flores, P.): “**Detection of damage in composite materials by dynamic analysis**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción, March to April 2015.

Jorge Silva (Tutor: Becerra, J.): “**Process scaling for obtaining polyunsaturated fatty acids from *Pinus radiata* seeds**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Forest Sciences, University of Concepción. End date: December 2015.

Juan Ignacio Espinoza (Tutor: Molina, C.): “**Development of the structure of a wind turbine to be used with flexible piezoelectric materials**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: July 2016.

Johana Vega (Tutor: Michanickl, A.; Berg, A.): “**Study for the production of insulation panels made from eucalyptus bark fibers**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Wood Technologies, University of Rosenheim. End date: April 2017.

José Tomas Larraín (Tutor: Radovic, R.): “**Validation of a pyrolysis model for synthetic and natural polymers: kinetic relation / chemical structure**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: January 2017.

Nelson Mora (Tutor: Balladares, E.): “**Development and implementation of an alternative impact test to improve the estimation of the instantaneous performance of the SAG grinding mill in the short term, Doña Inés Mining Company of Collahuasi**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: October 2015.

Stefan Bockel (Tutor en UDT: Fuentealba, C.): “**La influencia de la extracción de agua caliente sobre las propiedades físicas y mecánicas de las astillas de madera de *Pinus radiata* (D. DON) para la producción de tableros de madera de densidad media**”. Universidad de Hamburgo, Alemania. Fecha término: diciembre 2016.

Víctor San Juan (Tutor: Flores, P.): “**Estudio fatiga Fuera del Plano en materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio unidireccional, Extensión del modelo de Kawai**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: septiembre 2015.

Valesca San Martín (Tutor: Sandoval, M.): “**Potencialización de pellets de residuos de la industria del papel con el alga marina *Ulva lactuca L.* aplicada a un Andisol como fertilizante**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Magíster en Ciencias Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Fecha término: marzo 2016.

## 5.2.3 Tesis para el grado de Doctor

Andrea Oyarzún (Tutor: Radovic, L.): “**Química computacional de la transferencia de oxígeno en las reacciones de grafeno con gases oxidantes**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: abril 2016.

Andrew Moore (Tutor: Carrier, M.): “**El efecto de las características de la biomasa en el bio-oil producido vía pirólisis rápida**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias, Forest Biomaterials, North Carolina State University, United States. Fecha término: mayo 2016.

Archi Dasgupta (Tutor: Matos, J.): “**Materiales a granel basados en nanotubos de carbono y grafenos 3D porosos: síntesis, caracterización y posibles aplicaciones**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Química, Departamento de Química, Universidad de Pennsylvania State, Estados Unidos. Fecha término: agosto 2016.

Camila Mora (Tutor: Radovic, L.): “**Procesos de transferencia de oxígeno en la conversión de grafito a grafeno**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2017.

Carlos Medina (Tutor: Flores, P.): “**Análisis de la resistencia al corte interfacial (IFSS) de compuestos reforzados con nanoestructuras**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: abril 2015.

Daniel Martínez (Tutor: Moldes, D.): “**Biotecnología para la modificación de materiales lignocelulósicos. Valorización de extractivos fenólicos**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ingeniería de los Procesos Fermentativos, Universidad de Vigo, España. Fecha término: 2017.

Franklin García (Tutor: Matos, J.): “**Síntesis de materiales híbridos a partir de residuos de biomasa forestal para su estudio en reacciones de oxidación selectivas**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Química, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Química, Caracas, Venezuela. Fecha término: septiembre 2018.

Gonzalo Pincheira (Tutor: Flores, P.): “**Diseño de un polímero reforzado resistente al desgaste**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: marzo 2016.

Stefan Bockel (Tutor at UDT: Fuentealba, C.): “**The influence of hot water extraction on the physical and mechanical properties of wood chips from *Pinus radiata* (D. DON) for medium-density fiber board production**”. University of Hamburg, Germany. End date: December 2016.

Víctor San Juan (Tutor: Flores, P.): “**Out-of-plane fatigue study in composite materials reinforced with unidirectional glass fiber, Kawai Model Extension**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Engineering Sciences with a major in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: September 2015.

Valesca San Martín (Tutor: Sandoval, M.): “**Potentialization of waste pellets from the paper industry with seaweed *Ulva lactuca L.* applied to an Andisol as fertilizer**”. Postgraduate thesis to be granted the Master's Degree in Agronomic Sciences, Faculty of Agronomy, University of Concepción. End date: March 2016.

## Graduate Ph.D. Theses

Andrea Oyarzún (Tutor: Radovic, L.): “**Computational chemistry of oxygen transfer in graphene reactions with oxidizing gases**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: April 2016.

Andrew Moore (Tutor: Carrier, M.): “**The effect of biomass characteristics on bio-oil produced via fast pyrolysis**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science, Forest Biomaterials, North Carolina State University, United States. End date: May 2016.

Archi Dasgupta (Tutor: Matos, J.): “**Porous 3D graphene and carbon nanotube based bulk materials: synthesis, characterization and possible applications**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Chemistry, Department of Chemistry, Pennsylvania State University, United States. End date: August 2016.

Camila Mora (Tutor: Radovic, L.): “**Oxygen transfer processes in conversion of graphite to graphene**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: December 2017.

Carlos Medina (Tutor: Flores, P.): “**Analysis of interfacial shear strength (IFSS) of reinforced composites with nanostructures**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Materials Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: April 2015.

Daniel Martínez (Tutor: Moldes, D.): “**Biotechnology for the modification of lignocellulosic materials. Recovery of phenolic extractives**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering of Fermentative Processes, University of Vigo, Spain. End date: 2017.

Franklin García (Tutor: Matos, J.): “**Synthesis of hybrid materials from forest biomass residues to be studied in selective oxidation reactions**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Chemistry, Venezuelan Institute of Scientific Research, Chemistry Center, Caracas, Venezuela. End date: September 2018.

Gonzalo Pincheira (Tutor: Flores, P.): “**Design of a wear resistant reinforced polymer**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Materials Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: March 2016.



Iván Restrepo (Tutor: Flores, P.): “**Desarrollo de films nanocomuestos PLA/ZnO con propiedades antibacterianas y termomecánicas mejoradas**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: febrero 2016.

Juan Carlos Carrasco (Tutor: Oporto, G.): “**Diseño basado en la operatividad de sistemas energéticos**”. Tesis para optar al grado de Doctor en Ingeniería Química, Universidad de West Virginia, Estados Unidos. Fecha término: agosto 2016.

Karol Peredo (Tutores: Zaror, C.; Pereira, M.): “**Formulaciones de bioplásticos basadas en polisacáridos de la madera: aproximación conceptual evaluando interacciones mediante parámetros de solubilidad**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: julio 2015.

Katherine Leiva (Tutor: Escalona, N.): “**Estudio de la actividad catalítica y selectividad de catalizadores soportados sobre renio en la reacción de hidrodesoxigenación de moléculas representativas de Bio-oil**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias con mención en Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción. Fecha término: abril 2016.

Luis Bustamante (Tutor: Mardones, C.): “**Desarrollo de una plataforma analítica para la metabolómica de compuestos fenólicos en bayas y fluidos biológicos**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias y Tecnología Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2016.

María Cocina Fernández de Córdoba (Tutor: Matos, J.): “**Valorización de la biomasa forestal mediante el desarrollo de materiales híbridos y procesos catalíticos y fotocatalíticos de semiconductores fotoactivos dopados con C y potenciales electrodos para células solares de láminas delgadas**”. Tesis de postgrado para optar al grado de PhD Doctor en Química, Instituto Nacional del Carbón (INCAR), Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Oviedo, España. Fecha término: 2018.

Miguel Muñoz (Tutor: Rodriguez, S.): “**Preparación de nanocompositos PVC / cobre mediante mezclado en fundido y solución**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias con mención en Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción. Fecha término: abril 2016.

Mónica Tapia (Tutor: Rodriguez, S.): “**Ácido poliláctico (PLA) degradando microorganismos aislados de suelos forestales en la Región del Bío-Bío**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Fecha término: abril 2015.

Nabin Karna (Tutor: Zambrano, H.): “**Hidrodinámica de la imbibición capilar a nanoescala**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2017.

Nelson Vera (Tutor: Ávila, J.): “**Evaluación de los efectos de taninos de la corteza del pino insignie sobre parámetros de fermentación ruminal y emisiones de gases de efecto invernadero**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Fecha término: octubre 2016.

Óscar Gómez Capiro (Tutor: Arteaga, L.): “**Estudio del Mecanismo de descomposición simultánea de alquitranes y armónico sobre catalizador de Ni o Fe soportado en aerogeles de carbón**” Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería Mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: 2017.

Iván Restrepo (Tutor: Flores, P.): “**Development of PLA / ZnO nanocomposite films with improved antibacterial and thermomechanical properties**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Materials Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: February 2016.

Juan Carlos Carrasco (Tutor: Oporto, G.): “**Operability-based design of energy systems**”. Thesis to be granted the PhD in Chemical Engineering, West Virginia University, United States. End date: August 2016.

Karol Peredo (Tutors: Zaror, C.; Pereira, M.): “**Bioplastic formulations based on wood polysaccharides: conceptual approach evaluating interactions through solubility parameters**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: July 2015.

Katherine Leiva (Tutor: Escalona, N.): “**Study of the catalytic activity and selectivity of catalysts supported on Rhenium in the hydrodeoxygenation reaction of molecules representative of Bio-oil**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science with a major in Chemistry, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción. End date: April 2016.

Luis Bustamante (Tutor: Mardones, C.): “**Development of an analytical platform for metabolomics of phenolic compounds in berries and biological fluids**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Analytical Technology, Faculty of Pharmacy, University of Concepción. End date: December 2016.

María Cocina Fernández de Córdoba (Tutor: Matos, J.): “**Valorization of Forest Biomass through the development of hybrid materials and C-doped photoactive semiconductors catalytic and photocatalytic processes and potential electrodes for thin films solar cells**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Chemistry, National Institute of Coal (INCAR), Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Oviedo, Spain. End date: 2018.

Miguel Muñoz (Tutor: Rodriguez, S.): “**Preparation of PVC / copper nanocomposites by melted mixing and solution**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science with a major in Chemistry, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción. End date: April 2016.

Monica Tapia (Tutor: Rodriguez, S.): “**Polylactic acid (PLA) degrading microorganisms isolated from forest soils in the Bío-Bío region**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Forest Sciences, Faculty of Forest Sciences, University of Concepción. End date: April 2015.

Nabin Karna (Tutor: Zambrano, H.): “**Hydrodynamics of capillary imbibition at nanoscale**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, University of Concepción. End date: December 2017.

Nelson Vera (Tutor: Ávila, J.): “**Evaluation of the effects of tannins from Pinus radiata bark on parameters of ruminal fermentation and greenhouse gas emissions**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Veterinary Sciences, University of Concepción. End date: October 2016.

Óscar Gómez Capiro (Tutor: Arteaga, L.): “**Study of the mechanism of simultaneous decomposition of tars and overtone on Ni or Fe catalyst supported on charcoal aerogels**” Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science with a major in Chemistry, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción. End date: 2017.

Pauline Rivière (Tutor: Matos, J.): “**Caracterizar el efecto de diferentes rellenos conductores eléctricamente innovadores en polímeros de base biológica o biodegradables**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Tecnología de Materiales Naturales, Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Austria. Fecha término: septiembre 2016.

Pablo Salgado (Tutor: Mansilla, H.): “**Implementación de un método de oxidación avanzada, basada en la reacción neutral fenton APH para tratar efluentes celulósicos**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias con mención en Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción. Fecha término: marzo 2015.

Patricia Castaño (Tutor: Buzzoni, F.): “**Efecto del hidrógeno y la tensión en los aceros utilizados en instalaciones de manipulación de hidrógeno**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencia y Tecnología, mención en Materiales, Universidad de San Martín, Argentina. Fecha término: marzo 2015.

Romina Romero (Tutor en UDT: Segura, C.): “**Desarrollo de sistema Fenton heterogéneo soportado en tanino insoluble de corteza de *Pinus radiata* y su evaluación como proceso de oxidación avanzada en sistema modelo**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias y Tecnología Analítica, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2016.

Rubén Perez (Tutor: Gordon, A.): “**Estudio y modelado de la formación de depósitos en la co-combustión de carbón con biomasa en un reactor de lecho fluidizado burbujeante**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería Mención en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2016.

Ryan Barton (Tutor: Carrier, M.): “**Desarrollo del catalizador Ni/HZSM-5 en la Universidad de Concepción con fines de hidrodesoxigenación e hidrogenolisis**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ingeniería Química, North Carolina State University, Estados Unidos. Fecha término: mayo 2016.

Sivia Riquelme (Tutor: Koduri, V.S.R.): “**Desarrollo de materiales compuestos flexibles cerámicos/ polímeros ferroeléctricos para el cosechamiento de energía eléctrica**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ingeniería de Materiales, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2017.

Stefan Conrad (Tutor: Carrier, M.): “**Condensación gradual de vapores de pirólisis**”. Tesis de postgrado para optar al grado de, Ruhr-University Bochum Alemania, Mechanical Engineering. Fecha término: octubre 2015.

Verónica Bustamante (Tutor: Arteaga, L.): “**Determinar el potencial energético maderero de los desechos forestales para la producción de madera torrefactada en el estado de Durango**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, México. Fecha término: diciembre 2016.

Yaynén Beltrán (Tutor: Jiménez, R.): “**Reactividad de catalizadores Rh soportados sobre alúmina pura modificada con ceria y circonia para las reacciones de formado y reformado de metano**”. Tesis de postgrado para optar al grado de Doctor en Ciencias mención Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción. Fecha término: diciembre 2016.

Pauline Rivière (Tutor: Matos, J.): “**Characterize the effect of different innovative electrically conductive fillers on bio-based or biodegradable polymers**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Natural Materials Technology, University of Natural Resources and Life Sciences, Austria. End date: September 2016.

Pablo Salgado (Tutor: Mansilla, H.): “**Implementation of an advanced oxidation method based on the fenton's neutral APH reaction to treat cellulosic effluents**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science with a major in Chemistry, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción. End date: March 2015.

Patricia Castaño (Tutor: Buzzoni, F.): “**Effect of hydrogen and tension in steels used in hydrogen handling facilities**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Technology with a major in Materials, University of San Martín, Argentina. End date: March 2015.

Romina Romero (Tutor at UDT: Segura, C.): “**Development of a heterogeneous Fenton system supported on insoluble tannin from *Pinus radiata* bark and its evaluation as an advanced oxidation process in the model system**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Science and Analytical Technology, University of Concepción. End date: December 2016.

Rubén Pérez (Tutor: Gordon, A.): “**Study and modeling of the formation of deposits in the co-combustion of coal with biomass in a bubbling fluidized bed reactor**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Engineering Sciences with a major in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Concepción. End date: December 2016.

Ryan Barton (Tutor: Carrier, M.): “**Development of Ni/HZSM-5 catalyst at University of Concepción for the purpose of hydrodeoxygenation and hydrogenolysis**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Chemical Engineering, North Carolina State University, United States. End date: May 2016.

Sivia Riquelme (Tutor: Koduri, V.S.R.): “**Development of flexible ceramic composites / ferroelectric polymers for the harnessing of electrical energy**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Materials Engineering, University of Concepción. End date: December 2017.

Stefan Conrad (Tutor: Carrier, M.): “**Staged condensation of pyrolysis vapours**”. Postgraduate thesis to be granted the grado de, Ruhr-University Bochum Alemania, Mechanical Engineering. End date: October 2015.

Verónica Bustamante (Tutor: Arteaga, L.): “**Determine the wood energy potential of forest waste for the production of torrefacted wood in the state of Durango**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Agricultural and Forest Sciences, Juárez University of the State of Durango, Mexico. End date: December 2016.

Yaynén Beltrán (Tutor: Jiménez, R.): “**Reactivity of Rh catalysts supported on pure alumina modified with ceria and zirconia for methane forming and reforming reactions**”. Postgraduate thesis to be granted the PhD in Sciences with a major in Chemistry, Faculty of Chemical Sciences, University of Concepción. End date: December 2016.

## 5.2.4 Prácticas Profesionales

Adrian Hinckle (Tutor en UDT: Arteaga, L.): “**Uso de aerogeles de carbono derivados de celulosa como soporte catalítico: Síntesis y caracterización de catalizadores**”. Estudiante de Ingeniería Química, Oregon State University, (intercambio Universidad de Maine), Estados Unidos, junio a agosto 2016.

Alejandro Ramos (Tutor en UDT: Vallejos, J.): “**Estudio de impacto económico, social y ambiental para la carbonización de biomasa como sustituto de carbón mineral para generación termoeléctrica- HTC**”. Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, Universidad San Sebastián, enero a febrero 2015.

Alexandra Soto (Tutor en UDT: Escobar, M.): “**Mejoramiento de Bio-oil**”. Estudiante de Ingeniería Civil en Química, Universidad de Concepción, enero a febrero 2015.

Andrés Montecinos (Tutor en UDT: Concha, D.): “**Apoyo plan de reciclaje UdeC 2016**”. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad de Concepción, agosto a noviembre 2016.

Brian Anríquez (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Práctica profesional nivel medio**”. Estudiante de Especialidad Electrónica, Liceo Industrial Metodista, diciembre 2014 a febrero 2015.

Bruno Muñoz (Tutor en UDT: Sanhueza, F.): “**Desarrollo de un material compuesto, con propiedades fungicidas**”. Estudiante de Ingeniería Civil de Materiales, Universidad de Concepción, enero a marzo 2015.

Camila Melo (Tutor en UDT: Ríos, D.): “**Evaluación de impacto económico y social para proyecto regional**”. Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, Universidad San Sebastián, enero a febrero 2016.

Camila Rivera (Tutor en UDT: Romero, C.): “**Propuesta procedimiento orgánico de seguridad y medio ambiente**”. Estudiante de Ingeniería en Prevención de Riesgos, AIEP, febrero a marzo 2016.

Camila Rodríguez (Tutor en UDT: González, J.P.): “**Liofilización de frutas**”. Estudiante de Ingeniería Civil en Biotecnología, Universidad San Sebastián, enero a febrero 2015.

Camilo Ulloa (Tutor en UDT: Yañez, M.): “**Bioremediación de suelos contaminados mediante la utilización de residuos de oliva**”. Estudiante de Ingeniería Civil en Biotecnología, Universidad San Sebastián, enero a febrero 2015.

Caner Cikmaz (Tutor en UDT: Arteaga, L.): “**Gasificación de la biomasa en Chile mediante la aplicación de calor y energía combinada**”. Estudiante de Bachillerato, Universidad de Bochum, Alemania, septiembre a diciembre 2015.

Carla Lobos (Tutor en UDT: Salazar, J.): “**Estrategia de Mercado**”. Estudiante de Ingeniería Comercial, Universidad de Concepción, mayo a julio 2016.

Carolina Muñoz (Tutor en UDT: Sanhueza, F.): “**Desarrollo de una metodología de penetración en el mercado de envases biodegradables y fungicidas**”. Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Concepción, enero a febrero 2015.

Casey Gibson (Tutor en UDT: Ríos, D.): “**Evaluación de la actividad enzimática en el suelo tratado con una mejora de madera-ceniza**”. Estudiante de Biological Engineering, Arkansas University, (intercambio Universidad de Maine), Estados Unidos, junio a agosto 2016.

Catalina Vargas (Tutor en UDT: Toledo, J.): “**Búsqueda bibliográfica en temas relacionados con recuperación de metales pesados desde filtros catalíticos**”, Estudiante de Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, enero a febrero 2015.

## Internships

Adrian Hinckle (Tutor at UDT: Arteaga, L.): “**Use of cellulose-derived carbon aerogels as catalyst support: Catalysts synthesis and characterization**”. Chemical Engineering student, Oregon State University, (University of Maine exchange), United States, June to August 2016.

Alejandro Ramos (Tutor at UDT: Vallejos, J.): “**Economic, social and environmental impact study for the carbonization of biomass as a substitute for mineral coal for thermoelectric generation-HTC**”. Industrial Civil Engineering student, San Sebastian University, January to February 2015.

Alexandra Soto (Tutor at UDT: Escobar, M.): “**Bio-oil upgrading**”. Chemical Civil Engineering student, University of Concepción, January to February 2015.

Andrés Montecinos (Tutor at UDT: Concha, D.): “**UdeC 2016 Recycling plan support**”. Environmental Engineering student, University of Concepción, August to November 2016.

Brian Anríquez (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Middle level internship**”. Electronic Specialty student, Liceo Industrial Metodista (Methodist Industrial High School), December 2014 to February 2015.

Bruno Muñoz (Tutor at UDT: Sanhueza, F.): “**Development of a composite material with fungicidal properties**”. Materials Civil Engineering student, University of Concepción, January to March 2015.

Camila Melo (Tutor at UDT: Ríos, D.): “**Economic and social impact assessment for regional project**”. Industrial Civil Engineering student, San Sebastian University, January to February 2016.

Camila Rivera (Tutor at UDT: Romero, C.): “**Proposal of safety and environment organic procedure**”. Risk Prevention Engineering student, AIEP, February to March 2016.

Camila Rodríguez (Tutor at UDT: González, J.P.): “**Lyophilization of fruits**”. Biotechnology Civil Engineering student, San Sebastian University, January to February 2015.

Camilo Ulloa (Tutor at UDT: Yañez, M.): “**Bioremediation of contaminated soils through the use of olive residues**”. Biotechnology Civil Engineering student, San Sebastian University, January to February 2015.

Caner Cikmaz (Tutor at UDT: Arteaga, L.): “**Gasification of biomass in Chile by application of combined hot and power**”. Baccalaureate student, University of Bochum, Germany, September to December 2015.

Carla Lobos (Tutor at UDT: Salazar, J.): “**Market Strategy**”. Commercial Engineering student, University of Concepción, May to July 2016.

Carolina Muñoz (Tutor at UDT: Sanhueza, F.): “**Development of a penetration methodology in the biodegradable and fungicide packaging market**”. Agroindustrial Engineering student, University of Concepción, January to February 2015.

Casey Gibson (Tutor at UDT: Ríos, D.): “**Evaluation of the enzymatic activity in soil treated with a wood-ash amendment**”. Biological Engineering student, Arkansas University, (University of Maine exchange), United States, June to August 2016.

Catalina Vargas (Tutor at UDT: Toledo, J.): “**Bibliographical research on issues related to the recovery of heavy metals from catalytic filters**”. Chemical Civil Engineering student, University of Concepción, January to February 2015.

Cristobal Muñoz (Tutor en UDT: Silva, J.): “**Patentes de obtención de un extracto lipídico a partir de semillas de gimnospermas introducidas y producción de furanos a base carbohidratos de corteza de pino.**”, Estudiante de Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, diciembre 2014 a enero 2015.

Damari Troncoso (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Práctica Técnico Profesional**”. Estudiante de Técnico en Productos de la Madera, Liceo Técnico Profesional de la Madera, enero a marzo 2016.

Daniela Retamal (Tutor en UDT: Poblete, C.): “**Modificación de documentación y registros correspondientes al Sistema de Gestión de Calidad**”. Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, Universidad Católica de la Santísima Concepción, enero 2015 a febrero 2015.

Diego Medina (Tutor en UDT: Escobar, D.): “**Purificación de estilbenos y procianidinas**”. Estudiante de Bioquímica, Universidad de Concepción, enero a febrero 2016.

Fabián Avello (Tutor en UDT: Grandón, H.): “**Práctica Técnico Profesional**”. Estudiante de Técnico de Nivel Superior en Instrumentación y Automatización Industrial, Centro de Formación Técnica Lota-Arauco, enero a marzo 2016.

Felix Schimek (Tutor en UDT: Toledo, J.): “**Apoyo en diferentes procesos en la planta de pirólisis de plástico**”. Estudiante de Chemical Engineering, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Alemania, junio a septiembre 2016.

Fernando Fritz (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Identificación de sistemas atenuadores de radiación IR**”. Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad de Concepción, enero 2016.

Florian Patschkowski (Tutor en UDT: Segura, C.): “**Uso de calor residual industrial para proyectos de calefacción distrital**”. Estudiante de Ingeniería Industrial, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Alemania, septiembre 2016 a enero 2017.

Freddy Spaudo (Tutor en UDT: López, G.): “**Gestión de suelos contaminados a través de Fitorremediación**”, Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad de Concepción, abril a diciembre 2015.

Gabriel Churio (Tutor en UDT: Poon, P.): “**Síntesis de compuestos nanoestructurados a partir de desechos de biomasa**”. Estudiante de Química, Universidad de La Zulia, Venezuela, septiembre 2016.

Gabriela Flores (Tutor en UDT: Castillo, C.): “**Validación de endospermas artificiales mediante ensayo de cultivo a nivel laboratorio, para su utilización en semillas artificiales**”, Estudiante de Ingeniería Civil en Biotecnología, Universidad San Sebastián, julio a agosto 2015.

Gavino Johannes (Tutor en UDT: García, D.): “**Uso de tanino de pino para el diseño de matrices en ácido poli-láctico**”, Estudiante de Magíster en Tecnología y Gestión de Productos Forestales, Universidad de Ciencias Aplicadas de Salzburg, Austria, julio a septiembre 2015.

Giovanni Ponce (Tutor en UDT: Carrasco, J.): “**Desarrollo de nuevos materiales biodegradables en base a biopolímeros algales**”. Estudiante de Química, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, abril a junio 2016.

Gonzalo Ruiz (Tutor en UDT: Vallejos, J.): “**Evaluación Económica proyecto paja de trigo**”, Estudiante de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Concepción, diciembre 2015 a febrero 2016.

Jarod Rutledge (Tutor en UDT: Matos, J.): “**Conversión de furfural de residuos agro-industriales en biomateriales de mayor valor agregado para la purificación de agua**”. Msc Student, Biotechnical Faculty, Colorado College, (intercambio Universidad de Maine), Estados Unidos, junio a agosto 2015.

Cristobal Muñoz (Tutor at UDT: Silva, J.): “**Patents for obtaining a lipid extract from seeds of introduced gymnosperms and production of furans based on pine bark carbohydrates**”. Chemical Civil Engineering student, University of Concepción, December 2014 to January 2015.

Damari Troncoso (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Professional Technical Internship**”. Wood Products Technician student, Liceo Técnico Profesional de la Madera (Technical Professional Wood High School), January to March 2016.

Daniela Retamal (Tutor at UDT: Poblete, C.): “**Modification of documentation and registers corresponding to the System of Quality Management**”. Industrial Civil Engineering student, Universidad Católica de la Santísima Concepción (Catholic University of the Most Holy Conception), January 2015 to February 2015.

Diego Medina (Tutor at UDT: Escobar, D.): “**Purification of stilbenes and procyanidins**”. Biochemistry student, University of Concepción, January to February 2016.

Fabián Avello (Tutor at UDT: Grandón, H.): “**Professional Technical Internship**”. Higher Level Technician in Instrumentation and Industrial Automation student, Centro de Formación Técnica Lota-Arauco (Lota-Arauco Technical Training Center), January to March 2016.

Felix Schimek (Tutor at UDT: Toledo, J.): “**Support in different processes in the plastic pyrolysis plant**”. Chemical Engineering student, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Germany, June to September 2016.

Fernando Fritz (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Identification of IR radiation attenuator systems**”. Chemistry Degree student, University of Concepción, January 2016.

Florian Patschkowski (Tutor at UDT: Segura, C.): “**Use of industrial waste heat for district heating projects**”. Industrial Engineering student, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Germany, September 2016 to January 2017.

Freddy Spaudo (Tutor at UDT: López, G.): “**Management of contaminated soils through Phytoremediation**”. Environmental Engineering student, University of Concepción, April to December 2015.

Gabriel Churio (Tutor at UDT: Poon, P.): “**Synthesis of nanostructured compounds from biomass waste**”. Chemistry student, University of La Zulia, Venezuela, September 2016.

Gabriela Flores (Tutor at UDT: Castillo, C.): “**Validation of artificial endosperms by means of growing trial at the laboratory level to be used in artificial seeds**”. Biotechnology Civil Engineering student, San Sebastian University, July to August 2015.

Gavino Johannes (Tutor at UDT: García, D.): “**Use of pine tannin for the design of matrices in poly-lactic acid**”. Master in Technology and Management of Forest Products student, Salzburg University of Applied Sciences, Austria, July to September 2015.

Giovanni Ponce (Tutor at UDT: Carrasco, J.): “**Development of new biodegradable materials based on algal biopolymers**”. Chemistry student, Federico Villarreal National University, Peru, April to June 2016.

Gonzalo Ruiz (Tutor at UDT: Vallejos, J.): “**Economic evaluation of the wheat straw project**”. Industrial Civil Engineering student, University of Concepción, December 2015 to February 2016.

Jarod Rutledge (Tutor at UDT: Matos, J.): “**Conversion of Furfural from Agro-Industrial Residue to Higher-Value Added Biomaterial for Water Purification**”. Msc Student, Biotechnical Faculty, Colorado College, (University of Maine exchange), United States, June to August 2015.

Jéssica Bustos (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Fabricación y análisis de tableros reconstituidos de madera utilizando adhesivos naturales**”. Estudiante de Procesamiento de la Madera, Centro Educacional de la Madera, febrero 2015 a abril 2015.

Jéssica Hernández (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Fabricación y análisis de tableros reconstituidos de madera utilizando adhesivos naturales**”. Estudiante de Procesamiento de la Madera, Centro Educacional de la Madera, febrero 2015 a abril 2015.

Johan Caro (Tutor en UDT: Sanhueza, F.): “**Caracterización de material compuesto, en base a PLA**.”, Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Concepción, junio 2015 a julio 2015.

Jorge Fica (Tutor en UDT: Segura, R.): “**Torrefacción**”. Estudiante de Ingeniería de Ejecución Industrial mención Mantenimiento y Logística, Instituto Tecnológico, Universidad Católica de la Santísima Concepción, enero 2015 a marzo 2015.

José Sandoval (Tutor en UDT: Fuentealba, C.): “**Optimización de parámetros técnicos de un equipo triturador de fibras de corteza de Eucalyptus globulus y nitens**”. Estudiante de Ingeniería Civil Mecánica, Universidad del Bío-Bío, mayo 2015 a noviembre 2015.

Josefa Vilches (Tutor en UDT: Segura, C.): “**Purificación y caracterización de fitosteroles extraídos desde tall oil**”. Estudiante de Bioquímica, Universidad de Concepción, enero 2015 a febrero 2015.

Katherine Loyola (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Práctica Industrial en planta MDF**”. Estudiante de Ingeniería Civil Química, Universidad Católica de Temuco, enero 2016.

Leandro Monsálvez (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Práctica técnico profesional**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, enero a marzo 2016.

Lorena Vega (Tutor en UDT: Peredo, K.): “**Nanofibras de celulosa**”, Estudiante de Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, diciembre 2014 a febrero 2015.

Makarena Salgado (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Plantas piloto Biomateriales (electrónica)**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, enero a marzo 2016.

Mariana Pérez-Lozano (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Refuerzo de resinas adhesivas con adición de nanofibras de celulosa**”, Estudiante de Ingeniería Mecánica, Carnegie Mellon University (intercambio Universidad de Maine), Estados Unidos, junio a agosto 2015.

Melany Jarpa (Tutor en UDT: Cancino, R.): “**Fabricación y análisis de tableros reconstituidos de madera utilizando adhesivos naturales**”, Estudiante de Procesamiento de la Madera, Centro Educacional de la Madera, abril 2015 a julio 2015.

Misael Neira (Tutor en UDT: Grandon, H.): “**Pirolysis y co-combustión**”. Estudiante de Ingeniería de Ejecución Mecánica, Universidad del Bío-Bío, enero 2015 a marzo 2015.

Nicolás Pilar de la Peña (Tutor en UDT: Toledo, J.): “**Ingeniería básica del proceso de pirólisis de plásticos a escala piloto**”, Estudiante de Ingeniería Civil Química, Universidad de Concepción, febrero 2016.

Niklas Enk (Tutor en UDT: Arteaga, L.): “**Evaluación de alternativas técnicas para almacenamiento de energía térmica, mediante compuestos de cambio de fase. Específicamente, n-alcanos lineales obtenidos mediante descomposición de poliolefinos**”, Ruhr University Bochum, Alemania, octubre a diciembre 2015.

Pablo Chamorro (Tutor en UDT: Poblete, C.): “**Propuesta económica y financiera para el seguimiento de proyectos**”, Estudiante de Ingeniería Comercial, Universidad Católica de la Santísima Concepción, septiembre 2015 a noviembre 2015.

Jéssica Bustos (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Manufacture and analysis of reconstituted wood boards using natural adhesives**”. Wood Processing student, Wood Educational Center, February 2015 to April 2015.

Jéssica Hernández (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Manufacture and analysis of reconstituted wood boards using natural adhesives**”. Wood Processing student, Wood Educational Center, February 2015 to April 2015.

Johan Caro (Tutor at UDT: Sanhueza, F.): “**Characterization of the composite material based on PLA**”. Agroindustrial Engineering student, University of Concepción, June 2015 to July 2015.

Jorge Fica (Tutor en UDT: Segura, R.): “**Torrefaction**”. Estudiante de Ingeniería de Ejecución Industrial mención Mantenimiento y Logística, Instituto Tecnológico, Universidad Católica de la Santísima Concepción, enero 2015 a marzo 2015.

José Sandoval (Tutor at UDT: Fuentealba, C.): “**Optimization of technical parameters of an Eucalyptus globulus and nitens bark fiber crusher equipment**”. Mechanical Civil Engineering student, University of Bío-Bío, May 2015 to November 2015.

Josefa Vilches (Tutor at UDT: Segura, C.): “**Purification and characterization of phytosterols extracted from tall oil**”. Biochemistry student, University of Concepción, January 2015 to February 2015.

Katherine Loyola (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Industrial Internship at the MDF plant**”. Chemical Civil Engineering student, Temuco Catholic University, January 2016.

Leandro Monsálvez (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Professional technical internship**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, January to March 2016.

Lorena Vega (Tutor at UDT: Peredo, K.): “**Cellulose nanofibers**”. Chemical Civil Engineering student, University of Concepción, December 2014 to February 2015.

Makarena Salgado (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Biomaterials pilot plants (electronics)**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, January to March 2016.

Mariana Pérez-Lozano (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Reinforcement of adhesive resins with the addition of cellulose nanofibers**”. Mechanical Engineering student, Carnegie Mellon University (University of Maine exchange), United States, June to August 2015.

Melany Jarpa (Tutor at UDT: Cancino, R.): “**Manufacturing and analysis of reconstituted wood boards using natural adhesives**”. Wood Processing student, Wood Educational Center, April 2015 to July 2015.

Misael Neira (Tutor at UDT: Grandon, H.): “**Pyrolysis and co-combustion**”. Mechanical Engineering student, University of Bío-Bío, January 2015 to March 2015.

Nicolás Pilar de la Peña (Tutor at UDT: Toledo, J.): “**Basic engineering of the pyrolysis process of plastics at pilot scale**”. Chemical Civil Engineering student, University of Concepción, February 2016.

Niklas Enk (Tutor at UDT: Arteaga, L.): “**Evaluation of technical alternatives for thermal energy storage, using phase change compounds. Specifically, linear n-alkanes obtained by decomposition of polyolefins**”. Ruhr University Bochum, Germany, October to December 2015.

Pablo Chamorro (Tutor at UDT: Poblete, C.): “**Economic and financial proposal for the follow-up of projects**”. Commercial Engineering student, Universidad Católica de la Santísima Concepción, September 2015 to November 2015.

Patric Siefermann (Tutor en UDT: Parra, F.): “**Pulpa de madera químicamente extraída. Realización de análisis químicos y mecánicos autónomos de celulosa. Evaluación de microfibrilación con ayuda de refinadores y homogeneizadores**”, Estudiante de Ingeniería Química, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Alemania, abril a octubre 2016.

Patricio Iribarra (Tutor en UDT: Castillo, C. y Alarcón, G.): “**Operar máquinas, apoyar en producciones, cambio de componentes eléctricos de las máquinas**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, diciembre 2016 a febrero 2017.

Paulina Cifuentes (Tutor en UDT: Segura, C.): “**Análisis de fitoesteroles mediante GC/FIDS y GC/MS**”, Estudiante de Bioquímica, Universidad de Concepción, diciembre 2014 a enero 2015.

Piero Riquelme (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Realización de práctica profesional en especialidad de electrónica, Técnico nivel medio**”, Estudiante de Electrónica, Liceo Industrial Metodista, marzo 2015 a junio 2015.

Sebastián Badilla (Tutor en UDT: Castillo, C. y Alarcón, G.): “**Operar máquinas, apoyar en producciones, cambio de componentes eléctricos de las máquinas**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, diciembre 2016 a febrero 2017.

Sebastián Madariaga (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Plantas piloto Biomateriales (electrónica)**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, enero a marzo 2016.

Sebastian Reindl (Tutor en UDT: Delgado, N.): “**Evaluación de adhesividad de resinas formuladas con soluciones acuosas de extractos de corteza tratados con NaOH y NaHSO<sub>3</sub>**”, Estudiante de Forest Products Technology and Wood Constructions, Universidad de Ciencias Aplicadas de Salzburgo, Austria, agosto a octubre 2016.

Sergio Salazar (Tutor en UDT: Olivari, C.): “**Plantas piloto Biomateriales (electrónica)**”. Estudiante de Técnico en Electrónica, Liceo Industrial Metodista de Coronel, enero a marzo 2016.

Sergio Venegas (Tutor en UDT: Fuentealba, C.): “**Estudio de impregnación y prensado de cortezas**”. Estudiante de Técnico en Biotecnología, INACAP, marzo 2015 a mayo 2015.

Susan Rosales (Tutor en UDT: Castillo, C.): “**Desarrollo de material compuesto biodegradable a nivel de laboratorio para su utilización en semillas artificiales**”. Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Concepción, enero 2015 a febrero 2015.

Wolfgang Olbrich (Tutor en UDT: Toledo, J.): “**Densificación energética por torrefacción de residuos forestales de dos especies de importancia económica del noroeste de México**”. Estudiante de Ingeniería Química y Diseño de Procesos, Karlsruhe Institute of Technology, Alemania, noviembre 2015 a febrero 2016.

Patric Siefermann (Tutor at UDT: Parra, F.): “**Chemically extracted wood pulp. Carried out autonomous chemical and mechanical analysis of cellulose. Assessed micro fibrillation with the help refiners and homogenizers**”. Chemical Engineering student, Karlsruhe Institute of Technology, KIT, Germany, April to October 2016.

Patricio Iribarra (Tutor at UDT: Castillo, C. and Alarcón, G.): “**Operate machines, support in productions, change of electrical components of machines**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, December 2016 to February 2017.

Paulina Cifuentes (Tutor at UDT: Segura, C.): “**Analysis of phytosterols by GC/FIDS and GC/MS**”. Biochemistry student, University of Concepción, December 2014 to January 2015.

Piero Riquelme (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Professional internship in electronics specialty, Middle level technician**”. Electronics student, Methodist Industrial High School, March 2015 to June 2015.

Sebastián Badilla (Tutor at UDT: Castillo, C. and Alarcón, G.): “**Operate machines, support in productions, change of electrical components of the machines**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, December 2016 to February 2017.

Sebastián Madariaga (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Biomaterials pilot plants (electronics)**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, January to March 2016.

Sebastian Reindl (Tutor at UDT: Delgado, N.): “**Adhesiveness evaluation of resins formulated with aqueous solutions of bark extracts treated with NaOH and NaHSO<sub>3</sub>**”. Forest Products Technology and Wood Constructions student, Salzburg University of Applied Sciences, Austria, August to October 2016.

Sergio Salazar (Tutor at UDT: Olivari, C.): “**Biomaterials pilot plants (electronics)**”. Electronics Technician student, Methodist Industrial High School of Coronel, January to March 2016.

Sergio Venegas (Tutor at UDT: Fuentealba, C.): “**Study of bark impregnation and pressing**”. Biotechnology Technician student, INACAP, March 2015 to May 2015.

Susan Rosales (Tutor at UDT: Castillo, C.): “**Development of biodegradable composite material at the laboratory level to be used in artificial seeds**”. Agroindustrial Engineering student, University of Concepción, January 2015 to February 2015.

Wolfgang Olbrich (Tutor at UDT: Toledo, J.): “**Energy densification by torrefaction of forest residues from two species of economic importance in northwest Mexico**”. Chemical Engineering and Process Design student, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, November 2015 to February 2016.

## 5.3

# Publicaciones

## Publications

### 5.3.1 Publicaciones ISI

Aguilera, N.; Becerra, J.; Villaseñor-Parada, C.; Lorenzo, P.; González, L.; Hernández, V.: **“Efectos e identificación de compuestos químicos liberados de la *Acacia Dealbata Link* invasiva”**. Química y Ecología, 31, 479-493 (2015).

Aguilera, N.; Guedes, L.; Becerra, J.; Baeza, C.; Hernández, V.: **“Efectos morfológicos a nivel radicular por contacto directo de invasores”**. Flora, 215, 54-59 (2015).

Arteaga, L.; Gómez, O.; Delgado, A.; Alejandro, S.; Jiménez, R.: **“Elucidación del rol de las sales a base de amoníaco en la preparación de aerogelos de carbono derivados de la celulosa”**. Ciencia Ingeniería Química, 161, 80-91 (2016).

Arteaga, L.; Gómez, O.; Karelovic, A.; Jiménez, R.: **“Un enfoque de modelización de la tecno-económica de los sistemas de biomasa a SNG/metanol: Topologías independiente vs integradas”**. Revista de Ingeniería Química, 286, 663-678 (2016).

Arteaga, L.; Segura, C.; Bustamante, V.; Gómez, O.; Jiménez, R.: **“Torrefacción de madera y corteza de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*: Enfoque en la evolución volátil versus temperaturas viables”**. Energía, 93, 1731-1741 (2015).

Arteaga, L.; Segura, C.; Espinoza, D.; Radovic, L.; Jiménez, R.: **“Torrefacción de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*: Enfoque combinado experimental y de modelización para la síntesis de procesos”**. Energía para el Desarrollo Sustentable, 29, 13-23 (2015).

Arteaga, L.; Vega, M.; Rodríguez, L.; Flores, M.; Zaror, C.; Casas, Y.: **“Evaluación del ciclo de vida de la electricidad basada en la biomasa de carbón en Chile: Enfoque en el uso de madera en bruto versus torrefactada”**. Energía para el Desarrollo Sustentable, 29, 81-90 (2015).

Álvarez, S.; García, R.; Escalona, N.; Sepúlveda, C.; Sotelo, J.; García, J.: **“Carbón activado químicamente de cuellos de duraznos para la adsorción de contaminantes emergentes en soluciones acuosas”**. Revista de Ingeniería Química, 279, 788-798 (2015).

Álvarez, S.; García, R.; Rodríguez, A.; García, J.: **“Eliminación de azul de metileno mediante la adsorción sobre carbón mesoporoso de cuellos de duraznos”**. Operaciones de Ingeniería Química, 43, 1963-1968 (2015).

Beltrán, Y.; Fernández, C.; Pecchi, G.; Jiménez, R.: **“Reformado en seco de metano sobre catalizadores Rh soportados por injerto: Efecto de la interacción metal-soporte sobre la velocidad de reacción”**. Cinética de Reacción, Mecanismos y Catalisis, 2, 459-475 (2016).

Cambronero, A.; Torres, P.; Godoy, R.; von Plessing, C.; Sepúlveda, J.; Gómez-Gaete, C.: **“Micropartículas de oleato de capreomicina para administración intramuscular: Preparación, liberación in vitro y evaluación preliminar in vivo”**. Revista de Liberación Controlada, 209, 229-237 (2015).

### ISI Publications

Aguilera, N.; Becerra, J.; Villaseñor-Parada, C.; Lorenzo, P.; González, L.; Hernández, V.: **“Effects and identification of chemical compounds released from the invasive *Acacia dealbata Link*”**. Chemistry and Ecology, 31, 479-493 (2015).

Aguilera, N.; Guedes, L.; Becerra, J.; Baeza, C.; Hernández, V.: **“Morphological effects at radicle level by direct contact of invasive”**. Flora, 215, 54-59 (2015).

Arteaga, L.; Gómez, O.; Delgado, A.; Alejandro, S.; Jiménez, R.: **“Elucidating the role of ammonia-based salts on cellulose-derived carbon aerogels preparation”**. Chemical Engineering Science, 161, 80-91 (2016).

Arteaga, L.; Gómez, O.; Karelovic, A.; Jiménez, R.: **“A modelling approach to the techno-economics of biomass-to-SNG/methanol systems: Standalone vs integrated topologies”**. Chemical Engineering Journal, 286, 663-678 (2016).

Arteaga, L.; Segura, C.; Bustamante, V.; Gómez, O.; Jiménez, R.: **“Torrefaction of wood and bark from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*: Focus on volatile evolution vs feasible temperatures”**. Energy, 93, 1731-1741 (2015).

Arteaga, L.; Segura, C.; Espinoza, D.; Radovic, L.; Jimenez, R.: **“Torrefaction of *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus*: A combined experimental and modeling approach to process synthesis”**. Energy for Sustainable Development, 29, 13-23 (2015).

Arteaga, L.; Vega, M.; Rodríguez, L.; Flores, M.; Zaror, C.; Casas, Y.: **“Life-Cycle Assessment of coal-biomass based electricity in Chile: Focus on using raw vs torrefied wood”**. Energy for Sustainable Development, 29, 81-90 (2015).

Álvarez, S.; García, R.; Escalona, N.; Sepúlveda, C.; Sotelo, J.; García, J.: **“Chemical-activated carbons from peach stones for the adsorption of emerging contaminants in aqueous solutions”**. Chemical Engineering Journal, 279, 788-798 (2015).

Álvarez, S.; García, R.; Rodriguez, A.; García, J.: **“Removal of methylene blue by adsorption on mesoporous carbon from peach stones”**. Chemical Engineering Transactions, 43, 1963-1968 (2015).

Beltrán, Y.; Fernández, C.; Pecchi, G.; Jiménez, R.: **“Dry reforming of methane on grafted-supported Rh catalysts: effect of the metal-support interaction on the reaction rate”**. Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis, 2, 459-475 (2016).

Cambronero, A.; Torres, P.; Godoy, R.; von Plessing, C.; Sepúlveda, J.; Gómez-Gaete, C.: **“Capreomycin oleate microparticles for intramuscular administration: Preparation, in vitro release and preliminary in vivo evaluation”**. Journal of Controlled Release, 209, 229-237 (2015).

Campos, C.; Osorio, P.; Flores, N.; Fierro, J.; Reyes, P.: “**Efecto de la carga de Ni sobre los catalizadores  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  impulsado por lantánidos (La y Ce) aplicados al reformado de vapor del etanol**”. Catalysis Letters, 142, 433-441 (2015).

Carrier, M.; Auret, L.; Bridgwater, A.; Knoetze, J.H.: “**Uso de energía de activación aparente como un criterio de reactividad para la pirólisis de biomasa**”. Energía y Combustibles, 30, 7834-7841 (2016).

Casas, Y.; Arteaga, L.; Toledo, J.; Dewulf, J.: “**Evaluación exergoeconómica de una planta de potencia con celdas de combustible de óxido sólido alimentada con etanol**”. Energía, 93, 1287-1295 (2015).

Casas, Y.; González, P.; Concha, S.; Zaror, C.; Arteaga, L.: “**Evaluación exergoeconómica de un ciclo combinado integrado basado en residuos (WICC) para la producción de calor y electricidad**”. Energía, 114, 239-252 (2016).

Castaño, J.; Rodríguez, S.; Bouza, R.; Landí, C.: “**Composición química y propiedades térmicas del almidón de Araucaria araucana chilena**”. Starch, 68, 100- 105 (2016).

Castaño, J.; Rodríguez-Llamazares, S.; Contreras, K.; Carrasco, C.; Pozo, C.; Bouza, R.; Franco, C.M.L.; Giraldo, D.: “**Almidón de castaño de Indias (*Aesculus hippocastanum L.*): Características fisicoquímicas básicas y utilización como material termoplástico**”. Polímeros de carbohidratos, 112, 667-685 (2014).

Dinamarca, R.; García, X.; Jiménez, R.; Fierro, J.L.G.; Pecchi, G.: “**Efecto de la deficiencia del sitio A en perovskitas  $\text{LaMnO}_0.9\text{CoO}_1.03$  sobre su rendimiento catalítico para la combustión del hollín**”. Boletín de Investigación de Materiales, 81, 134-141 (2016).

Dongil, A.; Pastor, L.; Fierro, J.L.G.; Escalona, N.; Sepúlveda, A.: “**Síntesis de nanopartículas de paladio sobre nanotubos de carbono y grafeno para la hidrogenación quimoselectiva de para-cloronitrobenceno**”. Comunicaciones sobre Catálisis, 75, 55-59 (2016).

Dufresne, A.; Castaño, J.: “**Nanocomuestos de almidón reforzado con nanomateriales de polisacáridos: Una revisión**”. Starch/Stärke, 1- 51 (2016).

Escobar, M.; Gracia, F.; Karelovic, A.; Jiménez, R.: “**Estudio cinético e in situ del FTIR de la metanación de CO sobre un catalizador  $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$** ”. Catálisis Ciencia y Tecnología, 9, 4532-4541 (2015).

Fernández, C.; Karelovic, A.; Gaugneaux, E.M.; Ruiz, P.: “**Nuevos conceptos en la hidrogenación catalítica a baja temperatura y sus implicaciones para la intensificación del proceso**”. Revista Canadiense de Ingeniería Química, 94, 662-677 (2016).

Fernández, C.; Sassoye, C.; Flores, N.; Escalona, N.; Gaigneaux, E.; Sánchez, C.; Ruiz, P.: “**Perspectivas en el mecanismo de deposición y crecimiento de nanopartículas coloidales de  $\text{RuO}_2$  sobre alúmina. Implicaciones en la actividad para la síntesis de amoníaco**”. Catálisis aplicada A: General, 502, 48-56 (2015).

García, D.; Glasser, W.; Pizzi, A.; Paczkowski, S.; Laborie, M.: “**Modificación de taninos condensados: desde la química de polifenoles a la ingeniería de materiales**”. Nueva Revista de Química, 40, 36-49 (2016).

García, D.; Fuentealba, C.; Salazar, J.P.; Pérez, M.A.; Escobar, D.; Pizzi, A.: “**Hidroxipropilación suave de los poliflavonoídos obtenidos a escala de planta piloto**”. Cultivos y Productos Industriales, 87, 350-362 (2016).

Campos, C.; Osorio, P.; Flores, N.; Fierro, J.; Reyes, P.: “**Effect of Ni loading on lanthanide (La and Ce) promoted  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  catalysts applied to ethanol steam reforming**”. Catalysis Letters, 142, 433-441 (2015).

Carrier, M.; Auret, L.; Bridgwater, A.; Knoetze, J.H.: “**Using apparent activation energy as a reactivity criterion for biomass pyrolysis**”. Energy and Fuels, 30, 7834-7841 (2016).

Casas, Y.; Arteaga, L.; Toledo, J.; Dewulf, J.: “**Exergoeconomic evaluation of an ethanol-fueled solid oxide fuel cell power plant**”. Energy, 93, 1287-1295 (2015).

Casas, Y.; González, P.; Concha, S.; Zaror, C.; Arteaga, L.: “**Exergoeconomic valuation of a waste-based integrated combined cycle (WICC) for heat and power production**”. Energy, 114, 239-252 (2016).

Castaño, J.; Rodríguez, S.; Bouza, R.; Landí, C.: “**Chemical composition and thermal properties of Chilean Araucaria araucana starch**”. Starch, 68, 100-105 (2016).

Castaño, J.; Rodríguez-Llamazares, S.; Contreras, K.; Carrasco, C.; Pozo, C.; Bouza, R.; Franco, C.M.L.; Giraldo, D.: “**Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum L.*) starch: Basic physico-chemical characteristics and use as thermoplastic material**”. Carbohydrate Polymers, 112, 667-685 (2014).

Dinamarca, R.; Garcia, X.; Jimenez, R.; Fierro, J.L.G.; Pecchi, G.: “**Effect of A-site deficiency in  $\text{LaMnO}_0.9\text{CoO}_1.03$  perovskites on their catalytic performance for soot combustion**”. Materials Research Bulletin, 81, 134-141 (2016).

Dongil, A.; Pastor, L.; Fierro, J.L.G.; Escalona, N.; Sepúlveda, A.: “**Synthesis of palladium nanoparticles on carbon nanotubes and graphene for the chemoselective hydrogenation of para-chloronitrobenzene**”. Catalysis Communications, 75, 55-59 (2016).

Dufresne, A.; Castaño, J.: “**Polysaccharide nanomaterial reinforced starch nanocomposites: A review**”. Starch/Stärke, 1- 51 (2016).

Escobar, M.; Gracia, F.; Karelovic, A.; Jiménez, R.: “**Kinetic and in situ FTIR study of CO methanation on a  $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$  catalyst**”. Catalysis Science & Technology, 9, 4532-4541 (2015).

Fernández, C.; Karelovic, A.; Gaugneaux, E.M.; Ruiz, P.: “**New concepts in low-temperature catalytic hydrogenation and their implications for process intensification**”. Canadian Journal of Chemical Engineering, 94, 662-677 (2016).

Fernández, C.; Sassoye, C.; Flores, N.; Escalona, N.; Gaigneaux, E.; Sánchez, C.; Ruiz, P.: “**Insights in the mechanism of deposition and growth of  $\text{RuO}_2$  colloidal nanoparticles over alumina. Implications on the activity for ammonia synthesis**”. Applied Catalysis A: General, 502, 48-56 (2015).

García, D.; Glasser, W.; Pizzi, A.; Paczkowski, S.; Laborie, M.: “**Modification of condensed tannins: from polyphenol chemistry to materials engineering**”. New Journal of Chemistry, 40, 36-49 (2016).

García, D.; Fuentealba, C.; Salazar, J.P.; Pérez, M.A.; Escobar, D.; Pizzi, A.: “**Mild hydroxypropylation of polyflavonoids obtained underpilot-plant scale**”. Industrial Crops and Products, 87, 350-362 (2016).

García, D.; Carrasco, J.C.; Salazar, J.P.; Pérez, M.A.; Cancino, R.; Riquelme, S.: “**Poliflavonoides de corteza de *Pinus radiata* como bloques de construcción funcionales para compuestos verdes en base a ácido poliláctico (PLA)**”. Express Polymer Letters, 10, 835- 848 (2016).

García, X.; Glasser, W.; Pizzi, A.; Paczkowski, S.; Laborie, M.: “**Tanino de hidroxipropilo de corteza de *Pinus pinaster* como fuente de poliol en química de uretano**”. Revista Europea de Polímeros, 67, 152-165 (2015).

Gorena, T.; Mardones, C.; Vergara, C.; Sáez, V.; von Baer, D.: “**Evaluación del potencial de las cañas de uva como fuente de estilbenoides bioactivos**”. ACS Serie de Simposios (Avances en la Investigación del Vino), 1203, 347-393 (2015).

Gunasee, S.; Carrier, M.; Gorgens, J.; Mohee, R.: “**Pirólisis y combustión de residuos sólidos municipales: Evaluación de efectos sinérgicos utilizando TGA-MS**”. Revista de Pirólisis Analítica y Aplicada, 121, 50-61 (2016).

Hameda, A.; Ben Said, R.; Al-Ayed, A.; Moldochf, J.; Pérez, A.; Stochmalf, A.: “**Huellas dactilares de saponinas esteroideas de espermatogénesis fuerte en machos de *Phoenix dactylifera* (Palmera Datilera) mediante LC-ESI-MS**”. Investigación de Productos Naturales, 4, 1-8 (2016).

Jiménez-Aspee, F.; Theoduloz, C.; Ávila, F.; Thomas-Valdés, S.; Mardones, C.; von Baer, D.; Schmeda-Hirschmann, G.: “**La frambuesa silvestre chilena (*Rubus geoides Sm.*) aumenta el contenido intracelular de GSH y protege contra el daño causado por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y metilglioxal en células AGS**”. Química de Alimentos 194, 908-919 (2016).

Leiva, K.; Martínez, N.; Sepúlveda, C.; García, R.; Jiménez, C.; Laurenti, D.; Vrinat, M.; Geantet, C.; Fierro, J. L. G.; Ghompson, I. T.; Escalona, N.: “**Hidrodesoxigenación de 2-metoxifenol sobre diferentes fases activas de Re soportadas sobre catalizadores de SiO<sub>2</sub>**”. Catálisis Aplicada A: General, 490, 71-79 (2015).

Leiva, K.; Sepúlveda, C.; Laurenti, D.; Vrinat, M.; Geantet, C.; Escalona, N.: “**Estudio cinético de la conversión de 2-metoxifenol sobre catalizadores Re soportados: Sulfuro y estado de óxido**”. Catálisis Aplicada A: General, 505, 302-308 (2015).

Lightfoot, S.; Rojas, C.; Padín, R.; Rivera, M.; Haensgen, A.; González, M.; Rodríguez, S.: “**Síntesis y caracterización de nanopartículas de polihidroxibutirato-co-hidroxivalerato para la encapsulación de querceína**”. Revista Polímeros Bioactivos y Compatibles, 31, 439-452 (2016).

Mafla, S.; Moraga, R.; León, C.G.; Guzmán-Fierro, V.; Yáñez, J.; Smith, C.; Mondaca, M.A.; Campos, V.L.: “**Biodegradación de la roxarsona mediante una comunidad bacteriana de agua subterránea y su impacto tóxico**”. Revista Mundial de Microbiología y Biotecnología, 31, 1267-1277 (2015).

Mafu, L.; Neomagus, H.; Everson, R.; Carrier, M.; Strydom, C.; Bunt, J.: “**Modificaciones estructurales y químicas de las biomassas típicas sudafricanas durante la torrefacción**”. Tecnología de Biorecursos, 202, 192-197 (2016).

Matos, J.: “**Fotocatálisis heterogénea eco-amigable sobre materiales basados en biocarbón bajo irradiación solar**”. Temas en Catálisis, 58, 1-9 (2015).

Matos, J.; Fierro, V.; Montaña, R.; Rivero, E.; Martínez, A.; Zhao, W.; Celzard, A.: “**Carbonos microporosos de alta superficie como fotoreactores para la fotodegradación catalítica del azul de metileno bajo irradiación UV-vis**”. Catálisis Aplicada A: General, 517, 1-11 (2016).

Matos, J.; Miranda, C.; Poon, P.; Mansilla, H.: “**Híbrido nanoestructurado TiO<sub>2</sub>-C para la conversión fotocatalítica del fenol**”. Energía Solar, 134, 64-71 (2016).

García, D.; Carrasco, J.C.; Salazar, J.P.; Pérez, M.A.; Cancino, R.; Riquelme, S.: “**Bark polyflavonoids from *Pinus radiata* as functional building-blocks for polylactic acid (PLA)-based green composites**”. Express Polymer Letters, 10, 835- 848 (2016).

García, X.; Glasser, W.; Pizzi, A.; Paczkowski, S.; Laborie, M.: “**Hydroxypropyl tannin from *Pinus pinaster* bark as polyol source in urethane chemistry**”. European Polymer Journal, 67, 152-165 (2015).

Gorena, T.; Mardones, C.; Vergara, C.; Saez, V.; von Baer, D.: “**Evaluation of the potential of grape canes as a source of bioactive stilbenoids**”. ACS Symposium Series (Advances in Wine Research), 1203, 347-393 (2015).

Gunasee, S.; Carrier, M.; Gorgens, J.; Mohee, R.: “**Pyrolysis and combustion of municipal solid wastes: Evaluation of synergistic effects using TGA-MS**”. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 121, 50-61 (2016).

Hameda, A.; Ben Said, R.; Al-Ayed, A.; Moldochf, J.; Perez, A.; Stochmalf, A.: “**Fingerprinting of strong spermatogenesis steroid saponins in male flowers of *Phoenix dactylifera* (Date Palm) by LC-ESI-MS**”. Natural Products Research, 4, 1-8 (2016).

Jiménez-Aspee, F.; Theoduloz, C.; Ávila, F.; Thomas-Valdés, S.; Mardones, C.; von Baer, D.; Schmeda-Hirschmann, G.: “**The Chilean wild raspberry (*Rubus geoides Sm.*) increases intracellular GSH content and protects against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and methylglyoxal-induced damage in AGS cells**”. Food Chemistry, 194, 908-919 (2016).

Leiva, K.; Martinez, N.; Sepulveda, C.; García, R.; Jiménez, C.; Laurenti, D.; Vrinat, M.; Geantet, C.; Fierro, J. L. G.; Ghompson, I. T.; Escalona, N.: “**Hydrodeoxigenation of 2-methoxyphenol over different Re activephases supported on SiO<sub>2</sub>catalysts**”. Applied Catalysis A: General, 490, 71-79 (2015).

Leiva, K.; Sepúlveda, C.; Laurenti, D.; Vrinat, M.; Geantet, C.; Escalona, N.: “**Kinetic study of the conversion of 2-methoxyphenol over supported Re catalysts: Sulfide and oxide state**”. Applied Catalysis A: General, 505, 302-308 (2015).

Lightfoot, S.; Rojas, C.; Padín, R.; Rivera, M.; Haensgen, A.; González, M.; Rodríguez, S.: “**Synthesis and characterization of polyhydroxybutyrate- co-hydroxyvalerate nanoparticles for encapsulation of quercetin**”. Journal of Bioactive and Compatible Polymers, 31, 439-452 (2016).

Mafla, S.; Moraga, R.; León, C.G.; Guzmán-Fierro, V.; Yáñez, J.; Smith, C.; Mondaca, M.A.; Campos, V.L.: “**Biodegradation of roxarsone by a bacterial community of underground water and its toxic impact**”. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 31, 1267-1277 (2015).

Mafu, L.; Neomagus, H.; Everson, R.; Carrier, M.; Strydom, C.; Bunt, J.: “**Structural and chemical modifications of typical South African biomasses during torrefaction**”. Bioresource Technology, 202, 192-197 (2016).

Matos, J.: “**Eco-friendly heterogeneous photocatalysis on biochar-based materials under solar irradiation**”. Topics in Catalysis, 58, 1-9 (2015).

Matos, J.; Fierro, V.; Montaña, R.; Rivero, E.; Martínez, A.; Zhao, W.; Celzard, A.: “**High surface area microporous carbons as photoreactors for the catalytic photodegradation of methylene blue under UV-vis irradiation**”. Applied Catalysis A: General, 517, 1-11 (2016).

Matos, J.; Miranda, C.; Poon, P.; Mansilla, H.: “**Nanostructured hybrid TiO<sub>2</sub>-C for the photocatalytic conversion of phenol**”. Solar Energy, 134, 64-71 (2016).

Medina, C.; Molina, J.; González, C.; Meléndrez, M.; Flores, P.; Llorca, J.: “Comparación de ensayos push-in y push-out para medir la resistencia al corte interfacial en materiales compuestos nano-reforzados”. Revista de Materiales Compuestos, 49, 1-9 (2015).

Meléndrez, M.; Medina, C.; Solís-Pomar, F.; Flores, P.; Paulraj, M.; Pérez-Tijerina, E.: “Calidad y síntesis de alto rendimiento de nanocables de Ag por método hidrotermal asistido por microondas”. Documentos de Investigación a Nanoescala, 10, 1-9 (2015).

Meléndrez, M.; Solís-Pomar, F.; Gutiérrez-Lazos, C.; Flores, P.; Jaramillo, A.; Fundora, A.; Pérez-Tijerina, E.: “Una nueva ruta de síntesis de nanonails de ZnO mediante deposición química de vapor asistida por plasma de microondas”. Cerámica International, 42, 1160-1168 (2016).

Mennickent, S.; Miranda, A.; Gómez, C.; Vega, M.; Ríos, G.; de Diego, M.; Avello, M.; Schulz, B.: “Determinación cuantitativa de la rivastigmina a partir de un nuevo sistema de micropartículas biodegradables mediante cromatografía de capa fina de alto rendimiento”. Revista de Cromatografía Planar, 28, 251-255 (2015).

Mera, A.; Contreras, D.; Escalona, N.; Mansilla, H.: “Microesferas BiOI para la degradación fotocatalítica del ácido gálico”. Revista de Fotoquímica y Fotobiología A: Química, 318, 71-76 (2016).

Miranda, C.; Santander, P.; Matschullat, J.; Daus, B.; Yáñez, J.; Mansilla, H.: “Degradación de organoarsénicos mediante fotocatálisis heterogénea usando ZnO, TiO<sub>2</sub> y UVA”. Revista de Tecnologías Avanzadas de Oxidación, 19, 276-283 (2016).

Miranda, C.; Rodríguez, S.; Castaño, J.; Mondaca, M.A.: “Nanopartículas de Cu / compuestos de PVC: Propiedades térmicas, reológicas y antibacterianas”. Avances en Tecnología de Polímeros, doi:10.1002/adv.21740 (2016).

Moore, A.; Park, S.; Segura, C.; Carrier, M.: “Pirólisis rápida del pino radiata revestido con lignina”. Revista de Pirólisis Analítica y Aplicada, 115, 203-213 (2015).

Morales, D.; Rivas, B.; Escalona, N.: “Poli [(2-metacriloxi)etilo]: propiedades de síntesis, caracterización y eliminación de As(V)”. Boletín de polímeros, 73, 875-890 (2015).

Müller, N.; Romero, R.; Grandón, H.; Segura, C.: “Producción selectiva de ácido fórmico mediante oxidación húmeda de bio-oil de fase acuosa”. Energía & Combustibles, 30(12), 10417-10424 (2016).

Muñoz, R.; Navia, R.; Ciudad, G.; Tessini, C.; Jeison, D.; Mella, R.; Rabert, C.; Azócar, L.: “Proceso preliminar de biorefinería para la recuperación de proteínas y biocombustibles a partir de microalgas”. Combustible, 150, 425-433 (2015).

Neira, I.; Gilles, G.; Tchoufang, J.; Flores, P.; Lecomte-Beckers, J.; Habraken, A.: “Modelado FE de las etapas de enfriamiento y templado de los molinos de rodillos bimetálicos de laminado”. Revista Internacional de Transformación de Material, 116, 1-19 (2015).

Nsaful, F.; Collard, F.; Carrier, M.; Görgens, J.; Knoetze, H.: “Pirólisis de lignocelulosa con cuantificación de volátiles condensables mediante análisis termogravimétrico - método de desorción térmica / cromatografía de gases-espectrometría de masas”. Revista de Pirólisis Analítica y Aplicada, 116, 86-95 (2015).

Oñate, E.; Rodríguez, E.; Bórquez, R.; Zaror, C.: “Tratamiento por membranas de los efluentes blanqueadores alcalinos de la producción elemental de celulosa de madera blanda kraft libre de cloro”. Tecnología Medio Ambiental, 36, 890-900 (2015).

Medina, C.; Molina, J.; González, C.; Meléndrez, M.; Flores, P.; Llorca, J.: “Comparison of push-in and push-out tests for measuring interfacial shear strength in nano-reinforced composite materials”. Journal of Composite Materials, 49, 1-9 (2015).

Meléndrez, M.; Medina, C.; Solís-Pomar, F.; Flores, P.; Paulraj, M.; Pérez-Tijerina, E.: “Quality and high yield synthesis of Ag nanowires by microwave-assisted hydrothermal method”. Nanoscale Research Letters, 10, 1-9 (2015).

Meléndrez, M.; Solís-Pomar, F.; Gutierrez-Lazos, C.; Flores, P.; Jaramillo, A.; Fundora, A.; Pérez-Tijerina, E.: “A new synthesis route of ZnO nanonails via microwave plasma-assisted chemical vapor deposition”. Ceramics International, 42, 1160-1168 (2016).

Mennickent, S.; Miranda, A.; Gomez, C.; Vega, M.; Ríos, G.; de Diego, M.; Avello, M.; Schulz, B.: “Quantitative determination of rivastigmine from a new biodegradable microparticulate system by high-performance thin-layer chromatography”. Journal of Planar Chromatography, 28, 251-255 (2015).

Mera, A.; Contreras, D.; Escalona, N.; Mansilla, H.: “BiOI microspheres for photocatalytic degradation of gallic acid”. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 318, 71-76 (2016).

Miranda, C.; Santander, P.; Matschullat, J.; Daus, B.; Yáñez, J.; Mansilla, H.: “Degradation of organoarsenicals by heterogeneous photocatalysis using ZnO, TiO<sub>2</sub>, and UVA”. Journal Of Advanced Oxidation Technologies, 19, 276-283 (2016).

Miranda, C.; Rodríguez, S.; Castaño, J.; Mondaca, M.A.: “Cu nanoparticles/PVC composites: Thermal, rheological, and antibacterial properties”. Advances in Polymer Technology, doi:10.1002/adv.21740 (2016).

Moore, A.; Park, S.; Segura, C.; Carrier, M.: “Fast pyrolysis of lignin-coated radiata pine”. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 115, 203-213 (2015).

Morales, D.; Rivas, B.; Escalona, N.: “Poly [(2-methacryloyloxy)ethyl] trimethylammonium chloride): synthesis, characterization, and removal properties of As(V)”. Polymer Bulletin, 73, 875-890 (2015).

Müller, N.; Romero, R.; Grandón, H.; Segura, C.: “Selective production of formic acid by wet oxidation of aqueous- phase bio-oil.” Energy & Fuels, 30(12), 10417-10424 (2016).

Muñoz, R.; Navia, R.; Ciudad, G.; Tessini, C.; Jeison, D.; Mella, R.; Rabert, C.; Azócar, L.: “Preliminary biorefinery process proposal for protein and biofuels recovery from microalgae”. Fuel, 150, 425-433 (2015).

Neira, I.; Gilles, G.; Tchoufang, J.; Flores, P.; Lecomte-Beckers, J.; Habraken, A.: “FE modeling of the cooling and tempering steps of bimetallic rolling mill rolls”. International Journal of Material Forming, 116, 1-19 (2015).

Nsaful, F.; Collard, F.; Carrier, M.; Görgens, J.; Knoetze, H.: “Lignocellulose pyrolysis with condensable volatiles quantification by thermogravimetric analysis - thermal desorption/gas chromatography-mass spectrometry method”. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 116, 86-95 (2015).

Oñate, E.; Rodríguez, E.; Bórquez, R.; Zaror, C.: “Membrane treatment of alkaline bleaching effluents from elementary chlorine free kraft softwood cellulose production”. Environmental Technology, 36, 890-900 (2015).

Osorio-Vargas, P.; Flores-González, N.; Navarro, R.; Fierro, J.; Campos, C.; Reyes, P.: “**Estabilidad mejorada de catalizadores Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por efecto de promotores (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>) para la reacción de reformado con vapor de etanol**”. *Catalysis Hoy*, 259, 27-38 (2016).

Oyarzún, A.; Radovic, L.; Kyotani, T.: “**Una actualización sobre el mecanismo de la reacción de grafeno-NO**”. *Carbón*, 86, 58-68 (2015).

Oyarzún, A.; Salgado, A.; García, X.; Radovic, L.: “**Cinética de las reacciones de transferencia de oxígeno en la superficie del grafeno: Parte I. NO vs. O<sub>2</sub>**”. *Carbón*, 99, 472-484 (2016).

Peredo, K.; Escobar, D.; Vega-Lara, J.; Berg, A.; Pereira, M.: “**Propiedades termoquímicas de las mezclas de acetato de celulosa con acetosolv y lignina de aserrín: Un estudio comparativo**”. *Revista Internacional de Macromoléculas Biológicas*, 83, 403-409 (2016).

Peng, Y.; Gallegos, S.; Gardner, D.; Han, Y.; Cai, Z.: “**Nanocomuestos de polipropileno nanofibrila de celulosa modificado con polipropileno anhídrido maleico con mayor resistencia al impacto**”. *Compuestos Poliméricos*, 73, 782-793 (2016).

Ricoa, M.; Rodríguez, S.; Barrala, L.; Bouzaa, R.; Montero, B.: “**Procesamiento y caracterización de polioles plastificados-almidón reforzado con celulosa microcristalina**”. *Polímeros de Carbohidratos*, 149, 83-93 (2016).

Ridout, A.; Boshoff, S.; Haigh, K.; Carrier, M.; Van Rensburg, E.; Görgens, J.: “**Valorización de lodo de residuos de papel mediante fermentación y pirólisis**”. *Química y Tecnología de la Celulosa*, 50, 439-442 (2016).

Ridout, A.; Carrier, M.; Collard, F.; Görgens, J.: “**Evaluación de la conversión energética del vacío, procesos de pirólisis lenta y rápida para lodo de residuos de papel de bajo y alto contenido de cenizas**”. *Conversión y Gestión de Energía*, 111, 102-114 (2015).

Rodríguez, J.; Prieto, J.; Bravo, L.; Carlos, M.; Lins, V.; Arteaga, L.: “**Caracterización integral de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso como adsorbente**”. *Investigación en Bioenergía*, 8, 1885-1895 (2015).

Romero, R.; Contreras, D.; Segura, C.; Schwederski, B.; Kaim, W.: “**Producción de radicales hidroxilo mediante una reacción de Fenton heterogénea soportada en taninos insolubles de corteza de *Pinus radiata***”. *Investigación en Ciencia Ambiental y Contaminación*, 1-8 (2016).

Ruiz, A.; Pastene, E.; Vergara, C.; Von Baer, D.; Avello, M.; Mardones, C.: “**Derivados del ácido hidroxicinámico y perfiles de flavonol de frutos de maqui (*Aristotelia chilensis*)**”. *Revista de la Sociedad Chilena de Química*, 61, 2792-2796 (2016).

Sáez, P.; Bravo, L.; Latsague, M.; Toneatti, M.; Coopman, R.; Álvarez, C.; Sánchez, M.; Ríos, D.: “**Influencia de las condiciones de crecimiento in vitro sobre la fotosíntesis y supervivencia de las plántulas de *Castanea sativa* durante la transferencia ex vitro**”. *Regulación del crecimiento vegetal*, 75, 625-639 (2015).

Salazar, C.; Sirés, I.; Salazar, R.; Mansilla, H.; Zaror, C.: “**Tratamiento de los efluentes blanqueadores celulosicos y su impregnación de filtración por oxidación anódica con producción de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**”. *Revista de Tecnología Química y Biotecnología*, 90, 2017-2026 (2015).

San Juan, V.; Fernández, E.; Pincheira, G.; Meléndrez, M.; Flores, P.: “**Evaluación del efecto de los hilos de relleno sobre el comportamiento de fatiga de compresión fuera del plano para un compuesto epoxi unidireccional reforzado con fibra de vidrio**”. *Estructuras compuestas*, 138, 237-242 (2016).

Osorio-Vargas, P.; Flores-González, N.; Navarro, R.; Fierro, J.; Campos, C.; Reyes, P.: “**Improved stability of Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts by effect of promoters (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>) for ethanol steam-reforming reaction**”. *Catalysis Today*, 259, 27-38 (2016).

Oyarzún, A.; Radovic, L.; Kyotani, T.: “**An update on the mechanism of the graphene-NO reaction**”. *Carbon*, 86, 58-68 (2015).

Oyarzún, A.; Salgado, A.; García, X.; Radovic, L.: “**Kinetics of oxygen transfer reactions on the graphene surface: Part I. NO vs. O<sub>2</sub>**”. *Carbon*, 99, 472-484 (2016).

Peredo, K.; Escobar, D.; Vega-Lara, J.; Berg, A.; Pereira, M.: “**Thermochemical properties of cellulose acetate blends with acetosolv and sawdust lignin: A comparative study**”. *International Journal of Biological Macromolecules*, 83, 403-409 (2016).

Peng, Y.; Gallegos, S.; Gardner, D.; Han, Y.; Cai, Z.: “**Maleic anhydride polypropylene modified cellulose nanofibril polypropylene nanocomposites with enhanced impact strength**”. *Polymer Composites*, 73, 782-793 (2016).

Ricoa, M.; Rodríguez, S.; Barrala, L.; Bouzaa, R.; Montero, B.: “**Processing and characterization of polyols plasticized- starchreinforced with microcrystalline cellulose**”. *Carbohydrate Polymers*, 149, 83-93 (2016).

Ridout, A.; Boshoff, S.; Haigh, K.; Carrier, M.; Van Rensburg, E.; Görgens, J.: “**Valorisation of paper waste sludge via fermentation and pyrolysis**”. *Cellulose Chemistry and Technology*, 50, 439-442 (2016).

Ridout, A.; Carrier, M.; Collard, F.; Görgens, J.: “**Energy conversion assessment of vacuum, slow and fast pyrolysis processes for low and high ash paper waste sludge**”. *Energy Conversion and Management*, 111, 102-114 (2015).

Rodriguez, J.; Prieto, J.; Bravo, L.; Carlos, M.; Lins, V.; Arteaga, L.: “**Comprehensive Characterization of Sugarcane Bagasse Ash for its use as an Adsorbent**”. *BioEnergy Research*, 8, 1885-1895 (2015).

Romero, R.; Contreras, D.; Segura, C.; Schwederski, B.; Kaim, W.: “**Hydroxyl radical production by a heterogeneous Fenton reaction supported in insoluble tannin from bark of *Pinus radiata***”. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8 (2016).

Ruiz, A.; Pastene, E.; Vergara, C.; Von Baer, D.; Avello, M.; Mardones, C.: “**Hydroxycinnamic acid derivatives and flavonol profiles of maqui (*Aristotelia chilensis*) fruits**”. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61, 2792-2796 (2016).

Sáez, P.; Bravo, L.; Latsague, M.; Toneatti, M.; Coopman, R.; Álvarez, C.; Sánchez, M.; Ríos, D.: “**Influence of in vitro growth conditions on the photosynthesis and survival of *Castanea sativa* plantlets during ex vitro transfer**”. *Plant Growth Regulation*, 75, 625-639 (2015).

Salazar, C.; Sirés, I.; Salazar, R.; Mansilla, H.; Zaror, C.: “**Treatment of cellulose bleaching effluents and their filtration permeates by anodic oxidation with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production**”. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 90, 2017-2026 (2015).

San Juan, V.; Fernández, E.; Pincheira, G.; Meléndrez, M.; Flores, P.: “**Evaluation of the fill yarns effect on the out-of-plane compressive fatigue behavior for an unidirectional glass fiber reinforced epoxy composite**”. *Composite Structures*, 138, 237-242 (2016).

Sathishkumar, P.; Viswanathan, R.; Pandiyarajan, T.; Gracia-Pinilla, M.; Escalona, N.; Herrera, C.; García, R.: “**Síntesis secuencial y de co-precipitación asistida por ultrasonido de baja frecuencia de óxido de cerio dopado con nanoporos RE (Gd y Sm)**”. Avances en RSC, 29, 22578-22586 (2015).

Tessini, C.; Romero, R.; Escobar, M.; Gordon, A.; Flores, M.: “**Desarrollo de un método analítico para los principales compuestos orgánicos derivados de la conversión termoquímica de la biomasa**”. Revista de la Sociedad Chilena de Química, 61, 2837-2842 (2016).

Vallejos, F.; Díaz, N.; Silva, Á.; Jiménez, R.; García, X.; Radovic, L.: “**Sobre las diferencias estructurales y de reactividad entre carbones derivados de la biomasa y carbón**”. Carbón, 109, 253-263 (2016).

Yáñez, J.; Riff, P.; Santander, P.; Mansilla, H.; Mondaca, M.A.; Campos, V.; Amarasinghe, D.: “**Biodegradación del tributilestaño (TBT) mediante las bacterias extremófilas del desierto de Atacama y especiación de los subproductos del estaño**”. Boletín de Contaminación Ambiental y Toxicología, 95, 126-130 (2015).

Zaitan, H.; Manero, M.; Valdés, H.: “**Aplicación de zeolita de alta sílice ZSM-5 en un proceso de tratamiento híbrido basado en la adsorción secuencial y la ozonización para la eliminación de VOCs**”. Revista de Ciencias Ambientales, 41, 59-68 (2015).

### 5.3.2 Publicaciones No-IFI

Arteaga, L.: “**Elucidar el rol de las sales a base de amoníaco en la preparación de aerogelos de carbono derivados de la celulosa**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 150-151 (2016).

Casas, Y.; Arteaga, L.; Dieguez, K.; Rosa, E.; Morales, M.: “**Introducción de la tecnología SOFC al sector energético cubano: Análisis técnico y de sostenibilidad**”. Actualización Revista Investigación en Ingeniería Química, 2, 1-15 (2015).

Delgado, N.: “**Propiedades de los tensioactivos de alkenil succinato derivados de las ligninas**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 136-140 (2016).

Fuentealba, C.: “**Un nuevo material compuesto biobásico usando fibras de corteza de Eucalipto**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 46-50 (2016).

García, D.: “**Oligómeros flavonoides policarboxilados como aditivos funcionales para compuestos ácido poliláctico, poliestireno y polietileno**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 22-26 (2016).

Matos, J.: “**Reseñas del congreso: Conferencia mundial anual sobre el carbono (Carbono 2015)**”. Materiales en Adsorción y Catálisis, 42 (2016).

Matos, J.: “**Metodología eco-amigable para la síntesis de reactores de membrana catalítica basados en grafeno**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 30-33 (2016).

Moore, A.; Grandón, H.; Müller, N.; Segura, C.; Park, S.; Carrier, M.: “**Pirólisis rápida convencional de la biomasa recubierta como alternativa a la valorización de polímeros termoestables naturales**”. 23º Conferencia y Exposición Europea de Biomasa, 1-4 June 2015, Viena, Austria, 344-350.

Sathishkumar, P.; Viswanathan, R.; Pandiyarajan, T.; Gracia-Pinilla, M.; Escalona, N.; Herrera, C.; García, R.: “**Low frequency ultrasound assisted sequential and co-precipitation syntheses of nanoporous RE (Gd and Sm) doped cerium oxide**”. RSC Advances, 29, 22578-22586 (2015).

Tessini, C.; Romero, R.; Escobar, M.; Gordon, A.; Flores, M.: “**Development of an analytical method for the main organic compounds derived from thermochemical conversion of biomass**”. Journal of the Chilean Chemical Society, 61, 2837-2842 (2016).

Vallejos, F.; Díaz, N.; Silva, Á.; Jiménez, R.; García, X.; Radovic, L.: “**On the structural and reactivity differences between biomass- and coal-derived chars**”. Carbon, 109, 253-263 (2016).

Yáñez, J.; Riff, P.; Santander, P.; Mansilla, H.; Mondaca, M.A.; Campos, V.; Amarasinghe, D.: “**Biodegradation of tributyltin (TBT) by extremophile bacteria from Atacama Desert and speciation of tin by-products**”. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 95, 126-130 (2015).

Zaitan, H.; Manero, M.; Valdés, H.: “**Application of high silica zeolite ZSM-5 in a hybrid treatment process based on sequential adsorption and ozonation for VOCs elimination**”. Journal of Environmental Sciences, 41, 59-68 (2015).

### Non-IFI Publications

Arteaga, L.: “**Elucidating the role of ammonia-based salts on the preparation of cellulose-derived carbon aerogels**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, Concepción, Chile, 150-151 (2016).

Casas, Y.; Arteaga, L.; Dieguez, K.; Rosa, E.; Morales, M.: “**Introduction of SOFC technology into Cuban energy sector: Technical and sustainability analysis**”. Journal of Chemical Engineering Research Updates, 2, 1-15 (2015).

Delgado, N.: “**Surfactant Properties of alkenyl succinates derived of lignins**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, 136-140 (2016).

Fuentealba, C.: “**A New biobased composite material using bark fibres Eucalyptus**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, 46-50 (2016).

García, D.: “**Polycarboxylated flavonoid oligomers as functional additives for polylactic acid-, polystyrene-, and polyethylenebased composites**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, 22-26 (2016).

Matos, J.: “**Congress reviews: Annual world conference on carbon (Carbon 2015)**”. Materials in Adsorption and Catalysis, 42 (2016).

Matos, J.: “**Eco-Friendly methodology for the synthesis of graphenebased catalytic membrane reactors**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, 30-33 (2016).

Moore, A.; Grandón, H.; Müller, N.; Segura, C.; Park, S.; Carrier, M.: “**Conventional fast pyrolysis of coated biomass as an alternative to the valorization of natural thermoset polymers**”. 23rd European Biomass Conference and Exhibition, 1-4 June 2015, Vienna, Austria, 344-350.

Quezada, C.; Sandoval, M.; Stolpe, N.; Olmos, D.: “**Uso de enmiendas orgánicas y químicas para la remediación de suelos inundados por el tsunami de 2010 en la zona de Tomé, Chile**”. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia, 32, 13- 22 (2016).

Radovic, L.; Oyarzún, A.; Salgado, A.; Mora, C.: “**Hacia un mecanismo unificado de los procesos de transferencia de oxígeno en la superficie del grafeno**”. Actas, Carbon 2016 Conferencia Mundial sobre el Carbono, State College, 1-2 (2016).

Santos, J.: “**Resinas naturales ecológicas a partir de extractos polifenólicos: Perspectivas y desafíos**”. Actas del 13º Simposio en Compuestos Bio Basados de La Cuenca del Pacífico, Biocomp 2016, Concepción, Chile, 148-149 (2016).

San Martín, V.; Undurraga, P.; Quezada, C.; Sandoval, M.: “**Efecto de pellets hechos a partir de materiales de desecho de la industria papelera mejorados con algas (*Ulva lactuca L.*) sobre la mineralización de N y producción de lechuga**”. Revista Chilena de Investigación Agrícola, 76(3) 363-370 (2016).

Sandoval, M.; Quezada, C.; Celis, J.; Recio, J.; Capulín J.: “**Potencial uso del yeso sintético (FDG) en la agricultura como enmienda en suelos con problemas de salinidad**”. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia, 32, 4-12(2016).

Quezada, C.; Sandoval, M.; Stolpe, N.; Olmos, D.: “**Use of organic and chemical amendments for the remediation of soils flooded by the 2010 tsunami in the Tomé area, Chile**.” Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro- Ciencia, 32, 13- 22 (2016).

Radovic, L.; Oyarzún, A.; Salgado, A.; Mora, C.: “**Toward a unified mechanism of oxygen transfer processes on the graphene surface**”. Proceedings, Carbon 2016 World Conference on Carbon, State College, 1-2 (2016).

Santos, J.: “**Environmental friendly natural resins from polyphenolic extracts: Perspectives and challenges**”. Proceedings, Biocomp 2016: The 13th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium, 148-149 (2016).

San Martín, V.; Undurraga, P.; Quezada, C.; Sandoval, M.: “**Effect of pellets made of waste materials from the paper industry enhanced with seaweed (*Ulva lactuca L.*) on N mineralization and lettuce production**”. Chilean Journal of Agricultural Research, 76(3) 363-370 (2016).

Sandoval, M.; Quezada, C.; Celis, J.; Recio, J.; Capulín J.: “**Potential use of synthetic plaster (FDG) in agriculture as an amendment in soils with salinity problems**”. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia, 32, 4-12(2016).

## 5.4 Patentamiento Patenting

### 5.4.1 Solicituds de patentes

Müller, N.: **Proceso para la obtención de ácido fórmico o formatos a partir de materiales que contiene carbohidratos**. Solicitud Patente Chilena N° 2015 - 02601, 11 de septiembre 2015.

Pereira, M.; Luengo, J.; Berg, A.: **Un proceso para la obtención de micro y nanofibras de celulosa, MNFC, a partir de una fuente de fibra lignocelulósica**. Solicitud Patente Chilena N° 2015 - 01809, 23 de junio 2015.

Becerra, J.; Pérez, C.; Hernández, V.; Durán, D.; Díaz, P.; Silva, J.; Fuentealba, C.: **Un producto nutracéutico modulador del apetito y sensibilizador a la insulina en mamífero**. Solicitud Patente Chilena N° 2015 - 03182, 29 de octubre 2015.

Riquelme, S.; Maldonado, A.; Agurto, C.; Troncoso, N. Valdebenito, A.: **Material bioplástico con propiedades bioactivas útil como material base para la elaboración de mallas espumantes protectoras para fruta y su proceso de elaboración**. Solicitud Patente Chilena N° 2015 - 03657, 17 de diciembre 2015.

Maldonado, A.; Agurto, C.; Riquelme, S.: **Un proceso de extrusión reactiva para elaborar un material bioplástico con propiedades bioactivas, a partir de materiales compostables de fuentes renovables y fósiles; además de dicho material bioplástico**. Solicitud Patente PCT N° 000063-2015, 10 de diciembre 2015.

### Industrial patent

Müller, N.: **Process for obtaining formic acid or formates from carbohydrate-containing materials**. Chilean Patent Application N° 2015 - 02601, september 11, 2015.

Pereira, M.; Luengo, J.; Berg, A.: **A process for the preparation of cellulose micro and nanofibres, MNFC, from a source of lignocellulosic fiber**. Chilean Patent Application N° 2015 - 01809, june 23, 2015.

Becerra, J.; Pérez, C.; Hernández, V.; Durán, D.; Díaz, P.; Silva, J.; Fuentealba, C.: **A nutraceutical product that acts as an appetite modulator and insulin sensitizer in mammals**. Chilean Patent Application N° 2015 - 03182, october 29, 2015.

Riquelme, S.; Maldonado, A.; Agurto, C.; Troncoso, N. Valdebenito, A.: **Bioplastic material with bioactive properties useful as a base material for the preparation of protective foaming meshes for fruits and their processing**. Chilean Patent Application N° 2015 - 03657, december 17, 2015.

Maldonado, A.; Agurto, C.; Riquelme, S.: **A reactive extrusion process to produce a bioplastic material with bioactive properties from renewable and fossil compostable materials; in addition to said bioplastic material**. Patent Application PCT N° 000063- 2015, december 10, 2015.

Miranda, C.; Castaño, J.; Rodríguez, S.: **Un material polimérico que evita y/o reduce la formación de biopelículas en la superficie y que es útil para la elaboración de materiales médicos.** Solicitud Patente Chilena N° 0965-2016, 22 de abril 2016.

Rodríguez, S; Williams, P; Muñoz, Y; Sepulveda, E; Velasco, V; Gutierrez, C.: **Un material espumado en base a almidón para el envasado de productos con alta actividad de agua.** Solicitud Patente Chilena N° 02174-2016, 30 de agosto 2016.

Riquelme, S; Quezada, D; Koduri, R; Garcia, L; Molina; C.: **Un proceso de mezclado en fundido para elaborar un material compuesto flexible piezoelectrónico libre de plomo, a partir de cerámicas ferroelectrísticas libre de plomo y el polímero polifluoruro de vinilideno.** Solicitud Patente Chilena N° 03256-2016, 19 de diciembre 2016.

Urra N.; Castillo C.; Maldonado M.: **Un sistema biodegradable para multiplicación clonal de plantas leñosas y especies forestales o frutales de producción masiva.** Solicitud Patente Chilena N° 03373-2016, 29 de diciembre 2016.

Fuentealba C; Salazar J.; Vega J.; Berg A.; Michanickl A.: **Un proceso de obtención de un material fibroso a partir de corteza útil para fabricar materiales aislantes.** Solicitud Patente Chilena N° 03408-2016, 30 de diciembre 2016.

## 5.4.2 Patentes concedidas

S. Rodríguez-Llamazares, B. Rivas, M. Pérez, A. Maldonado y C. Venegas.: **Envase monocapa termoplástico rígido útil para la preservación de alimentos grasos.** Patente Chilena N°01610/2010, 22 de octubre 2015.

Ulloa, A.; Carrasco, J.C.: **Procedimiento para generar briquetas combustibles, a partir de cenizas volantes generadas a partir de residuos de calderas de biomasa forestal; y briqueta combustible.** Patente Chilena N° 52958, 31 de agosto 2016.

Berg, A; Doussoulin, M; Flores, E; Fuentealba, C; Williams, P.: **Alimento concentrado para rumiantes, que comprende: (A) 40% o de menos de materias vegetales o subproductos industriales de lenta fermentación, (B) almidón en un 50% o menos, y (C) 10% o menos de carbohidratos solubles en el líquido ruminal de paja de trigo que contienen ácidos carboxílicos de 1-25%.** Patente Chilena N°52410, 30 de diciembre 2016.

Berg, A.; Grandón, H.; Moreno, E.; Muñoz, C.; Wilkomirsky, I.: **Sistema de reactores y su proceso para producir pirólisis ultra-rápida de material orgánico vegetal y generar bio-oil, carboncillo y gas no condensable que comprende un reactor interior de lecho fluidizado en el que se produce la pirolisis y un reactor de lecho fluidizado exterior de combustión de carboncillo.** Patente Chilena N° 52520, 12 de mayo 2016.

Miranda, C.; Castaño, J.; Rodríguez, S.: **A polymeric material that prevents and/or reduces the formation of biofilms on the surface and which is useful for the production of medical materials.** Chilean Patent Application N° 0965-2016, april 22, 2016.

Rodríguez, S; Williams, P; Muñoz, Y; Sepulveda, E; Velasco, V; Gutierrez, C.: **A foamed material based on starch for the packaging of products with high water activity.** Chilean Patent Application N° 02174-2016, august 30, 2016.

Riquelme, S; Quezada, D; Koduri, R; Garcia, L; Molina; C.: **A melt blending process to produce a lead-free piezoelectric flexible composite material from lead-free ferroelectric ceramics and the vinylidene polyfluoride polymer.** Chilean Patent Application N° 03256-2016, december 19, 2016.

Urra N.; Castillo C.; Maldonado M.: **A biodegradable system for clonal multiplication of woody plants and forest or fruit species of mass production.** Chilean Patent Application N° 03373-2016, december 29, 2016

Fuentealba C; Salazar J.; Vega J.; Berg A.; Michanickl A.: **A process for obtaining a fibrous material from bark useful for manufacturing insulating materials.** Chilean Patent Application N° 03408-2016, december 30, 2016.

## Granted patents

S. Rodríguez-Llamazares, B. Rivas, M. Pérez, A. Maldonado y C. Venegas.: **Stiff thermoplastic monolayer container useful for the preservation of fatty foods.** Chilean Patent N°01610/2010, october 22, 2015.

Ulloa, A.; Carrasco, J.C.: **Procedure to generate fuel briquettes from fly ashes generated from forest biomass boiler waste; and fuel briquette.** Chilean Patent N° 52958, august 31, 2016.

Berg, A; Doussoulin, M; Flores, E; Fuentealba, C; Williams, P.: **Concentrated food for ruminants, comprising: (A) 40% or less of slowly fermenting plant material or industrial by-products, (B) 50% or less of starch, and (C) 10% or less of carbohydrates soluble in wheat straw ruminal liquid containing 1-25% carboxylic acids.** Chilean Patent N°52410, december 30, 2016.

Berg, A.; Grandón, H.; Moreno, E.; Muñoz, C.; Wilkomirsky, I.: **Reactor system and its process for producing ultra-fast pyrolysis of organic plant material and generating bio-oil, charcoal and non-condensable gas comprising an inner fluidized bed reactor in which pyrolysis is produced and an outer fluidized bed reactor of charcoal combustion.** Chilean Patent N° 52520, may 12, 2016.

## 5.4.3 Acuerdos de transferencia de material

Contrato de transferencia de material de Universidad de Concepción a Industrias de Plásticos Ltda., “**Pellet Biodegradable grado de extrusión, para la fabricación de mulch (acolchado de suelo) para cultivos agrícolas**”, 30 de junio 2015.

Contrato de transferencia de material de Universidad de Concepción a Rubtec SpA, “**Elaboración de tejas inyectadas para viviendas en material compuesto caucho-polipropileno, en calidad de prototipo comercial**”, 1 de diciembre 2015.

Contrato de transferencia de material de Universidad de Concepción a Sylex Chile Ltda., “**Material compuesto a base de PVC y nanopartículas de cobre para tubos endotraqueales para aplicaciones médicas**”, 1 de marzo 2016.

Contrato de transferencia de material de Universidad de Concepción a Laboratorio Pasteur S.A., “**Aceite de semillas de pino radiata**”, 11 de mayo 2016.

## Material transfer agreements

Material transfer contract from the Universidad de Concepción to Industrias de Plásticos Ltda., “**Extrusion grade biodegradable pellet for the manufacture of mulch (soil padding) for agricultural crops**”, june 30 2015

Material transfer contract from the Universidad de Concepción to Rubtec SpA, “**Elaboration of injected tiles for housing in rubber-polypropylene composite material as a commercial prototype**”, december 1, 2015.

Material transfer contract from the Universidad de Concepción to Sylex Chile Ltda., “**Composite material based on PVC and copper nanoparticles for endotracheal tubes for medical applications**”, march 1, 2016.

Material transfer contract from the Universidad de Concepción to Laboratorio Pasteur S.A., “**Radiata pine seed oil**”, may 11, 2016.







[www.udt.cl](http://www.udt.cl)

Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción  
Av. Cordillera N° 2634, Parque Industrial Coronel, Coronel

